

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**PROTOTIPO DE SERVICIO DE PERFILADO DE USUARIOS CON  
DISCAPACIDADES VISUALES PARA PREFERENCIAS DE  
ACCESIBILIDAD EN PLATAFORMAS MOOC**

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

**TISALEMA QUINATO A SEGUNDO FRANCISCO**

**segundo.tisalema@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: Dra. SÁNCHEZ GORDÓN SANDRA PATRICIA**

**sandra.sanchez@epn.edu.ec**

**Quito, septiembre del 2017**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Segundo Francisco Tisalema Quinatoa, 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.

---

**Segundo Francisco Tisalema Quinatoa**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Segundo Francisco Tisalema Quinatoa, bajo mi supervisión.

---

**Dra. Sandra Patricia Sánchez Gordón**  
**DIRECTORA DEL PROYECTO**

## DEDICATORIA

A Dios ya que me permite estar en este mundo y darme fuerzas para levantarme y seguir adelante a pesar de las adversidades de la vida.

A mi madre Paulina, mis hermanas Rosario, Mariana y Lucila quienes han compartido sus consejos y me han apoyado incondicionalmente.

A mis sobrinas y sobrinos por brindarme su apoyo.

A mis seres queridos que no pueden estar físicamente conmigo, a mi padre Francisco, Hermanos Julio, Antonio y Sobrino Hernán, muchas gracias sé que estarán felices de verme culminado esta etapa en mi vida.

Finalmente dedico este trabajo a todas las personas que supieron creer en mí y que de una u otra manera me apoyaron para así llegar a esta meta.

Muchas gracias a todos.

Segundo Francisco Tisalema Quinatoa

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme estar de pie y superar las adversidades ya que sin ti nada es posible.

A toda mi familia que siempre estaba presente cuando los necesitaba, brindándome sus consejos y motivándome cada día para llegar culminar esta meta.

A mi novia, por su apoyo incondicional y por brindarme sus consejos para ser cada día una mejor persona.

A la Dra. Sandra Sánchez por el apoyo brindado en el desarrollo de este proyecto.

Finalmente agradezco a todas las personas que han estado tanto en las buenas como en las malas durante esta etapa en mi vida.

Segundo Francisco Tisalema Quinatoa

# CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Identificación de los requisitos iniciales. ....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Diseño del servicio. ....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Construcción del prototipo.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Revisión del prototipo.....</b>	<b>5</b>
<b>2.5 Mejora del prototipo. ....</b>	<b>5</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Caracterización del problema.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.1 Prototipo.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.2 Servicio web. ....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.3 Perfilado de usuario. ....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.4 MOOC.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.5 Plataformas MOOC.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.6 Accesibilidad.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.7 Accesibilidad web.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.8 Problemas de accesibilidad de las plataformas MOOC.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.9 Discapacidades visuales.....</b>	<b>21</b>
<b>Primera Iteración.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Identificación de requisitos de accesibilidad.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.1 Requisitos para usuarios con ceguera. ....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.2 Requisitos para usuarios con baja visión.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.3 Requisitos para usuarios con daltonismo.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.4 Requisitos basados en las pautas WCAG.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.5 Requisitos basados en IMS AfA PNP.....</b>	<b>33</b>
<b>Segunda Iteración.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Diseño del servicio de perfilado de usuarios.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.1 UML.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.2 Diagrama UML de estados.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.3 Diagrama UML de actividades.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3.4 Diseño de la interfaz gráfica de usuario.....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.5 Diseño del archivo XML.....</b>	<b>42</b>
<b>3.4 Construcción del prototipo.....</b>	<b>44</b>

3.4.1	Página del servicio.....	44
3.4.2	Página de confirmación.....	45
3.4.3	Página de salida.....	45
3.4.4	Código.....	45
3.4.5	Archivo XML generado.....	52
<b>Tercera Iteración.....</b>		<b>53</b>
3.5	<b>Evaluación del prototipo.....</b>	<b>53</b>
3.5.1	Evaluación con herramientas automáticas.....	53
3.5.2	Evaluación con usuarios.....	57
3.6	Mejora del prototipo.....	87
3.7	Análisis de las preferencias de los usuarios con ceguera, con baja visión y con daltonismo.....	91
4.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>93</b>
4.1	Conclusiones.....	93
4.2	Recomendaciones.....	94

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Estadísticas de los principales proveedores de MOOC a partir de junio de 2017 [20].	12
Tabla 2: Criterio comparativo de accesibilidad en las principales plataformas MOOC [6].	20
Tabla 3: Propiedades de IMS AFA PNP [52].	35
Tabla 4: Etiquetas XML a usarse	42
Tabla 5: Prueba de accesibilidad de usuario con ceguera.	63
Tabla 6: Prueba de accesibilidad de usuario con baja visión.	70
Tabla 7: Prueba de accesibilidad de usuario daltónico.	77
Tabla 8: Criterios de evaluación para las tareas.	79
Tabla 9: Resultados con las ponderaciones de las tareas evaluadas.	80
Tabla 10: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 1.	81
Tabla 11: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 2.	82
Tabla 12: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 3.	83
Tabla 13: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 4.	84
Tabla 14: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 5.	85
Tabla 15: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 6.	86
Tabla 16: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 7.	87
Tabla 17: Preferencias de accesibilidad para usuario con ceguera.	91
Tabla 18: Preferencias de accesibilidad para usuario con baja visión.	91
Tabla 19: Preferencias de accesibilidad para usuario con daltonismo.	92



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pasos para construcción del prototipo. ....	4
Figura 2: Proceso de desarrollo del prototipo [14]. ....	7
Figura 3: Arquitectura de un servicio web [16]. ....	8
Figura 4: Ejemplo de información de perfil de usuario. ....	10
Figura 5: MOOC [18]. ....	11
Figura 6: Plataforma MOOC COURSERA [21]. ....	13
Figura 7: Plataforma MOOC edX [22]. ....	13
Figura 8: Plataforma MOOC XuetangX [23]. ....	14
Figura 9: Plataforma MOOC Future Learn [24]. ....	14
Figura 10: Plataforma MOOC UDACITY [25]. ....	15
Figura 11: Plataforma MOOC MiriadaX [26]. ....	15
Figura 12: Plataforma MOOC FUN [27]. ....	16
Figura 13: Plataforma MOOC MéxicoX [28]. ....	16
Figura 14: Esquema de Web Accesibles. ....	18
Figura 15: Principios y Pautas WCAG 2.0 [51]. ....	28
Figura 16: Propiedades de Necesidades Personales y Preferencias (PNP) [53]. ....	34
Figura 17: Diagramas UML [55]. ....	36
Figura 18: Diagrama de Estado del Servicio de Perfilado de Preferencias de Accesibilidad. ....	37
Figura 19: Diagrama de Actividades del Servicio de Perfilado de Preferencias de Accesibilidad. ....	39
Figura 20: Diseño de Interfaz Gráfica Versión 1. ....	40
Figura 21: Diseño de Interfaz Gráfica Versión 2. ....	41
Figura 22: Diseño de Interfaz Gráfica Versión 3. ....	41
Figura 23: Página del servicio. ....	44
Figura 24: Página de confirmación. ....	45
Figura 25: Página de salida. ....	45
Figura 26: Código donde se muestra título, botones y nombre del perfil. ....	47
Figura 27: Código de opciones de preferencias de accesibilidad. ....	48
Figura 28: Código de ventana modal. ....	48
Figura 29: Código de funciones. ....	49
Figura 30: Código de creación del archivo XML. ....	49
Figura 31: Código de captura de los elementos seleccionados. ....	50
Figura 32: Guardado del archivo XML. ....	50
Figura 33: Código de botón Limpiar Formulario y botón Salir Sin Guardar. ....	51
Figura 34: Código de botón Guardar. ....	51
Figura 35: Código de la acción del botón salir sin guardar. ....	52
Figura 36: Archivo XML de un usuario con Ceguera. ....	52
Figura 37: Extensión WAVE en el navegador Chrome. ....	53
Figura 38: Síntesis del Informe de la herramienta WAVE. ....	54
Figura 39: Error de lenguaje de página no definido. ....	54
Figura 40: Error de etiqueta no definida. ....	55
Figura 41: Muestra el error de contraste. ....	55
Figura 42: Resumen de resultados de accesibilidad del sitio web realizado con la herramienta TAW. ....	56

Figura 43: Error de lenguaje de página no definido.....	57
Figura 44: Advertencias de título y etiqueta.....	57
Figura 45: Sociedad de Ciegos de Pichincha "Luis Braille".....	58
Figura 46: Usuario con Ceguera realizando la prueba del prototipo.....	59
Figura 47: Archivo XML generado para usuario con ceguera.....	64
Figura 48: Usuario con Baja Visión realizando la prueba del prototipo.....	66
Figura 49: Archivo XML generado para el usuario con baja visión.....	71
Figura 50: Usuario con Daltonismo realizando la prueba del prototipo.....	73
Figura 51: Archivo XML generado para la usuaria con daltonismo.....	78
Figura 52: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 1.....	81
Figura 53: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 2.....	82
Figura 54: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 3.....	83
Figura 55: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 4.....	84
Figura 56: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 5.....	85
Figura 57: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 6.....	86
Figura 58: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 7.....	87
Figura 59: Solución al error del idioma.....	88
Figura 60: Solución al error de etiqueta no definida.....	89
Figura 61: Solución al error de contraste.....	89
Figura 62: Página del servicio.....	90

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo el desarrollo de un prototipo de servicio de perfilado de usuarios con discapacidades visuales para preferencias de accesibilidad en plataformas MOOC en base a las pautas WCAG, PNP, y requisitos accesibilidad para usuarios con ceguera, baja visión, daltonismo. El caso de estudio se realizó en la “Sociedad de Ciegos de Pichincha Luis Braille”, esta es una sociedad de personas con discapacidad visual ubicada en la calle Flores N° 4-132 y Espejo, en el centro histórico de Quito.

El proyecto inicia con la definición de la metodología utilizada, la metodología que se utiliza es el ciclo de vida del desarrollo de software SDLC y contiene tres iteraciones con sus respectivas actividades. Este proyecto se registra dentro de una investigación aplicada. Dado que para este proyecto se necesita resolver un problema específico en la metodología se optó por seguir cinco pasos para realizar un prototipo. Los pasos que se utilizan son: identificación de los requisitos iniciales, diseño del servicio, construcción del prototipo, revisión del prototipo, mejora del prototipo.

A continuación, se elabora un marco conceptual con las principales definiciones que se utilizaron durante este proyecto. Se realiza un detalle con los requisitos de accesibilidad para usuarios con ceguera, baja visión, daltonismo. También se elabora el detalle de los requisitos de accesibilidad basados en WCAG 2.0 y basados en PNP que se aplica en el desarrollo del proyecto. Además se realiza el diseño del servicio incluyendo: diagramas UML, diseño de la interfaz gráfica, diseño del archivo XML generado. Adicionalmente, se construye el prototipo utilizando los requisitos detallados anteriormente.

Posteriormente, se presentan los resultados de la evaluación del grado accesibilidad del prototipo mediante pruebas con herramientas de revisión automática de accesibilidad y asimismo con usuarios con discapacidad visual. En la evaluación se verifica si se cumplen las pautas de accesibilidad. Todo esto se lo realiza para comprender como se comporta el prototipo en un ambiente real.

Para finalizar, se presentan las conclusiones y recomendaciones, en los cuales se elabora el cumplimiento de objetivos propuestos para el desarrollo de este proyecto y propuestas para complementar este trabajo.

Palabras clave: Perfilado de Usuario, MOOCs, Plataformas MOOCs, Accesibilidad, WCAG, PNP, UML, XML, HTML, PHP.

# 1. INTRODUCCIÓN.

La accesibilidad web aparece como respuesta a la necesidad de hacer uso de la web por parte de las personas que tienen algún tipo de discapacidad como: visuales, auditivos, físicos, cognitivos, neurológicos y del habla. La accesibilidad web engloba aspectos como la inclusión de las personas, lo cual hace que sean capaces de distinguir, comprender, navegar y realizar una interacción con la web como cualquier usuario. La accesibilidad web es muy importante debido a que posibilita el acceso en la web a la educación, el comercio, opciones de empleo y entretenimiento entre otros. Así las personas con discapacidad obtienen igualdad de oportunidades frente a las demás personas [1].

En la actualidad, millones de personas que tienen discapacidad no pueden hacer uso de la web porque la mayor parte de los sitios y aplicaciones web presentan barreras de accesibilidad [1]. Este proyecto abarca las discapacidades visuales, las mismas que se definen en general como la restricción funcional del sistema de visión, que no se puede corregir a un nivel normal. Además, la misma restricción funcional causa la pérdida de la agudeza visual, pérdida del campo visual, fotofobia, diplopía distorsión visual, dificultad perceptual visual y cualquiera de las combinaciones anteriores. Dentro de las discapacidades visuales tenemos tres tipos principales en las cuales se enfoca este proyecto como son la ceguera, baja visión, y el daltonismo. Estos tipos de discapacidades visuales son barreras frente a la accesibilidad [2].

Por otra parte, los cursos en línea abiertos masivos (MOOCs) que poseen cuatro características principales. Primero, un MOOC es abierto y gratuito solo necesita acceso a Internet y la predisposición a aprender. Segundo, un MOOC es masivo admite gran cantidad de usuarios registrados muchos de los cuales podían tener alguna discapacidad. Tercero, un MOOC está en línea y se puede acceder usando un computador, tableta, teléfono inteligente con internet. Cuarto, un MOOC es autónomo así el usuario aprende libremente a la vez que tiene recursos como: videos, enlaces, documentos y foros para la retroalimentación de los conocimientos [3] [4]. Los MOOC usan un modelo de entrega virtual que posibilita la participación en actividades de aprendizaje en lugares y momentos adecuados, en lugar de forzar a los usuarios a ciertos espacios y tiempos. Pero aun así, no se sabe si el acceso está siendo equitativo para todos los usuarios, ya que existen barreras entre las cuales están los diferentes tipos de discapacidades [5]. Las plataformas MOOC tienen como objetivo principal ofrecer contenidos educativos de alta calidad. Sin embargo, para ser de

calidad dichos contenidos y las plataformas en sí deben ser accesibles para usuarios con discapacidades. Se han realizado estudios que demuestran que las plataformas MOOC existentes tienen falencias en cuanto a su nivel de accesibilidad [6].

El que las plataformas web no sean lo suficientemente accesibles condiciona para que todas las personas puedan usar los servicios indistintamente de las aptitudes técnicas, cognitivas y físicas [7]. En la última década el uso del internet se ha intensificado pero a pesar de esto las personas enfrentan retos, no solo las personas con discapacidad sino también las personas mayores, porque para ellos ya no es tan fácil el utilizar la web debido a la disminución de las capacidades relacionadas con el envejecimiento, deterioro de la visión, pérdida de la audición, reducción de habilidades motoras y problemas cognitivos [8].

En la actualidad ya existen algunos cursos en línea específicos pero para que el curso se adapte a las necesidades es indispensable registrar un perfil de usuario, para almacenar información personal y parámetros de preferencias de accesibilidad que pueden ser opcionales u obligatorios. El perfil de usuario es usado para personalizar algunas características como diseño, color, idioma, tipo y tamaño de texto, etc. El perfil de usuario también ayuda en la seguridad de la información mediante el registro de información autenticación [9].

Para realizar el perfilado se propone un servicio web, el mismo que generalmente es usado para el intercambio de la información mediante XML. Es así como el servicio web es una interfaz de software que define un grupo de operaciones, las mismas que se pueden realizar por medio de mensajería XML estandarizada. En este caso el servicio generará un archivo XML el mismo que esté diseñado para ser consumido por las plataformas MOOC. El archivo XML generado va a contener toda la información de preferencias de accesibilidad del usuario [10].

En definitiva, la propuesta de solución que aporta el presente proyecto integrador consiste en establecer un servicio de perfilado genérico de plataformas MOOC para que los usuarios con discapacidades visuales de los tres tipos principales como son: ceguera, baja visión y daltonismo puedan indicar sus preferencias de accesibilidad. La información que gestiona el servicio servirá de insumo para que las plataformas y contenidos MOOC se configuren y adapten a dichas preferencias. Por tanto, en el presente proyecto integrador se propone prototipar un servicio que permita gestionar perfiles de usuario para usuarios con discapacidades visuales en lo que tiene que ver con las preferencias de accesibilidad para la utilización de plataformas MOOC, a fin de que dichas plataformas mejoren el nivel de accesibilidad.

## 2. METODOLOGÍA.

El presente proyecto se ubica dentro del contexto de una investigación aplicada. La investigación aplicada es también conocida como activa o dinámica. La investigación aplicada guarda relación con la investigación pura o básica porque necesita utilizar los descubrimientos y aportes que se han realizado anteriormente. Es así como la investigación aplicada hace frente la teoría con la realidad. Entonces, esto lleva a la solución de problemas específicos de la vida cotidiana que tengan características y circunstancias específicas [11].

Para este proyecto la metodología que se utiliza para el desarrollo del prototipo de servicio de perfilado de usuarios con discapacidades visuales para preferencias de accesibilidad en plataformas MOOC es el ciclo de vida del desarrollo de software SDLC. Para lo cual tendremos tres iteraciones, en las cuáles se realizarán las siguientes actividades:

- Primera Iteración:
  1. Investigar cómo contribuye la accesibilidad de las plataformas MOOC para que la sociedad sea más inclusiva.
  2. Identificar los criterios primordiales que elegirán los usuarios con discapacidades visuales en torno a accesibilidad de las plataformas MOOC.
- Segunda Iteración:
  1. Especificar las funcionalidades a tomar en cuenta para diseñar un prototipo de servicio de perfilado de usuarios con discapacidades visuales para preferencias de accesibilidad en plataformas MOOC.
  2. Implementar el prototipo de un servicio perfilado de usuarios con discapacidades visuales el cual permitirá administrar las prioridades de accesibilidad que tienen los usuarios de plataformas MOOC.
- Tercera Iteración:
  1. Mejorar el prototipo desarrollado y comprobar si las funcionalidades escogidas son las primordiales.
  2. Realizar pruebas para medir la satisfacción de los usuarios con discapacidades visuales con el prototipo desarrollado.

Con este proyecto se pretende aportar en la solución de resolver un problema específico mediante el desarrollo de un prototipo de un servicio. Al investigar acerca del proceso para la creación de un prototipo de software se determina que normalmente se lo realiza en cinco pasos. De tal manera, para crear el prototipo del

servicio planteado, se toma como referencias los pasos planteados por los autores de las referencias aquí descritas [12] [13]: luego se los adapta en los siguientes pasos.

- Identificación de los requisitos iniciales.
- Diseño del servicio.
- Construcción del prototipo.
- Revisión del prototipo.
- Mejora del prototipo.

La **Figura 1** presenta los pasos de la metodología. Esta figura inicia con la identificación de los requisitos iniciales para el prototipo, luego pasará al diseño del servicio, después se procederá a la construcción del prototipo, más tarde se realizará la revisión del prototipo y finalmente realizaremos la mejora del prototipo.

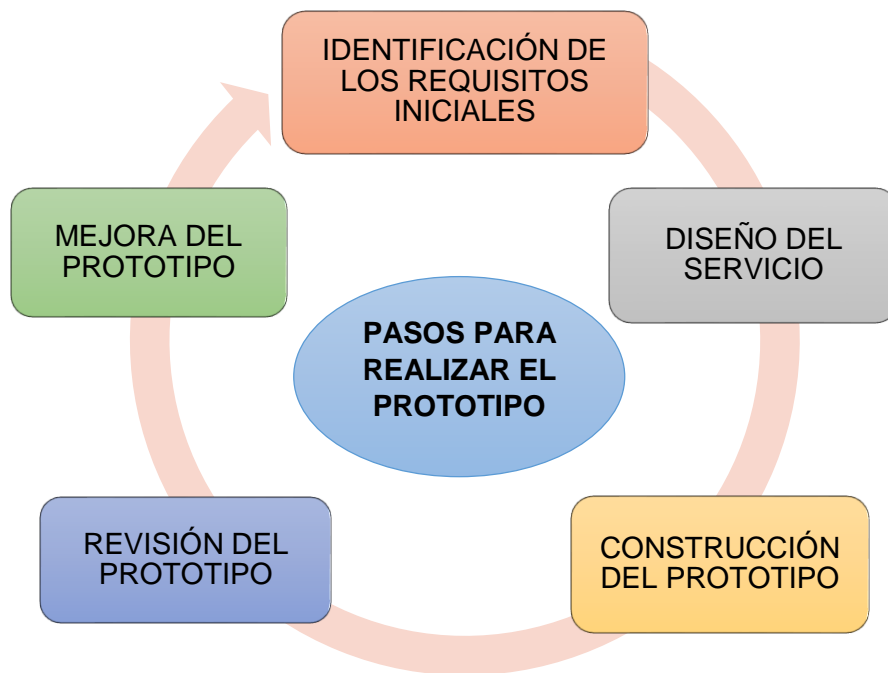


Figura 1: Pasos para construcción del prototipo.

Elaborado por: Francisco Tisalema

## 2.1 Identificación de los requisitos iniciales.

Este es el primer paso para realizar el prototipo. Este paso determinará lo que el servicio de software será capaz de realizar. Se considerará los potenciales usuarios y lo que podrían desear del servicio de software.

## **2.2 Diseño del servicio.**

Para el diseño del servicio de software se utilizará notación UML y se elaborará dos tipos de diagramas: el diagrama de estados, el diagrama de actividades. Adicionalmente, se diseñará la interfaz gráfica del servicio.

## **2.3 Construcción del prototipo.**

Se construirá un prototipo del servicio de software teniendo en cuenta los requisitos iniciales y en base al diseño, los cuáles darán como resultado la interfaz preliminar del servicio.

## **2.4 Revisión del prototipo.**

El prototipo desarrollado será expuesto a usuarios potenciales. Se considerarán las sugerencias de una forma organizada para definir las mejoras que se añadirán a la interfaz del prototipo.

## **2.5 Mejora del prototipo.**

Finalmente, en este paso se realizará la refactorización del prototipo para incorporar los cambios aceptados en el prototipo. La refactorización no cambiará el resultado que deseamos al principio para el prototipo, sinó que mejorará su calidad.



## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 3.1 Caracterización del problema.

#### 3.1.1 Prototipo.

Un prototipo es una representación inicial de un sistema de software que es utilizado para exponer conceptos, acordar alternativas de diseño y descubrir más acerca del problema y las probables soluciones para la misma. El desarrollo iterativo del prototipo es fundamental porque así se pueden tener un control de los avances. Además, los que están interesados en el sistema de software percibirán su funcionalidad antes con el uso del prototipo. El prototipo de un software es utilizado durante el desarrollo de software para contribuir a anticipar los cambios que se requieran [14]:

1. En el proceso de ingeniería de requerimientos, un prototipo ayuda con la selección y validación de requerimientos del sistema.
2. En el proceso de diseño de sistemas, un prototipo sirve para buscar soluciones específicas de software y apoyar el diseño de interfaces del usuario.

El prototipo del sistema hace posible que los usuarios puedan observar si este ayudará o no en trabajo futuro. Mediante el desarrollo del prototipo pueden surgir nuevas ideas para requisitos, del mismo modo pueden aparecer las fortalezas y debilidades presentes en el software. En la especificación del sistema, una funcionalidad podría parecer apropiado y evidente pero al unir esa funcionalidad con otras operaciones podría resultar incorrecta o incompleta. Entonces, con ayuda del prototipo se rectificará la especificación del sistema en la que se evidenciará la nueva interpretación de los requisitos [14].

La **Figura 2** muestra el proceso de desarrollo del prototipo, el mismo que consta de las siguientes etapas: establecimiento de objetivos del prototipo (plan de creación del prototipo), definición de la funcionalidad del prototipo (Bosquejo de definición), desarrollo del prototipo (prototipo ejecutable) y evaluación del prototipo (reporte de evaluación) [14].

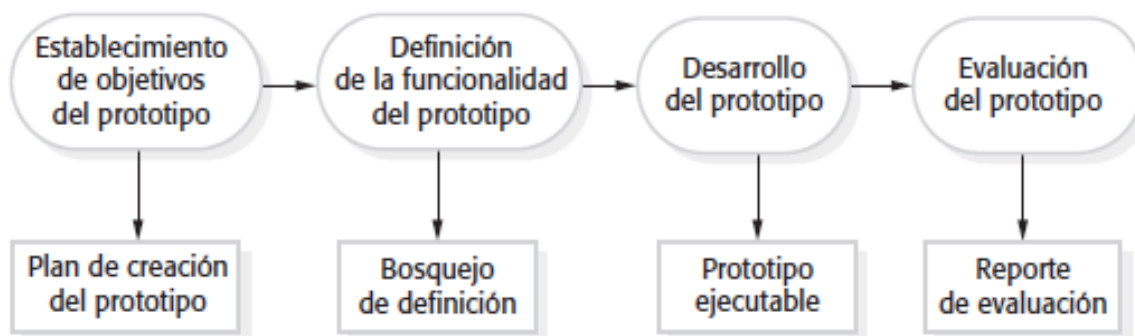


Figura 2: Proceso de desarrollo del prototipo [14].

En sí el prototipo generalmente no tiene que ser ejecutable para que sea útil porque el solo hecho que se pueda visualizar el prototipo da una idea de cómo será el producto final. Es así como los diseños de la interfaz de usuario del sistema conseguirán ayudar en el afinamiento del sistema final. La construcción de un prototipo es asequible y se lo realiza en un corto tiempo [14].

### 3.1.2 Servicio web.

El servicio web es un componente al cual se puede ingresar por medio de protocolos web estándar, haciendo uso de lenguaje de marcado XML que permitirá el intercambio de la información con el consumidor del servicio. Otra forma de definir es que los servicios web son componentes de aplicaciones distribuidas que se encuentran disponibles de una manera externa. Es decir, se puede usar en la integración de aplicaciones que hayan sido desarrolladas en diferentes lenguajes y que además puedan ejecutarse en diferentes plataformas. De esta manera, se puede decir que los servicios web son autónomos entre lenguajes y plataformas [15].

Un servicio web es una interfaz de software que define un grupo de operaciones las mismas que se pueden realizar por medio de mensajería XML estandarizada. Emplea protocolos que se apoyan en el lenguaje XML con el propósito de definir y ejecutar una operación o para compartir datos con otro servicio web o un consumidor del servicio. En el presente proyecto el servicio web generará un archivo XML el mismo que será consumido y devolverá un resultado que será un archivo XML, este archivo XML va a contener toda la información de preferencias de accesibilidad del usuario [10].

Los servicios web responden a una arquitectura que utiliza tecnologías fundamentales de la siguiente manera [16] [15]:

- **SOAP**, se usa para el intercambio de la información entre aplicaciones, este es un protocolo que se deriva del XML.
- **WSDL**, se usa como el lenguaje para la describir la funcionalidad de los servicios, además es un lenguaje que se basa en XML.
- **UDDI**, se usa para publicar o registrar el servicio web, en este los datos se almacenan en XML.

La **Figura 3** muestra la arquitectura de un servicio web incluyendo tres componentes principales como son: el consumidor del servicio web, el proveedor o implementador del servicio web y el componente donde se almacena el servicio. Para interactuar entre ellos utilizan las tecnologías mencionadas anteriormente [16].

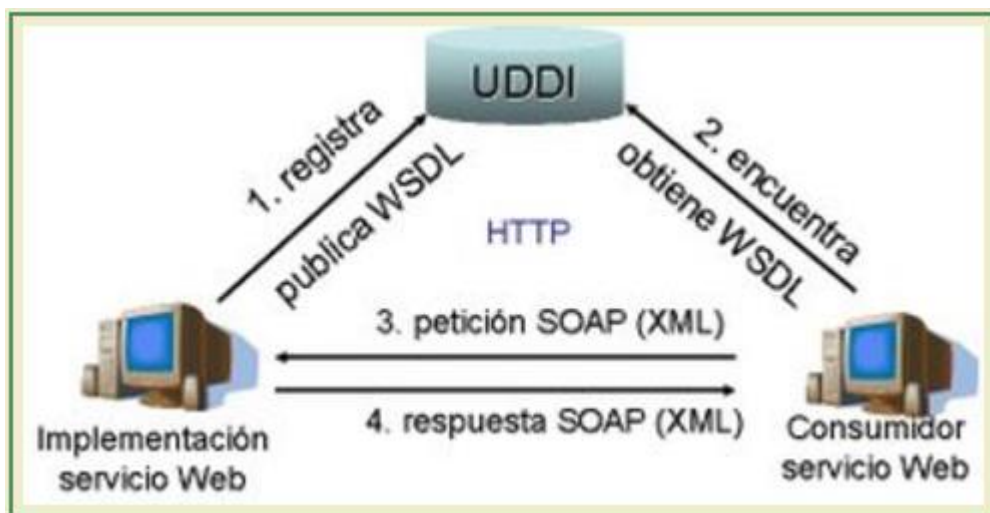


Figura 3: Arquitectura de un servicio web [16].

De la figura, se puede destacar tres roles importantes [16]:

- **Ciente del servicio**, éste es el responsable de solicitar el que se ejecute el servicio Web, de tal forma que lo consume.
- **Proveedor del servicio**, éste se responsabiliza de la implementación del servicio web y por tanto también se ocupa de ofrecerlo a los clientes o consumidores.
- **Registro del servicio**, se define como un repositorio en el cual se va a almacenar descripciones de los servicios, de esta forma los clientes podrán buscar el servicio web que mejor se ajuste a sus requerimientos.

Por otra parte la secuencia de ejecución incluye [16]:

- El proveedor procede a almacenar en el registro el documento en el que está detallado la información del servicio.
- El consumidor del servicio realiza una búsqueda en el registro del servicio web que mejor se acomode a sus necesidades.
- En el momento que ya se haya seleccionado el servicio, el consumidor lo invoca por medio del envío de un mensaje SOAP, el mismo que muestra la acción que se va a realizar y los datos de entrada a usarse.
- El servicio web procede a recibir la solicitud para luego ejecutar la funcionalidad solicitada.
- La secuencia finaliza al enviar un mensaje SOAP al consumidor con los resultados.

### **3.1.3 Perfilado de usuario.**

Un perfilado de usuarios es un registro de datos específicos que determina el entorno de trabajo del usuario. Un perfil de usuario autoriza la personalización del sistema algunas de sus funciones para cubrir de mejor manera. Este registro puede incluir configuraciones de la aplicación [17].

El perfil de usuario puede almacenar información personal, incluyendo un grupo de parámetros que pueden ser opcionales u obligatorios. El perfil de usuario es usado para personalizar algunas características como diseño, color, idioma, tipo y tamaño de texto, etc. Si se desea encontrar las necesidades y preferencias de un usuario, esta información se localizará en el perfil de usuario. El perfil de usuario también ayuda en la seguridad de la información mediante el registro de información autenticación [9].

La **Figura 4** muestra un ejemplo de información de perfilado de usuario en la cual se puede apreciar algunas características.

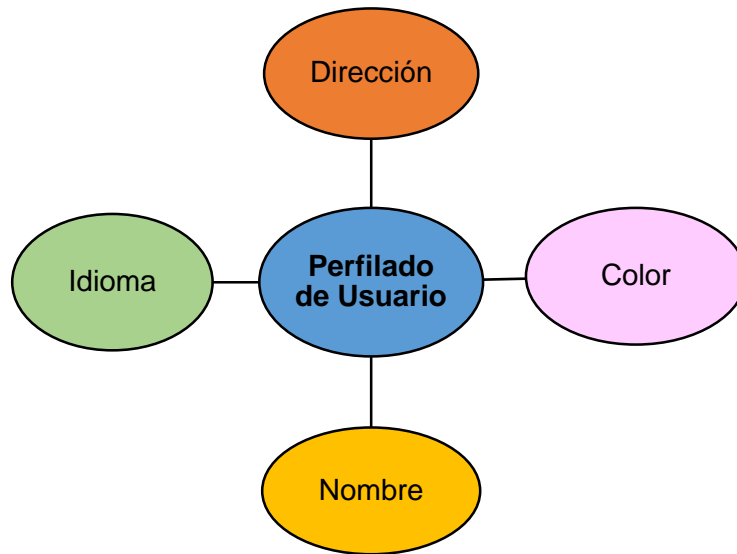


Figura 4: Ejemplo de información de perfil de usuario.

Elaborado por: Francisco Tisalema

### 3.1.4 MOOC.

Los MOOCs es un modo de educación abierta encaminada a la divulgación de contenidos en la web con un plan de tareas de estudio que tiene colaboración y participación masiva, lo cual permite el aprendizaje en línea, gratuito y al mismo tiempo pertenecer a varias comunidades de estudio para que se aproveche al máximo el curso [18].

Los cursos en línea abiertos masivos (MOOC) poseen cuatro características definitorias que los diferencian de los cursos en línea tradicionales que han existido por décadas. En primer lugar, un MOOC es abierto y gratuito, lo que significa que cualquier persona con acceso a Internet y dispuesto a aprender el tema puede utilizarlo. En segundo lugar, un MOOC es masivo, lo que significa un gran número de usuarios se registran en él. Además de ser abiertos y masivos, los MOOC no difieren mucho de otros cursos en línea: un plan de estudios, un calendario, materiales educativos (principalmente videos), algunas actividades o proyectos, cuestionarios (generalmente preguntas de opción múltiple) para evaluar el aprendizaje de los usuarios y un foro para discutir con instructores y compañeros de aprendizaje. En tercer lugar un MOOC está en línea, lo que significa que para poder acceder se utiliza un computador, tableta, teléfono inteligente que tenga conexión a internet y un

navegador web. El que esté en línea hace que sea más fácil poder cursar desde la comodidad de cualquier lugar, a un ritmo que se acomoda cada usuario. En cuarto lugar un MOOC tiene autonomía lo que quiere decir que el usuario podrá aprender libremente con gran cantidad de recursos como: videos, enlaces, documentos y foros para la retroalimentación de los conocimientos [3] [4].

La **Figura 5** muestra un esquema MOOC donde se puede apreciar el enunciado de las siglas y los distintos conceptos relacionados a cada sigla [18].

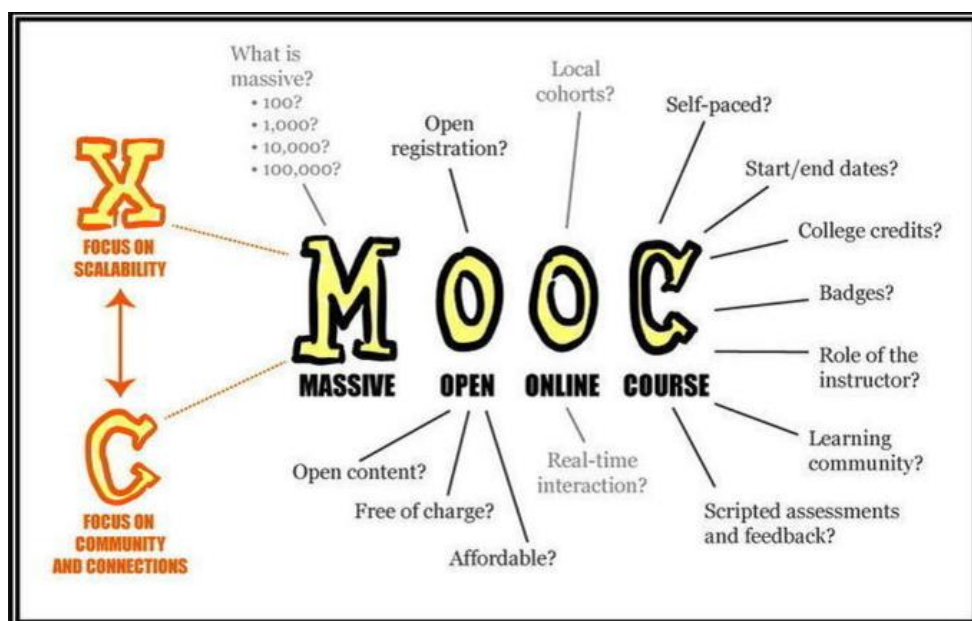


Figura 5: MOOC [18].

### 3.1.5 Plataformas MOOC.

Este tipo de plataformas son ambientes de e-learning basados en la web que suministran mecanismos para gestionar cursos en línea masivos, incluyendo:

- Programar un plan de estudios académico.
- Establecer comunicación sincrónica y asíncrona entre instructores y usuarios.
- Definir diversos modos de evaluación de los aprendizajes.

Los usuarios con discapacidades que utilizan tecnologías asistidas potencialmente pueden ayudarse en gran medida con el uso de plataformas MOOC, debido a que

permite realizar actividades a distancia y de forma flexible. Por ello es importante mejorar la accesibilidad de dichas plataformas [19].

Por otro lado, existe alrededor de 57 millones de estudiantes a nivel mundial registrados como usuarios MOOC. La siguiente lista muestra las ocho principales plataformas MOOC con su número de usuarios registrados [20].

Tabla 1: Estadísticas de los principales proveedores de MOOC a partir de junio de 2017 [20].

<b>Proveedor</b>	<b>País</b>	<b>Estudiantes (millones)</b>	<b>Cursos</b>
<b>Coursera</b>	Estados Unidos	25+	2,000+
<b>edX</b>	Estados Unidos	10+	1,500+
<b>XuetangX</b>	China	7+	400+
<b>FutureLearn</b>	Inglaterra	6+	400+
<b>Udacity</b>	Estados Unidos	4+	170+
<b>MiriadaX</b>	España	3+	600+
<b>FUN</b>	Francia	1+	270+
<b>MéxicoX</b>	México	1+	40+

A continuación se muestran las principales plataformas MOOC las cuales ofrecen los mejores cursos MOOC para los usuarios a nivel mundial.

La **Figura 6** presenta la plataforma MOOC COURSERA. Los cursos y programas se pueden elegir de acuerdo a un catálogo de temas [21].

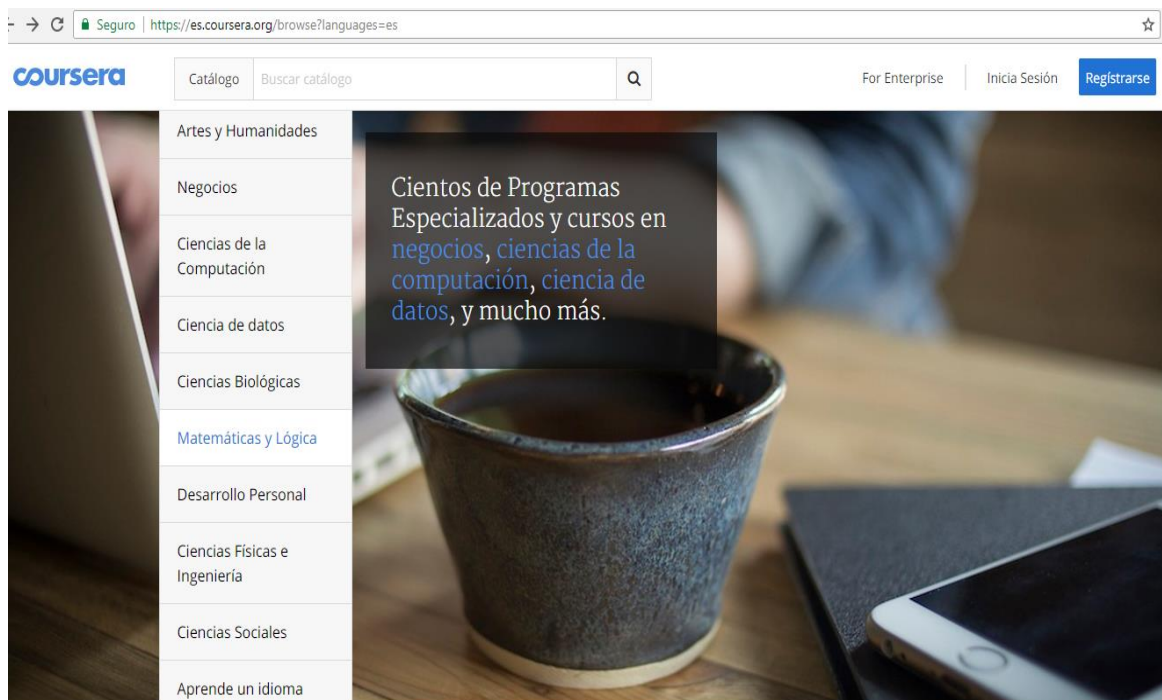


Figura 6: Plataforma MOOC COURSERA [21].

La **Figura 7** presenta la plataforma MOOC edX. Los cursos y programas se pueden elegir de acuerdo a temas [22].

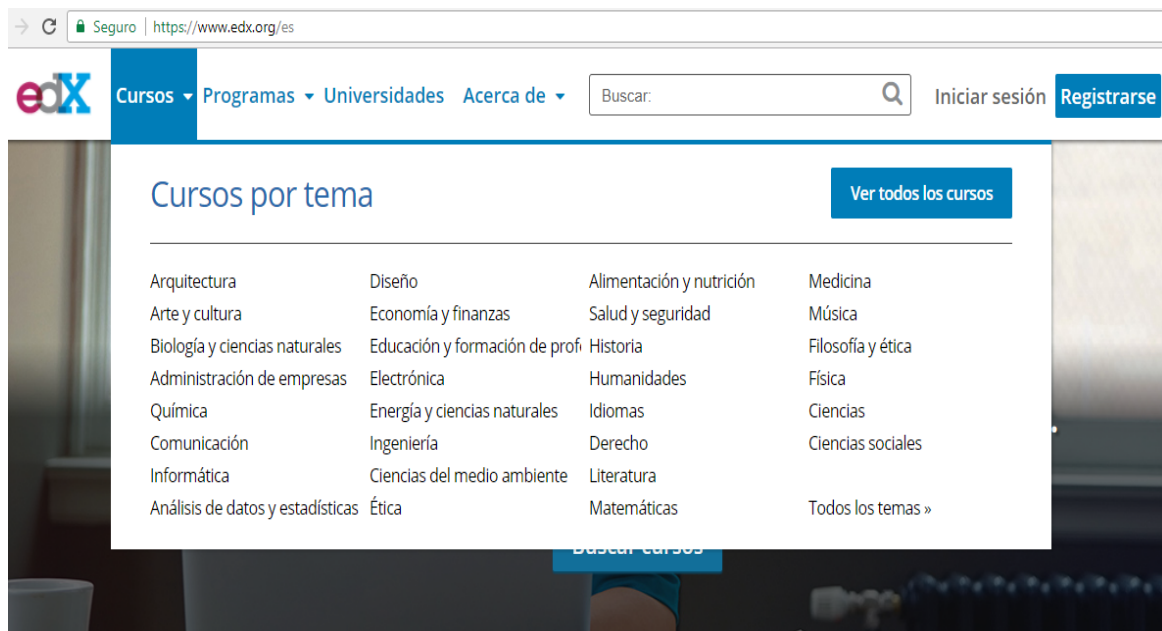


Figura 7: Plataforma MOOC edX [22].



La **Figura 8** presenta la plataforma MOOC XuetangX. Los cursos y programas se pueden elegir de acuerdo a la categoría [23].

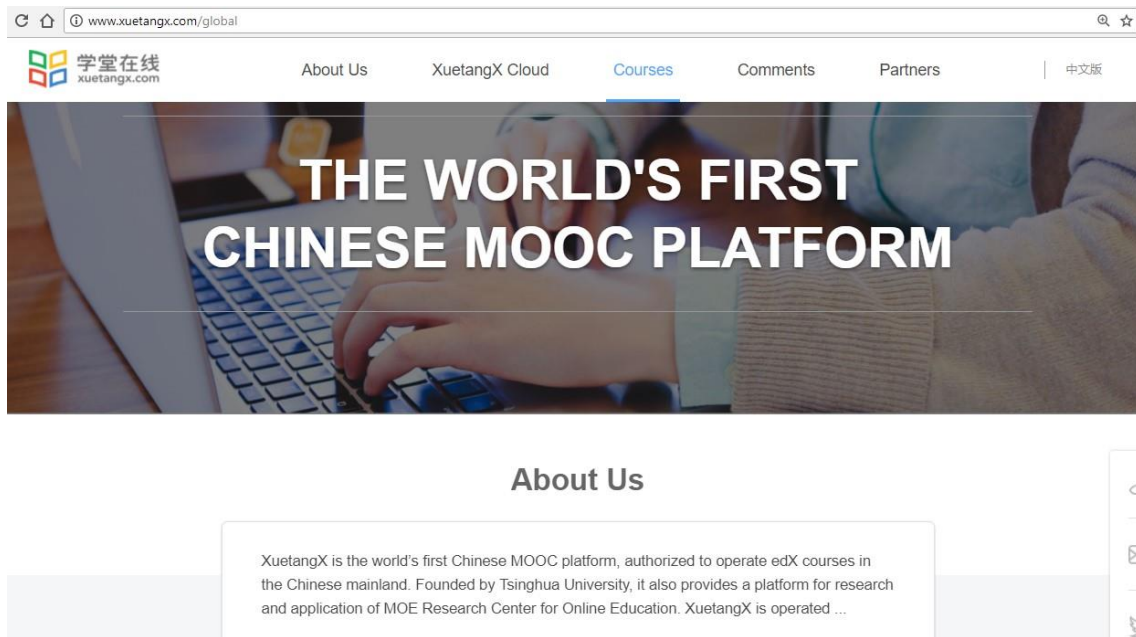


Figura 8: Plataforma MOOC XuetangX [23].

La **Figura 9** presenta la plataforma MOOC FutureLearn. Los cursos se pueden elegir de acuerdo a la categoría y a la fecha de inicio [24].

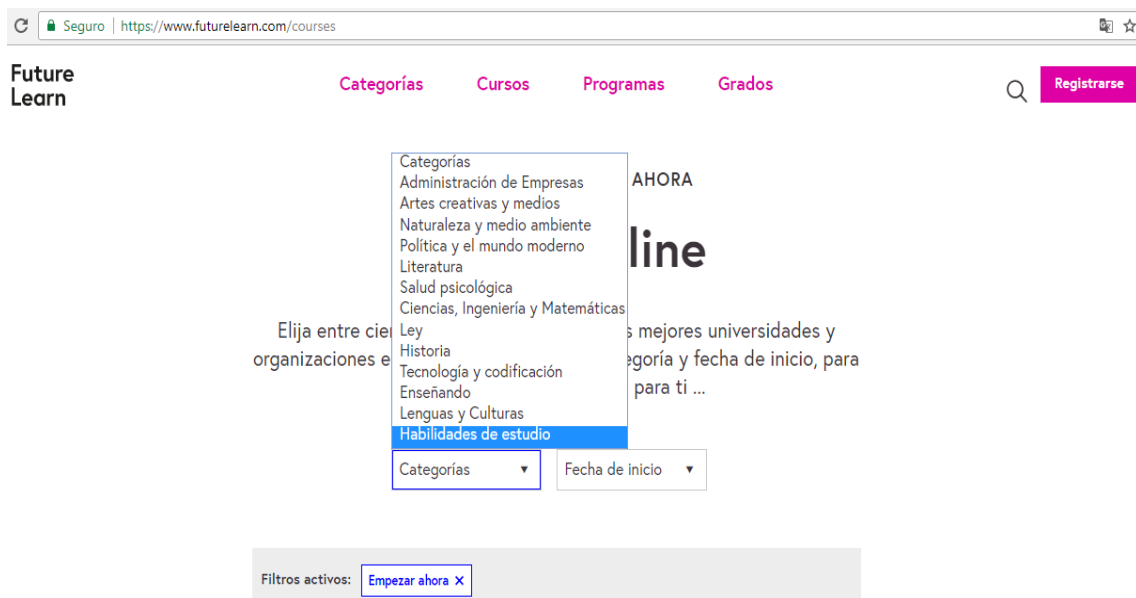


Figura 9: Plataforma MOOC Future Learn [24].

La **Figura 10** presenta la plataforma MOOC Udacity. Los cursos y programas Nanodegree se pueden elegir de acuerdo a la categoría, tipo, nivel de habilidad, colaboradores y tecnología [25].

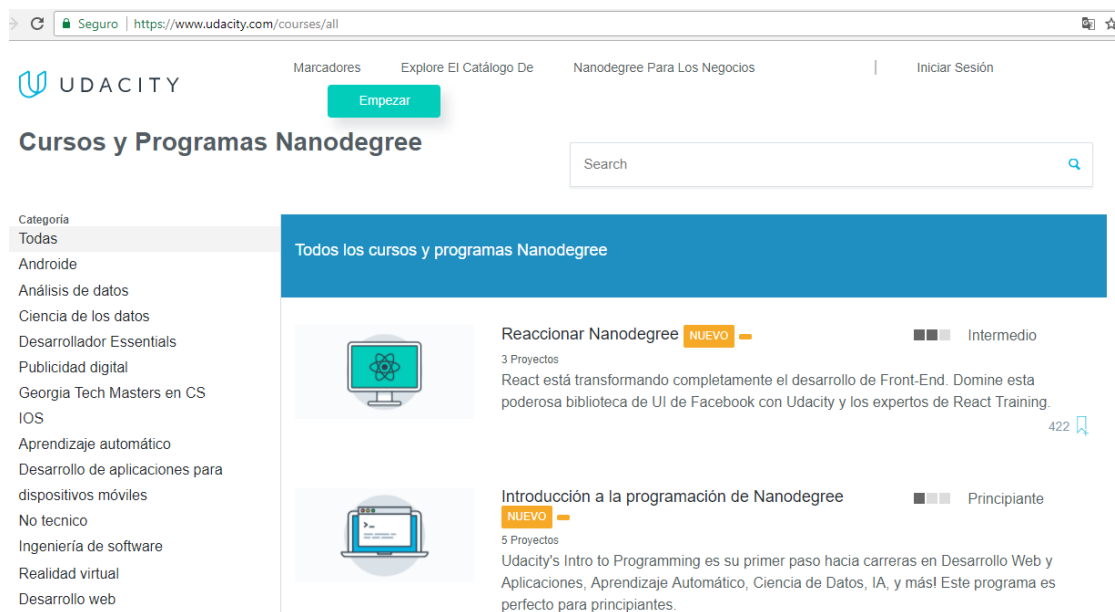


Figura 10: Plataforma MOOC UDACITY [25].

La **Figura 11** presenta la plataforma MOOC MiríadaX (iberoamérica). Los cursos se pueden elegir de acuerdo a la categoría y universidad [26].

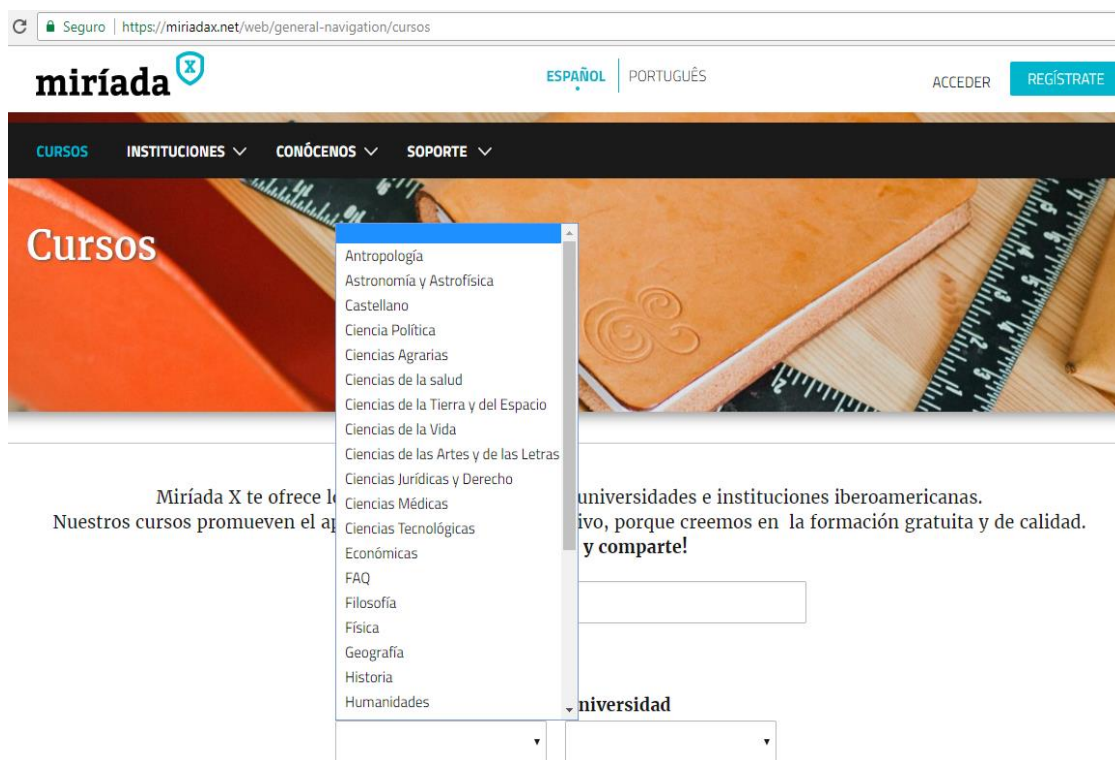


Figura 11: Plataforma MOOC MiriadaX [26].

La **Figura 12** presenta la plataforma MOOC FUN. Los cursos se pueden elegir de acuerdo a temas [27].



Figura 12: Plataforma MOOC FUN [27].

La **Figura 13** presenta la plataforma MOOC MéxicoX. Los cursos se pueden elegir de acuerdo a temas y universidad [28].

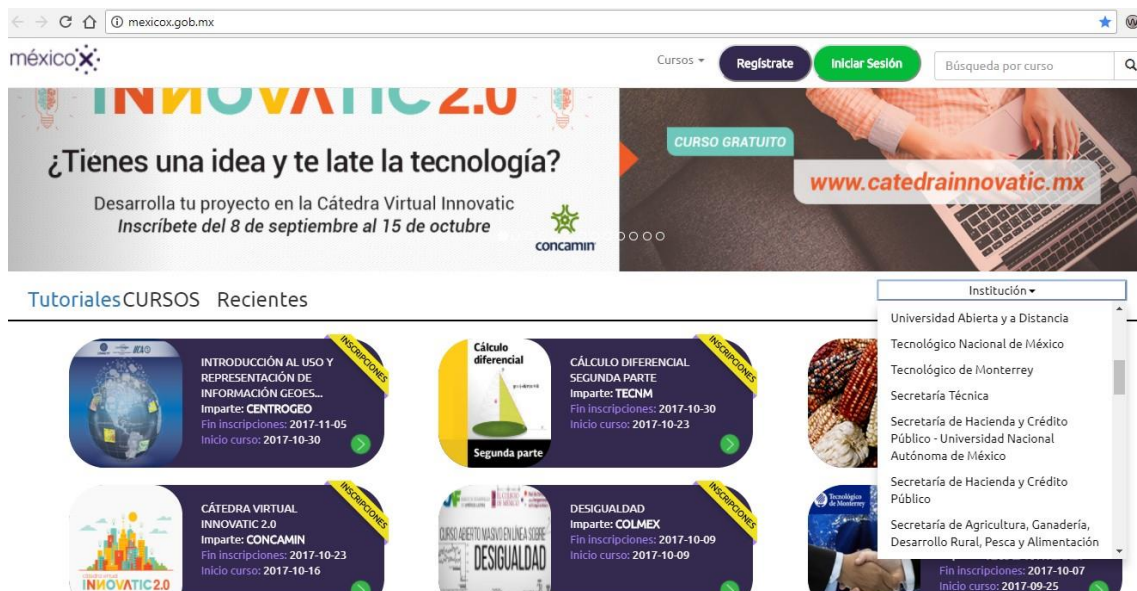


Figura 13: Plataforma MOOC MéxicoX [28].

### **3.1.6 Accesibilidad.**

Accesibilidad puede ser definida como la condición en el que todas las personas pueden usar un software o cualquier producto o servicios indistintamente de sus aptitudes técnicas, cognitivas y físicas [7].

La Organización Internacional de Normalización (ISO) define la accesibilidad como “La usabilidad de un producto, servicio, entorno o facilidad por personas con la más amplia gama de capacidades” [29].

La Oficina de Derechos Civiles (OCR) del Departamento de Educación de los Estados Unidos explica: “Accesible significa que una persona con discapacidad tiene la oportunidad de adquirir la misma información, participar en las mismas interacciones y disfrutar de los mismos servicios que una persona sin una Discapacidad de una manera igualmente eficaz e igualmente integrada, con una facilidad de uso sustancialmente equivalente. La persona con discapacidad debe ser capaz de obtener la información de manera completa, igual e independiente como una persona sin discapacidad” [29].

Tim Berners-Lee, líder del World Wide Web Consortium (W3C), declaró: “La accesibilidad es el arte de asegurar que, hasta el mayor grado posible, las instalaciones (como, por ejemplo, el acceso a la web) estén disponibles para las personas independientemente de que tengan alguna clase de discapacidad o no” [29].

### **3.1.7 Accesibilidad web.**

La accesibilidad web se relaciona con un diseño web que permite el acceso para todos los usuarios sin distinción de capacidades. La accesibilidad web aparece como respuesta a la necesidad de hacer uso de la web por parte de las personas que tienen algún tipo de discapacidad como: visuales, auditivos, físicos, cognitivos, neurológicos y del habla. La accesibilidad web engloba aspectos como la inclusión de las personas, lo cual hace que sean capaces de distinguir, comprender, navegar y realizar una interacción con la web como cualquier usuario. En la actualidad, millones de personas que tienen discapacidad no pueden hacer uso de la web porque la mayor parte de los sitios y aplicaciones web presentan barreras de accesibilidad. De tal manera que si existieran sitios y aplicaciones web accesibles, las personas con discapacidad podrían hacer uso de las mismas y así poder prepararse lo cual haría que mejore su calidad de vida y contribuyan más con la sociedad [1].

Además, la accesibilidad web también ayuda a las personas sin discapacidad gracias a que puede acomodarse a distintas situaciones, preferencias y necesidades. Por ejemplo, que la accesibilidad web ayudará a una persona sin discapacidad pero que tenga un brazo fracturado o a adultos mayores. El que una aplicación web sea accesible dependerá del tipo de contenido, tamaño, complejidad del sitio y herramientas con las que haya sido desarrollado el mismo. Asimismo, muchas características de accesibilidad que son planteadas al iniciar el desarrollo ayudará a que el sitio o aplicación web sea accesible. Si se desea saber si un sitio o aplicación web es accesible, la evaluación se debe realizar con personas con discapacidad y apoyarse con herramientas automáticas de evaluación [1].

La accesibilidad web es muy importante debido a que posibilita el acceso en la web a la educación, el comercio, opciones de empleo y entretenimiento entre otros. Así las personas con discapacidad obtienen igualdad de oportunidades frente a las demás personas [1].

La **Figura 14** muestra un esquema de web accesibles con las principales componentes.

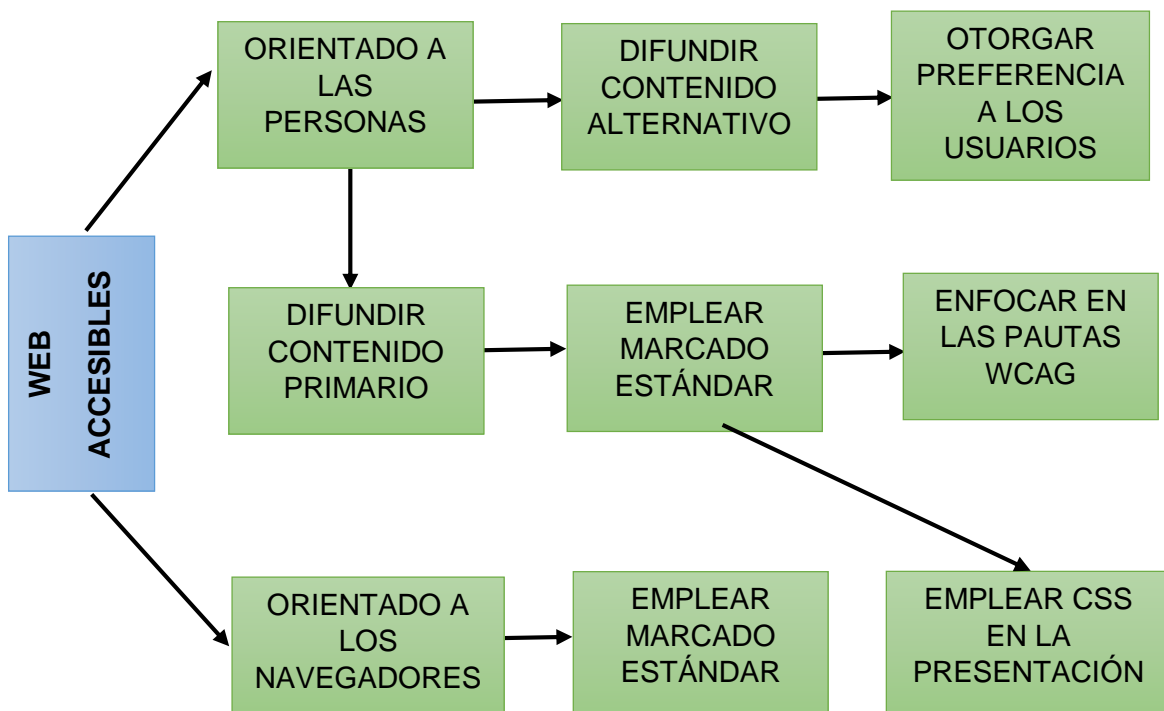


Figura 14: Esquema de Web Accesibles.

Elaborado por: Francisco Tisalema

### 3.1.8 Problemas de accesibilidad de las plataformas MOOC.

La educación al igual que muchas instituciones en la sociedad enfrenta desafíos relevantes para completar su misión, nuevas formas de educación inclusiva deben ser probados con usuarios reales, los nuevos enfoques curriculares deben ser validados. Las instituciones educativas deberán reestructurar los contenidos en conjunto con un cambio institucional y con el uso creciente de socios externos con enfoques que incluyan soluciones tecnológicas accesibles, además se debe mantener relaciones con instituciones educativas no tradicionales en las cuales exista colaboración y apoyo mutuo para tener alto beneficio y una sostenibilidad de esta nueva forma de educación [5].

En este contexto, una forma innovadora de aprendizaje son las plataformas y cursos MOOC. Actualmente, no se sabe si estas plataformas están siendo equitativos para todos los usuarios, ya que existen barreras de acceso entre las cuales están aquellos que afectan a usuarios con diferentes tipos de discapacidades. Actualmente no está clara la mejor manera de implementar un MOOC efectivo, pero la evidencia actual apunta a un delicado equilibrio de una variedad de factores incluyendo la accesibilidad [5].

Además, es penoso saber que las personas de la tercera edad se enfrentan a varios retos, ya que para ellos no es tan fácil el utilizar la web debido a la disminución de las capacidades relacionadas con el envejecimiento, deterioro de la visión, pérdida de la audición, reducción de habilidades motoras y problemas cognitivos. Además los MOOCs representan un desafío, porque los materiales en su mayoría son videos que tienen gran cantidad de contenido que no es fácil de asimilar para un adulto mayor y puede implicar un menor aprendizaje al deseado [8].

Las plataformas MOOC tienen como objetivo principal ofrecer contenidos educativos de alta calidad. Sin embargo, para ser de calidad dichos contenidos y las plataformas en sí deben ser accesibles para usuarios con discapacidades y adultos mayores. Se han realizado estudios que demuestran que las plataformas MOOC existentes tienen falencias en cuanto a nivel de accesibilidad, como se resume en la **Tabla 2** que se muestra a continuación [6].

Tabla 2: Criterio comparativo de accesibilidad en las principales plataformas MOOC [6].

<b>Grado de accesibilidad</b>	<b>Plataforma edX</b>	<b>Plataforma Coursera</b>	<b>Plataforma MiriadaX</b>	<b>Plataforma Udacity</b>
<b>Navegabilidad sin errores.</b>	Errores en navegabilidad dentro de los cursos.	Errores en navegabilidad dentro de los cursos.	Errores en navegabilidad dentro de los cursos.	Errores en navegabilidad dentro de los cursos.
<b>Alta resolución de las imágenes.</b>	Aplica	Muestra imágenes pero algunas no tienen alta resolución.	Muestra imágenes pero algunas no tienen alta resolución.	Aplica.
<b>Gráficos y tablas con información.</b>	No es claro.	No es claro.	No es claro.	No es claro.
<b>Interpretación lenguaje de signos.</b>	No tiene.	No tiene.	No tiene.	No tiene.
<b>Sonido adaptado al texto</b>	Algunos cursos lo incluyen pero no está estandarizado	No tiene.	No tiene.	No tiene.
<b>Video accesible con subtítulo y lenguaje de señas</b>	No tiene.	No tiene.	No tiene.	No tiene.
<b>Incluye subtítulo en los audios</b>	No tiene.	No tiene.	No tiene.	No tiene.
<b>Maneja Contexto e-learning adaptado</b>	Aplica en un 50%.	En texto e imagen aplica un 80% desarrollado.	En un 35%.	En un 30%. En su mayoría se ha trabajado texto adaptado y dinámico.
<b>Tiene en cuenta simuladores para discapacidad visual y auditiva</b>	Se han hecho avances pero no se tiene integrado	No se tiene integrado	Ha empezado a integrar este simulador pero no se ha desarrollado en su totalidad	No se tiene integrado

### **3.1.9 Discapacidades visuales.**

Una discapacidad visual es cualquier restricción o carencia de un grado de visión normal, lo cual impide realizar una actividad en la misma forma que se considera normal para otras personas. Esta discapacidad puede ser un rasgo hereditario o resultado de alguna enfermedad [30].

La discapacidad visual es la restricción funcional de un ojo, de los dos ojos o del sistema de visión, de tal forma que la vista de una persona que tiene discapacidad visual no puede corregirse a un nivel normal, lo cual implica los siguientes casos [2]:

- Pérdida de la agudeza visual e incapacidad de la persona para ver objetos tan claramente como una persona promedio.
- Pérdida de campo visual que significa incapacidad de un individuo para ver un área tan ancha como la persona promedio sin mover los ojos o girar la cabeza.
- Fotofobia. Incapacidad de mirar la luz.
- Diplopía. Visión doble.
- Distorsión visual.
- Dificultades perceptuales visuales o dificultades de percepción.
- Cualquier combinación de las características anteriores.

Dentro de las discapacidades visuales tenemos tres tipos principales:

- Ceguera
- Baja visión
- Daltonismo

#### **Ceguera.**

La ceguera es la pérdida total de la visión. La persona que tiene ceguera tiene una agudeza visual menor a 0.05 (5%) y/o un campo visual menor o igual a 10 grados. Esto significa que muchas personas ciegas realmente ven pero con unas limitaciones muy grandes que son muy variables en función de cada caso. Es decir, las personas con ceguera pueden divisar formas y sombras pero sin los detalles normales de las mismas [31] [32].

La organización Mundial de la Salud OMS cataloga ocho enfermedades como las causantes de ceguera [30]:



- **Cataratas.** La catarata ocurre cuando el cristalino o lente natural del ojo se nubla lo cual afecta a la visión. Se presenta como visión borrosa o nublada, sensibilidad a la luz, entre otros síntomas [33].
- **Glaucoma.** El glaucoma daña el nervio óptico del ojo, suele suceder cuando hay acumulación de líquido en la parte delantera del ojo. Se presenta como dolor intenso en el ojo, dolor de cabeza, entre otros síntomas [34].
- **Uveítis.** La uveítis es la hinchazón de la úvea, integrado por el iris, el cuerpo ciliar y la coroides (parte blanca del ojo). Se presenta como enrojecimiento y dolor de los ojos, o con visión borrosa indolora, entre otros síntomas [35].
- **Degeneración macular.** La degeneración macular puede relacionarse a la edad y es el daño de la mácula, se presenta mediante síntomas como visión borrosa, zonas oscuras o deformación en la visión central, y tal vez como pérdida permanente de la visión central [36].
- **Opacidad corneal.** La opacidad corneal es cuando la córnea pierde la transparencia por una infección, lesión, inflamación del ojo. Los síntomas son reducción de la visión, sensibilidad a la luz, distorsión de las imágenes, entre otros [37].
- **Tracoma.** El tracoma es una infección que afecta a los dos ojos. El tracoma es ocasionado por la bacteria *Chlamydia trachomatis*. Se presenta como comezón, irritación de los ojos, párpados, secreciones de los ojos, dolor y visión borrosa [38].
- **Retinopatía diabética.** Es una enfermedad ocular diabética. Ocurre cuando hay alteración en los vasos sanguíneos (hinchazón, obstrucción) en la retina. Sucede al tener niveles de azúcar en la sangre muy altos en un largo tiempo, los capilares (pequeños vasos sanguíneos) pueden deteriorarse. Se presenta como manchas, puntos flotando, áreas oscuras en la visión, entre otros [39].
- **Retinitis pigmentaria.** La retinitis pigmentaria afectan la capacidad de la retina para responder a la luz. Esta afección inicia con visión nocturna disminuida, pérdida de la visión periférica. Al final produce ceguera. Esta afección no tiene cura [40].

### **Baja visión.**

La baja visión sucede cuando se ha perdido una cierta cantidad de visión. La baja visión hace que resulte difícil o imposible realizar muchas de las actividades normales. A veces la baja visión puede mejorarse con medicamentos, cirugía,

anteojos u otras opciones. Si la baja visión no se puede mejorar, existen formas de adaptarse. Se puede aprender nuevas formas de aprovechar al máximo la visión que tiene. Se considera paciente de baja visión a todo aquel cuya agudeza visual esté comprendida en los siguientes rangos: agudeza visual menor que 0.3 (30%) e igual o mejor que 0.05 (5%), o una carencia del campo visual inferior a 20 grados en el mejor ojo [41] [32].

Algunas posibles causas de la baja visión son: glaucoma, degeneración macular, retinopatía diabética y retinitis pigmentaria.

### **Daltonismo.**

El daltonismo también llamado deficiencia o ceguera de color, ocurre cuando los colores no pueden ser vistos de manera normal. El daltonismo ocurre cuando la persona no puede distinguir entre ciertos colores, por lo general entre verdes y rojos, y ocasionalmente azules. Existen dos tipos de células que detectan la luz: bastones y conos. Los bastones sólo detectan la luz y la oscuridad. Los conos detectan el color y se concentran cerca del centro de la visión. El ser humano posee tres tipos de conos que distinguen los colores: rojo, verde y azul. El cerebro utiliza la información proveniente de éstas tres células cónicas de color para determinar nuestra percepción del color. El daltonismo puede ocurrir cuando una o más de las células cónicas de color están ausentes, no funcionan correctamente, o detectan un color diferente al real [42].

Existen varios tipos de daltonismo.

- **Dicromatismo.** Las personas que lo padecen poseen dos tipos de conos. Esto causa problemas para diferenciar entre el rojo y el verde o entre el azul y el amarillo.
- **Tricromatismo anómalo.** Este caso sucede cuando el individuo posee tres tipos de conos, pero funcionan de forma anormal.
- **Acromatopsia.** Este caso es el más grave de los tipos de daltonismo porque el individuo no puede diferenciar colores y solo distingue escala de grises [43].

## **Primera Iteración**

### **3.2 Identificación de requisitos de accesibilidad.**

Esta sección presenta varias listas de requisitos del usuario, como son: requisitos de accesibilidad para usuarios con ceguera, requisitos de accesibilidad para usuarios con baja visión, requisitos de accesibilidad para usuarios con daltonismo, requisitos basados en las pautas WCAG, requisitos basados en IMS Access for All (AfA) 3.0 Personal Needs and Preferences (PNP). Todos estos requisitos serán útiles para el diseño del servicio de perfilado de usuarios con discapacidades visuales.

#### **3.2.1 Requisitos para usuarios con ceguera.**

A continuación se enumeran los requisitos de accesibilidad para los usuarios con ceguera identificados en este trabajo. Estos requisitos ayudarán a dichos usuarios a tener una experiencia amigable al momento de interactuar con la plataforma y contenido MOOC. Hay que tomar en cuenta que los usuarios ciegos emplean un software de texto a voz y hardware de texto a Braille [44].

1. Las imágenes, áreas sensibles de mapas de imágenes y otros elementos no textuales deben tener texto explicativo alternativo.

Cada imagen o elemento no textual debe estar acompañado de una corta explicación. La descripción explicativa tiene que asegurar que la totalidad de la información pueda entenderse sin observar las imágenes [44] [45].

2. Las tablas deben ser comprensibles cuando se leen secuencialmente.

La lectura de las tablas no es comprensible cuando se la realiza de forma secuencial debido a la cantidad de palabras que contienen y porque muchas veces estas tablas están anidadas [44] [46].

3. Toda la funcionalidad debe ser operable por el teclado.

Es importante el uso del teclado como dispositivo de entrada, y así evitar el uso del ratón. Por medio del teclado es factible el uso del tabulador para recorrer de forma secuencial los enlaces, también el teclado es apto para la seleccionar algún menú, de tal forma que se puede ingresar en los campos de algún formulario. Algo importante es

que se puede aprovechar los atajos que tiene el teclado para ir a un punto específico del contenido web [44] [47].

4. Las imágenes, videos, sonidos deben tener narrativas textuales y tiempo ajustable para escuchar.

Los lectores de pantalla no pueden explicar si en la pantalla existen videos o imágenes. Para que los usuarios ciegos distingan que elemento está en la pantalla deben utilizar un navegador de voz el mismo que tiene un sintetizador de voz que les proporciona información de que elementos existen en la página. Con esto los elementos multimedia, ya sea video o audio, tendrán el tiempo adecuado para reproducir el contenido que posean [44] [47] [48].

5. Los formatos de archivos deben ser accesibles. Por ejemplo el formato pdf.

Los formatos de archivos como pdf, doc, ppt, entre otros, deben cumplir con las normas de accesibilidad para evitar problemas al utilizar el lector de pantalla [44] [47].

### **Requisitos adicionales.**

- Los formularios deben tener etiquetas para los campos.

En los formularios es de vital importancia señalar claramente las instrucciones con un componente llamado "etiqueta", el cual se debe ligar con cada uno de los campos que contenga el formulario. Es así como la valoración del atributo en el elemento "etiqueta" debe ser igual a la valoración del atributo "id" en los componentes "entrada", "seleccionar" o "área de texto" [44] [45].

- Los enlaces deben tener títulos significativos.

Las páginas web deben tener un título único y significativo. Así la página principal tendrá el mismo título que tiene todo el sitio, para lo demás es aconsejable seleccionar un título que detalle el propósito o contenido de cada página. El poner títulos significativos ayuda a los usuarios de navegadores sólo texto o con dispositivos de lectura Braille, ya que perciben las páginas visitadas empleando el título [44] [49].

- Las tablas no deber ser anidadas.

Es aconsejable no utilizar tablas anidadas, porque esto hace que la lectura de la página sea más difícil y confusa lo cual no ayudará al propósito de accesibilidad. Solamente se debe utilizar tablas cuando se requiere ordenar información [44] [46].

- Las animaciones y otros contenidos en movimiento no se deben utilizar.

Para los usuarios ciegos es ilógico utilizar animaciones u otros contenidos en movimiento porque ellos no pueden percibir contenidos. Sería aconsejable utilizar otro tipo de contenidos para que la navegabilidad sea aprovechada de la mejor manera [44] [47].

- Todas las páginas web deben utilizar una estructura coherente.

Es aconsejable que al momento de crear una página web se lo realicen mediante una estructura lógica, esto ayudará a la navegabilidad y por lo tanto evitará que el usuario se pierda en la página lo cual beneficiará a la persona porque podrá asimilar mayor cantidad de información [44] [48].

### **3.2.2 Requisitos para usuarios con baja visión.**

A continuación se enumeran requisitos de accesibilidad para usuarios con baja visión. Estos requisitos ayudarán a los usuarios con baja visión a tener una experiencia amigable. Los usuarios con baja visión emplean lupas para cambiar de tamaño lo que se desee observar [44].

#### **1. Imágenes y textos deben ser redimensionables**

El hecho de que las imágenes y el texto de una página web sea redimensionables, hace posible que el usuario pueda aumentar o disminuir las mismas según su necesidad. El redimensionar hace factible que la navegación sea más cómoda para el usuario sin afectar a la página web [44] [47].

#### **2. Los colores de primer plano y de fondo deben tener alto contraste con contenidos que tengan destellos mínimos.**

Se debe utilizar una combinación precisa de colores para evitar dificultades cuando el usuario desee leer contenido web. En este caso, todo el contenido debe ser amigable con la visión y no tener flashes o destellos que molestan al usuario durante la navegación [44] [47].

#### **3. El texto del contenido web no debe añadirse mediante imágenes.**

Al momento de ingresar información al contenido web se debe usar texto en lugar de usar imágenes. El uso de texto añadido mediante imágenes ocasionará problemas cuando se desee leer y el tamaño haya sido aumentado [47].

### **3.2.3 Requisitos para usuarios con daltonismo.**

A continuación se enumeran requisitos de accesibilidad para usuarios con daltonismo. Estos requisitos ayudarán a los usuarios a tener una experiencia amigable. Dentro de estos requisitos es de vital importancia la combinación adecuada de colores para evitar que los mismos puedan perjudicar la comprensión a los usuarios daltónicos [47].

1. Uso de elementos de formato adicional como son cursiva, negrita o subrayado para resaltar texto para evitar el uso del color.

En la mayoría de los contenidos web se usa colores para resaltar el texto. Esto resulta un problema para los usuarios con daltonismo porque este tipo de usuarios no ven los colores de manera normal. El usar elementos de formato adicional facilitará al usuario daltónico a visualizar lo que está leyendo [47].

2. Los colores de primer plano y de fondo deben tener alto contraste con contenidos que tengan destellos mínimos.

Se debe utilizar una combinación precisa de colores para evitar dificultades cuando el usuario desee leer contenido web. En este caso, todo el contenido debe ser amigable con la visión y no tener flashes o destellos que molestan al usuario durante la navegación [44] [47].

#### **Requisito adicional.**

- Los navegadores deben soportar el uso de diferentes hojas de estilo. Los usuarios con daltonismo se benefician del uso de hojas de estilos propias en las cuales se definen los colores de las fuentes y el fondo de las páginas web [47].

### **3.2.4 Requisitos basados en las pautas WCAG.**

Las Pautas de Accesibilidad para Contenido Web WCAG especifican cómo elaborar contenido web accesible a personas con discapacidades. La WCAG 2.0 contiene principios, pautas y criterios de cumplimiento (éxito). Para cada pauta hay tres niveles

de conformidad: A, AA, AAA. Las pautas WCAG 2.0 se desarrollaron en cooperación de varias organizaciones a nivel mundial con el objetivo de proporcionar un estándar común y que se adapte a las necesidades de los usuarios con distintas discapacidades. Seguir estas pautas hará que el contenido sea accesible a un rango más amplio de personas con discapacidades, incluyendo ceguera, baja visión, daltonismo, pérdida de audición, dificultades de aprendizaje, limitaciones cognitivas, movimiento limitado, discapacidad del habla, foto sensibilidad y combinaciones de éstas. Asimismo el seguir estas pautas ayudará que el contenido web sea mejor utilizado por los usuarios en general, es decir, los usuarios que no tengan discapacidades [50].

En la **Figura 15** se muestra los principios y pautas WCAG 2.0. La WCAG 2.0 contiene 4 principios, 12 pautas y 61 criterios de cumplimiento (éxito).



Figura 15: Principios y Pautas WCAG 2.0 [51].

A continuación se realiza un resumen con los principios de accesibilidad para personas con discapacidad visual de acuerdo a la WCAG 2.0 [50].

## **Principio 1. Perceptible** [50].

La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentables a los usuarios de manera que puedan distinguirse.

### ➤ Pauta 1.1 Alternativas de texto

La pauta suministra alternativas de texto para cualquier contenido no textual de modo que pueda ser transformado en otras formas que las personas necesiten, tales como letra grande, braille, voz, símbolos o un lenguaje más sencillo.

Criterio 1.1.1 Contenido no textual (Nivel A).

### ➤ Pauta 1.2 Medios basados en el tiempo

Esta pauta provee alternativas para los medios basados en el tiempo.

Criterio 1.2.1 Sólo audio y sólo video (Nivel A).

Criterio 1.2.3 Descripción de audio o alternativa de medios (pregrabado) (Nivel A).

Criterio 1.2.5 Descripción de audio (pregrabado) (Nivel AA).

Criterio 1.2.7 Descripción de audio extendido (pregrabado) (Nivel AAA).

Criterio 1.2.8 Alternativa de medios (pregrabada) (Nivel AAA).

Criterio 1.2.9 Sólo audio (en vivo) (Nivel AAA).

### ➤ Pauta 1.3 Adaptable

La adaptabilidad se basa en crear contenido que se puede presentar de diferentes maneras (por ejemplo, un diseño más simple) sin perder información o estructura.

Criterio 1.3.1 Información y relaciones (Nivel A).

Criterio 1.3.2 Secuencia significativa (Nivel A).

Criterio 1.3.3 Características sensoriales (Nivel A).

### ➤ Pauta 1.4 Distinguible

Esta pauta facilita a los usuarios ver y oír el contenido, incluyendo la separación entre los primeros planos y el fondo.



- Criterio 1.4.1 Uso del color (Nivel A).
- Criterio 1.4.2 Control de audio (Nivel A).
- Criterio 1.4.3 Contraste (mínimo) (Nivel AA).
- Criterio 1.4.4 Cambiar el tamaño del texto (Nivel AA).
- Criterio 1.4.5 Imágenes de texto (Nivel AA).
- Criterio 1.4.6 Contraste (mejorado) (Nivel AAA).
- Criterio 1.4.7 Bajo o sin audio de fondo (Nivel AAA).
- Criterio 1.4.8 Presentación visual (Nivel AAA).
- Criterio 1.4.9 Imágenes de texto (sin excepción) (Nivel AAA).
- Criterio 1.4.10 Contenido de zoom (nuevo) (Nivel A).
- Criterio 1.4.11 Contraste de gráficos (nuevo) (Nivel AA).

## **Principio 2. Operable** [50].

Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables.

### ➤ Pauta 2.1 Teclado accesible

Todas las funcionalidades disponibles en un teclado.

- Criterio 2.1.1 Teclado (Nivel A).
- Criterio 2.1.2 Sin teclado trampa (Nivel A).
- Criterio 2.1.3 Teclado (sin excepción) (Nivel AAA).

### ➤ Pauta 2.2 Tiempo Suficiente

Proporciona a los usuarios el tiempo suficiente para leer y usar el contenido.

- Criterio 2.2.1 El tiempo ajustable (Nivel A).
- Criterio 2.2.2 Pausa, parada, ocultar (Nivel A).
- Criterio 2.2.3 Tiempo (Nivel AAA).
- Criterio 2.2.4 Interrupciones (Nivel AAA).
- Criterio 2.2.5 Re autenticación (Nivel AAA).

➤ Pauta 2.3 Incautación

No diseñar contenido de una manera que es conocida por causar incautación.

Criterio 2.3.1 Tres destellos o por debajo del umbral (Nivel A).

Criterio 2.3.2 Tres destellos (Nivel AAA).

➤ Pauta 2.4 Navegable

Provee formas de ayudar a los usuarios a navegar, encontrar contenido y determinar dónde están.

Criterio 2.4.1 Saltos de bloques (Nivel A).

Criterio 2.4.2 Página titulada (Nivel A).

Criterio 2.4.3 Orden de enfoque (Nivel A).

Criterio 2.4.4 Propósito de enlace (en Contexto) (Nivel A).

Criterio 2.4.5 Múltiples maneras (Nivel AA).

Criterio 2.4.6 Los títulos y etiquetas (Nivel AA).

Criterio 2.4.7 Enfoque visible (Nivel AA).

Criterio 2.4.8 Ubicación (nivel AAA).

Criterio 2.4.9 Propósito de enlace (enlace único) (Nivel AAA).

Criterio 2.4.10 Sección de encabezamientos (nivel AAA).

**Principio 3. Comprensible** [50].

La información y el funcionamiento de la interfaz de usuario deben ser comprensibles.

➤ Pauta 3.1 Legible

Esta pauta hace el contenido de texto legible y comprensible.

Criterio 3.1.1 Idioma de la página (Nivel A).

Criterio 3.1.2 Lenguaje de partes (Nivel AA).

Criterio 3.1.3 Palabras inusuales (Nivel AAA).

Criterio 3.1.4 Abreviaturas (Nivel AAA).

Criterio 3.1.5 Nivel de lectura (Nivel AAA).

Criterio 3.1.6 Pronunciación (Nivel AAA).

➤ Pauta 3.2 Predecible

Hace que las páginas web aparezcan y funcionen de manera predecible.

Criterio 3.2.1 El enfoque (Nivel A).

Criterio 3.2.2 En la entrada (Nivel A).

Criterio 3.2.3 Navegación consistente (Nivel AA).

Criterio 3.2.4 Identificación coherente (Nivel AA).

Criterio 3.2.5 Cambio en la solicitud (Nivel AAA).

➤ Pauta 3.3 Asistencia de entrada

Ayudan a los usuarios a evitar y corregir los errores.

Criterio 3.3.1 Identificación de errores (Nivel A).

Criterio 3.3.2 Las etiquetas o instrucciones (Nivel A).

Criterio 3.3.3 Sugerencia de error (Nivel AA).

Criterio 3.3.4 Prevención de errores (legal, financiero, datos) (Nivel AA).

Criterio 3.3.5 Ayuda (Nivel AAA).

Criterio 3.3.6 Prevención de errores (todos) (Nivel AAA).

**Principio 4. Robustez** [50].

El contenido del sitio web debe ser lo suficientemente robusto como para que pueda ser interpretado por una amplia variedad de agentes de usuario, incluidas las tecnologías de asistencia.

➤ Pauta 4.1 Compatible

Llevar al máximo la compatibilidad con agentes de usuarios actuales y futuros, incluidas las tecnologías de asistencia.

Criterio 4.1.1 Análisis (Nivel A).

Criterio 4.1.2 Nombre, función, valor (Nivel A).

### **3.2.5 Requisitos basados en IMS AfA PNP.**

La IMS Access for All (AfA) 3.0 busca impulsar la experiencia de usuario de forma completa, esto se pretende lograr adaptando las características de los recursos educativos de acuerdo a las necesidades y preferencias que tengan los usuarios individuales [52] [53].

La IMS Access for All (AfA) 3.0 busca los siguientes objetivos:

- La simplicidad y la facilidad de comprensión.
- Fácil modificación lo cual facilitará los cambios de requisitos y las necesidades de las organizaciones que necesiten varias partes del modelo.
- Debe ser de fácil integración con otros metadatos y especificaciones.
- Facilidad para la integración con las normas para las propiedades de dispositivo.
- La norma debe relacionarse adecuadamente con los agentes de usuario, APIs de accesibilidad y estándares de accesibilidad orientada hacia la productividad.
- La adopción generalizada dentro de los marcos de trabajo y herramientas de accesibilidad aceptados fomentará un impacto muy grande [52].

La IMS Access for All (AfA) 3.0 se compone de dos modelos: el Digital Resource Description (DRD) y el Personal Needs and Preferences (PNP).

La IMS Access for All (AfA) 3.0 propone un modelo de metadatos que permite detallar las necesidades personales y preferencias del usuario que posea distinto modo sensorial de percepción o tenga discapacidad. Varias alternativas pueden ser mostradas al usuario al instante del detalle de las necesidades personales y preferencias entre las cuales podrían ser ambientales (ejemplo, "en la oscuridad"), también podrían estar en relación con la tecnología de las comunicaciones y servicios de información disponibles y específicos (ejemplo, "al momento que el dispositivo Braille esté disponible"), entre otros escenarios.

PNP es el modelo que realiza la descripción de las necesidades y preferencias de los usuarios que permitirá el mapeo con los recursos digitales disponibles [53].

Para registrar las necesidades personales y preferencias del usuario se debe presentar un formulario con varias alternativas (como las mencionadas anteriormente). Las necesidades personales y preferencias serán obtenidas de las respuestas a las preguntas por parte del usuario.

La información de las necesidades personales y preferencias se relaciona a un solo usuario. Pero el mismo usuario puede producir diferentes juegos de necesidades personales y preferencias el cual será usado de acuerdo al ambiente en el que el usuario esté (ejemplo: oscuridad o zona ruidosa). Las necesidades personales y preferencias de los usuarios tienen que poder modificarse de forma fácil editando el perfil de usuario en el cual se podrá realizar la ampliación, sustitución o eliminación de información [53].

En la **Figura 16** se muestra las Propiedades de Necesidades Personales y Preferencias (PNP).

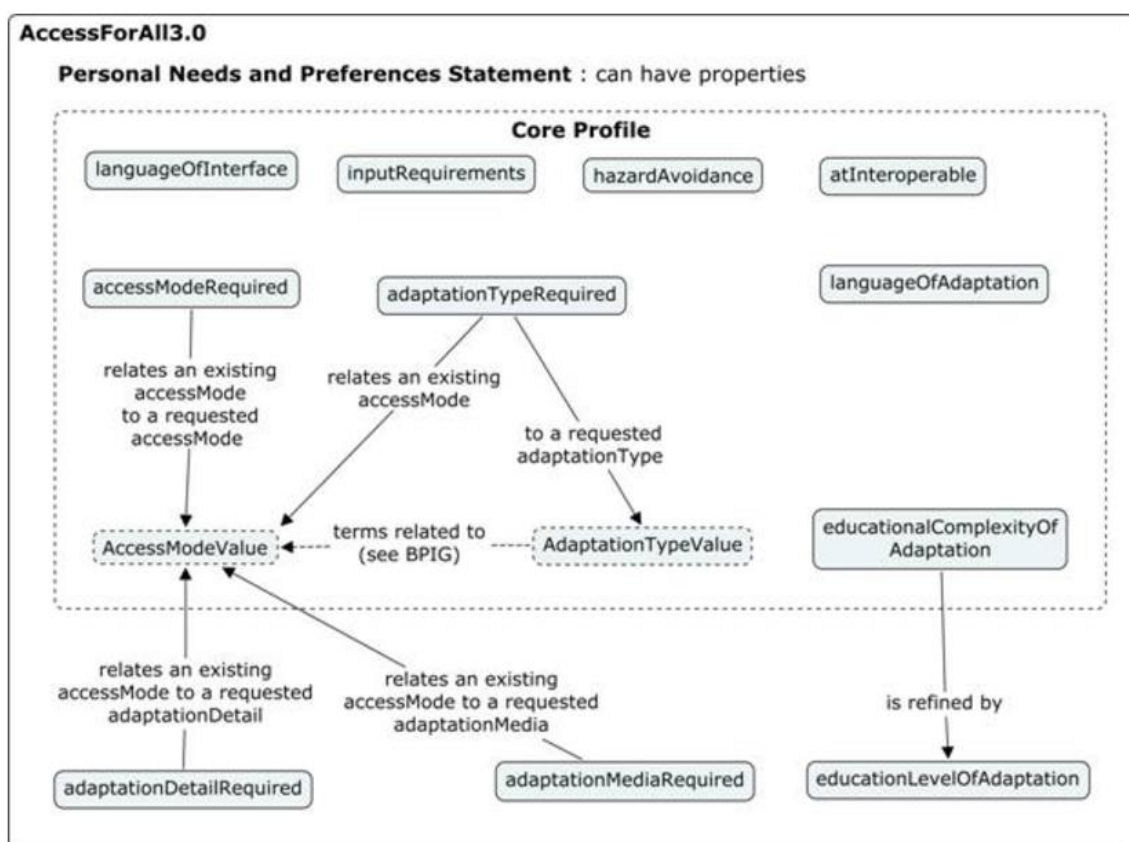


Figura 16: Propiedades de Necesidades Personales y Preferencias (PNP) [53].

En la **Tabla 3** se realiza un resumen de las propiedades (metadatos) de las necesidades personales y preferencias, en esta tabla cada propiedad está acompañado de una breve explicación de la misma [52].

Tabla 3: Propiedades de IMS AFA PNP [52].

<b>Propiedad</b>	<b>Explicación</b>
1. accessModeRequired	El modo de acceso que un usuario busca ya sea en una adaptación o en un recurso original como un reemplazo para un modo de acceso diferente.
2. adaptationTypeRequired	Naturaleza o género de la adaptación requerida como reemplazo para un modo de acceso específico.
3. atInteroperable	Preferencia por los recursos que son compatibles con las ayudas técnicas.
4. educationalComplexityOfAdaptation	Preferencia por un recurso que es simplificado o enriquecido con relación a otro recurso que presenta el mismo contenido intelectual.
5. hazardAvoidance	Un recurso que tiene tal característica no debe ser entregado a un usuario con esta preferencia.
6. inputRequirements	Sistema de entrada individual que es suficiente para controlar un recurso.
7. languageOfAdaptation	La preferencia por el lenguaje de la adaptación [RFC4646].
8. languageOfInterface	La preferencia por el idioma de la interfaz de usuario [RFC4646].
9. adaptationDetailRequired	Los detalles finos de uno o más tipos de adaptación requeridos.
10. adaptationMediaRequired	Requisito para un tipo particular de contenido audiovisual.
11. educationalLevelOfAdaptation	La preferencia por el nivel educativo de la adaptación.

## Segunda Iteración

### 3.3 Diseño del servicio de perfilado de usuarios.

En esta sección se utiliza el Lenguaje de Modelado Unificado UML para elaborar el diagrama UML de estado y diagrama UML de actividades del servicio de perfilado de usuarios. También se presenta el diseño de la interfaz gráfica de usuario, y el diseño del archivo XML incluyendo las etiquetas XML a usarse.

### 3.3.1 UML.

UML es un lenguaje estándar para crear diseños de software. El UML puede usarse para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema de software. Su utilidad se puede explicar mejor al hacer una analogía entre un arquitecto de una compañía constructora de edificios y un arquitecto de software de la siguiente manera: los arquitectos de una compañía constructora de edificios crean planos, de la misma manera los arquitectos de software crean diagramas UML los cuales ayudarán a los desarrolladores de software en la construcción del software [54].

En la **Figura 17** se muestra los diagramas que contiene el UML [55].

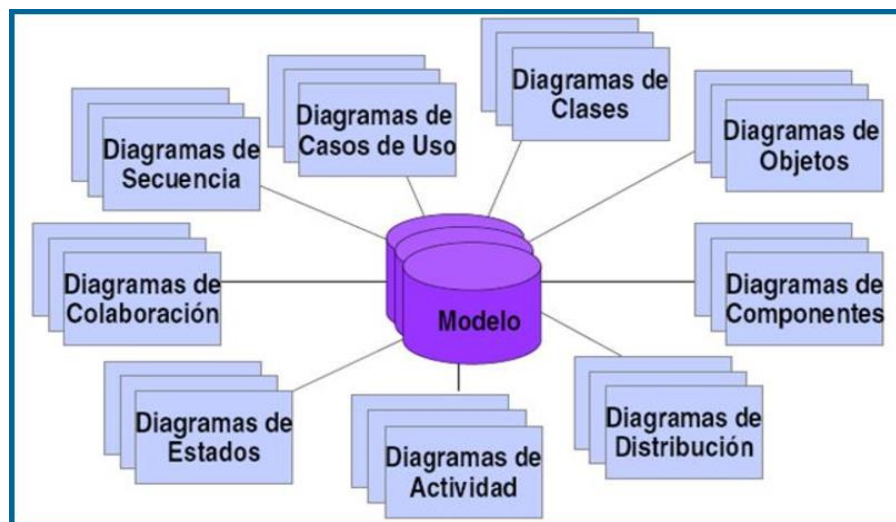


Figura 17: Diagramas UML [55].

En este proyecto, para el diseño del servicio web utilizaremos dos tipos de diagramas: el diagrama de estados y el diagrama de actividades. Estos diagramas aclararán el objetivo de la construcción del servicio.

### 3.3.2 Diagrama UML de estados.

El diagrama de estados es un tipo de diagrama UML que exhibe las clases de objetos en un sistema y las relaciones que contiene. Es así como el diagrama de estados del servicio web muestra los eventos que provocan que un estado se modifique a otro distinto y cuáles son las respuestas y acciones que dichas respuestas producen [56].

En la **Figura 18** se muestra el diagrama de estados del servicio de perfilado de preferencias de accesibilidad que se va a desarrollar, el mismo que iniciará al generar una nueva instancia de perfilado en la cual se ingresarán las preferencias del usuario. Luego de concluir con el ingreso de las preferencias se tendrá tres decisiones. La primera decisión será guardar las preferencias del usuario, lo cual generará un archivo XML, se dará la confirmación respectiva y finalmente se terminará el proceso. La segunda decisión será salir sin guardar, en este caso simplemente termina el proceso sin generar ni guardar nada. La tercera decisión es limpiar el formulario, en este caso simplemente se pondrán en blanco los campos que hubiesen sido llenados y regresa de nuevo al estado de ingresar las preferencias de accesibilidad.

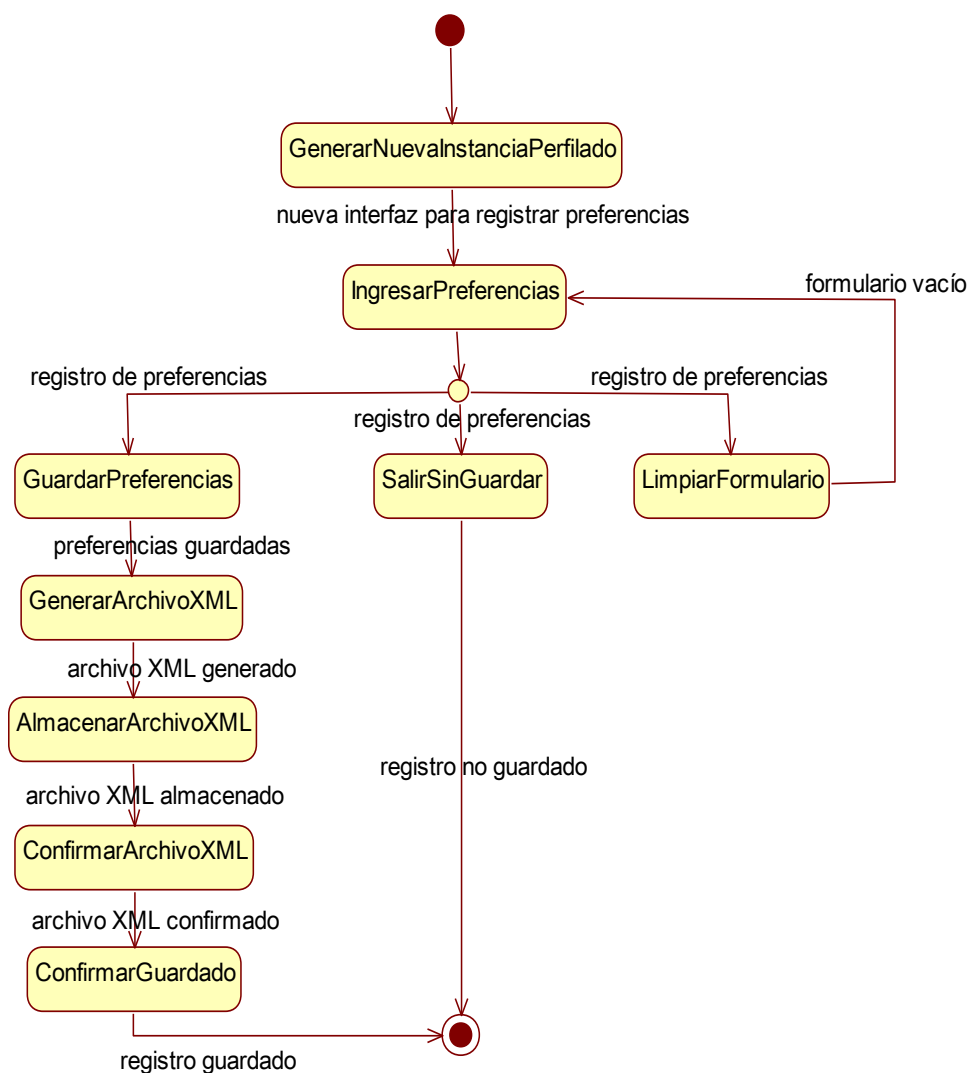


Figura 18: Diagrama de Estado del Servicio de Perfilado de Preferencias de Accesibilidad.

Elaborado por: Francisco Tisalema



### 3.3.3 Diagrama UML de actividades.

El diagrama de actividad UML muestra una conducta cambiante de un sistema o de una parte de un sistema. Esta conducta suele mostrarse por medio del flujo de control entre acciones que hace el sistema. Los componentes principales del diagrama de actividad son: la acción que se simboliza por un rectángulo con esquinas redondeadas, el flujo de control que se simboliza por una flecha y la decisión de flujo de control que se simboliza por un rombo [54].

En la **Figura 19** se muestra el diagrama de actividades del servicio de perfilado de preferencias de accesibilidad. El diagrama de actividades del servicio de perfilado exhibe los tres hilos de ejecución con sus respectivas actividades las mismas que se ejecutan en un orden definido y detalla como el servicio implementa la funcionalidad, todo esto con el objetivo de obtener las preferencias de los usuarios. Los tres hilos de ejecución son: Usuario, Servidor de Aplicaciones, y Servidor de Datos. Inicia cuando se genera una nueva instancia del perfilado donde se procederá al ingreso de las preferencias. Luego de esto podrá tomar tres decisiones las cuales son: guardado de preferencias, salir sin guardar y limpiar el formulario. La opción GuardarPreferencias generará, almacenará y confirmará el archivo XML. La opción LimpiarFormulario pondrá en blanco los campos del formulario que se hayan llenado y regresará a IngresarPreferencias y podrá realizar de nuevo el proceso. La opción SalirSinGuardar simplemente terminará el proceso sin generar ni almacenar nada de la información que se haya llenado.

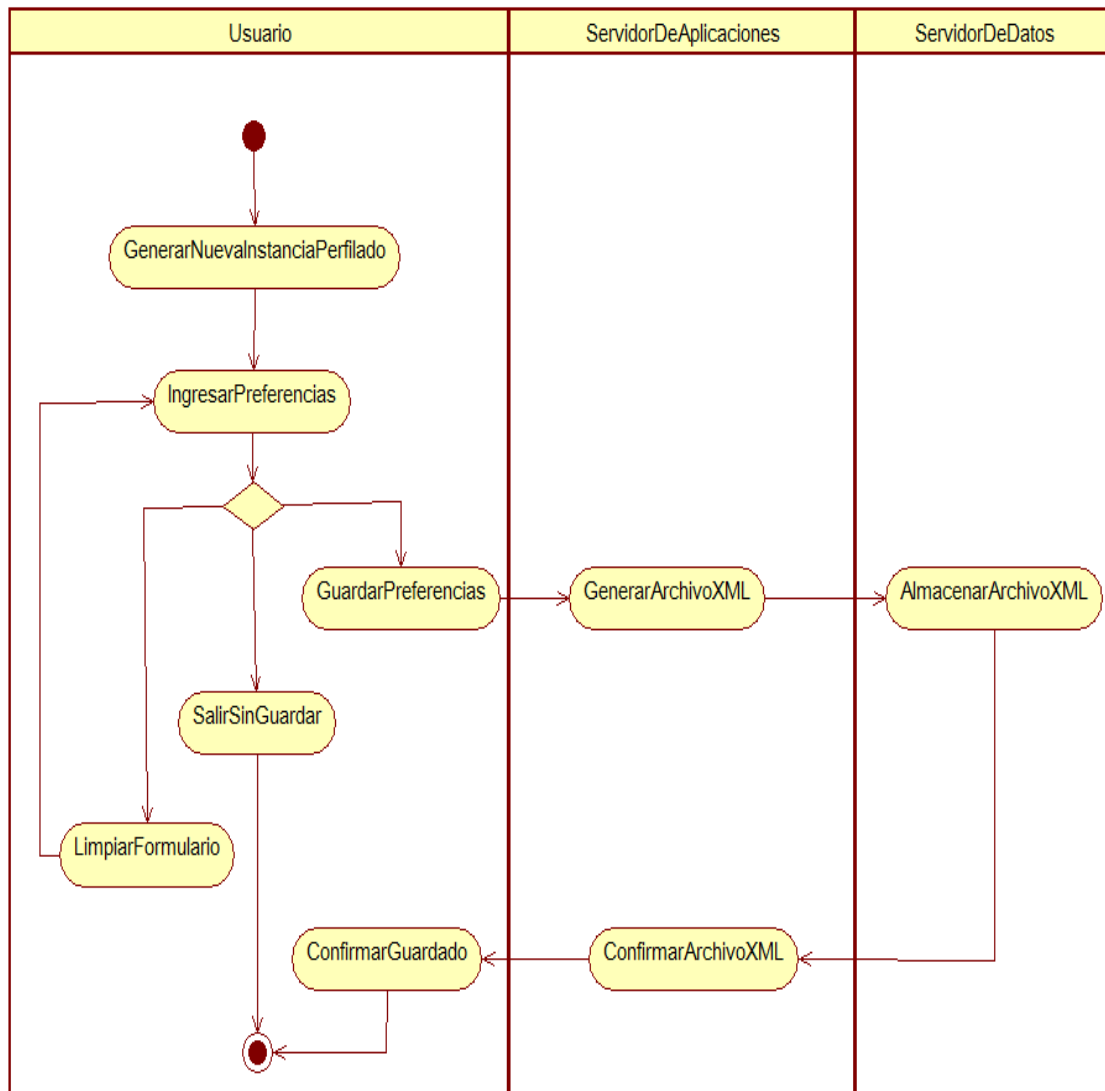


Figura 19: Diagrama de Actividades del Servicio de Perfilado de Preferencias de Accesibilidad.

Elaborado por: Francisco Tisalema

### 3.3.4 Diseño de la interfaz gráfica de usuario.

Diariamente interactuamos con interfaces gráficas de usuario, en dispositivos como el computador, celular, tableta, entre otros. El usuario es muy importante al momento de diseñar una interfaz gráfica, porque se debe tener en cuenta las capacidades físicas y mentales que tenga dicho usuario. La interfaz gráfica de usuario ayuda en la competitividad que tendrá el producto, es decir, influye en que el producto sea un éxito o fracase. El producto no será exitoso si no existe facilidad al momento de realizar una acción. La interfaz gráfica permite a los usuarios relacionarse con el hardware

mediante dos componentes: entrada y salida, los mismos que posibilitan que las necesidades de los usuarios sean cubiertos de la mejor manera [57].

En la **Figura 20** se muestra la primera versión de la interfaz gráfica del prototipo. Para la elaboración de este diseño de interfaz gráfica de usuario se utilizó la herramienta Evolus Pencil versión 2.0.5. En la interfaz gráfica se puede apreciar algunas preferencias y al frente de estas están varias opciones que podrá elegir el usuario. Dichas opciones ayudarán al usuario para el aprendizaje que necesite al adoptan la plataforma y contenidos MOOC acorde a sus preferencias de accesibilidad.

**PREFERENCIAS DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS CON DISCAPACIDADES VISUALES**

Nombre del Perfil:

Seleccione el modo de acceso deseado:

- Auditivo
- Textual
- Visual

Seleccione los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deseada:

- Teclado accesible
- Tiempo suficiente
- Incautación
- Navegable

Seleccione e modo de adaptación de acceso deseado:

- Alternativas de texto
- Medios basados en tiempo
- Adaptable
- Distinguible

Seleccione la información y el funcionamiento de la interfaz de usuario:

- Legible
- Predecible
- Asistencia de entrada

Figura 20: Diseño de Interfaz Gráfica Versión 1.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 21** se muestra la segunda versión de la interfaz gráfica que muestra un mejor diseño en cuanto a las preferencias con las respectivas opciones a elegir, además de contar con los tres botones que se incluirán en el prototipo a desarrollar.

**PREFERENCIAS DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS CON DISCAPACIDADES VISUALES**

Nombre del Perfil

Seleccionar el modo de acceso deseado

- Auditivo
- Textual
- Visual

Seleccionar el modo de adaptación de acceso deseado

- Alternativas de texto
- Medios basados en tiempo
- Adaptable
- Distinguible

Seleccionar los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deseada

- Teclado accesible
- Tiempo suficiente
- Incautación
- Navegable

Seleccionar la información y el funcionamiento de la interfaz de usuario deseado

- Legible
- Predecible
- Asistencia de entrada

Figura 21: Diseño de Interfaz Gráfica Versión 2.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 22** se muestra la última versión de la interfaz gráfica en la misma se aprecia de mejor manera los títulos y las opciones de las preferencias de accesibilidad. Además, al frente de las opciones está una descripción de la misma, la cual permitirá al usuario entender de mejor manera de qué se trata la opción antes de elegir.

**PREFERENCIAS DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS CON DISCAPACIDADES VISUALES**

Nombre del Perfil

**SELECCIONE LOS MODOS DE ACCESO CON LOS QUE USTED SE SIENTA CÓMODO.**

- Acceso auditivo.** El contenido de la interfaz podrá ser escuchada.
- Acceso textual.** El usuario podrá escribir en los campos de escritura palabras para poder interactuar con el contenido.
- Acceso visual.** El usuario podrá ver el contenido al momento de la navegación.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE ADAPTACIÓN QUE DESEE EN LOS MODOS DE ACCESO ELEGIDOS.**

- Alternativas de texto.** El contenido no textual podrá cambiarse en otras formas tales como letra grande, braille, símbolos o lenguaje más simple.
- Narrativa textual en video.** Los videos o imágenes deben tener un breve texto con la explicación de la misma.
- Alto contraste de colores.** Permitirá notar de mejor manera los colores claros y oscuros del contenido tanto textual como no textual.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE OPERABILIDAD QUE DESEE QUE TENGA EL CONTENIDO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.**

- Operado por teclado.** Toda la funcionalidad del contenido se realizará por medio del teclado.
- Tiempo suficiente.** El usuario tendrá el tiempo suficiente para leer, usar y escuchar el contenido.
- Destellos mínimos.** Mínimos destellos o parpadeos en la pantalla evitará interferir con la capacidad del usuario para emplear el contenido.
- Contenido redimensionable.** El contenido podrá cambiar de tamaño sin perder la funcionalidad, lo cual hará más accesible para el usuario.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE INFORMACIÓN Y EL FUNCIONAMIENTO DEL CONTENIDO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.**

- Contenido legible.** Todo el contenido de la interfaz será claro y comprensible para el usuario.
- Archivo accesible.** Los documentos cumplirán con las normas de accesibilidad para evitar problemas con los lectores de pantalla.

Figura 22: Diseño de Interfaz Gráfica Versión 3.

Elaborado por: Francisco Tisalema

### 3.3.5 Diseño del archivo XML.

En la **Tabla 4** se detalla las etiquetas XML que se van a utilizar en el desarrollo del servicio de perfilado con una breve explicación y la trazabilidad a los requisitos respectivos.

Tabla 4: Etiquetas XML a usarse

Elaborado por: Francisco Tisalema

#	Etiqueta	Explicación	Req. Ceguera	Req. Baja Visión	Req. Daltonismo	WCAG	PNP
1	<AuditoryAccess>	La interfaz y los contenidos serán accesibles por medios auditivos. Es decir, los contenidos podrán ser escuchados.	R4	-	-	1.4.2	P1
2	<TextAccess>	Si en la interfaz existen campos de escritura los usuarios podrán escribir palabras para poder interactuar con el contenido.	-	R3	-	2.1.1	P1
3	<VisualAccess>	Los usuarios podrán ver el contenido al momento de la navegación.	-	R2	R2	1.4.8	P1
4	<TextAlternatives>	El contenido no textual podrá cambiarse en otras formas tales como letra grande, braille, símbolos o lenguaje más simple.	-	-	R1	1.1.1	P2
5	<TextNarrative>	Si en la interfaz existen videos o imágenes estas tendrán un texto complementario con la explicación de la misma.	R1 R4	-	-	-	P2

6	<ColorContrast>	Permitirá que se distinga de mejor manera entre los colores de fondo y del contenido tanto textual como no textual al momento de la navegación.	-	R2	R2	1.4.6	P2
7	<KeyboardAccess>	Toda la funcionalidad del contenido podrá ser realizado por medio del teclado.	R3	-	-	2.1.1	-
8	<TimeAdjustable>	El usuario tendrá tiempo suficiente para usar el contenido. Es decir, interactuar de forma más cómoda con el contenido multimedia.	R4	-	-	2.2.1	P10
9	<MinimumFlashes>	Mínimos destellos o parpadeos en la pantalla evitará interferir con la capacidad del usuario para emplear el contenido.	-	R2	R2	2.3.1 2.3.2	P5
10	<ResizeContent>	El contenido de la interfaz gráfica será redimensionable sin perder la funcionalidad.	-	R1	-	1.4.4	-
11	<ReadableContent>	Todo el contenido de la interfaz gráfica será claro y comprensible. Por ejemplo: tablas no anidadas.	R2	-	-	3.1	-
12	<AccesibleFiles>	El contenido tendrá formatos de archivos que cumplan con las normas de accesibilidad. Esto evitará tener problemas al utilizar el lector de pantalla.	R5	R3	-	4.1	P8

## 3.4 Construcción del prototipo.

En esta sección se documenta el desarrollo del prototipo. Se presenta varias capturas del prototipo y segmentos de código correspondientes.

### 3.4.1 Página del servicio.

En la **Figura 23** se puede observar la página del servicio que muestra un título de **PREFERENCIAS DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS CON DISCAPACIDADES VISUALES**, incluye los botones Guardar, Limpiar Formulario y Salir Sin Guardar y los enunciados de preferencias con las respectivas opciones. Cada usuario seleccionará las opciones de acuerdo a sus preferencias individuales.

localhost/accesibilidad/index.html

## PREFERENCIAS DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS CON DISCAPACIDADES VISUALES

Nombre del Perfil

**SELECCIONE LOS MODOS DE ACCESO CON LOS QUE USTED SE SIENTA CÓMODO.**

- Acceso auditivo.** El contenido de la interfaz podrá ser escuchada.
- Acceso textual.** El usuario podrá escribir en los campos de escritura palabras para poder interactuar con el contenido.
- Acceso visual.** El usuario podrá ver el contenido al momento de la navegación.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE ADAPTACIÓN QUE DESEE EN LOS MODOS DE ACCESO ELEGIDOS.**

- Alternativas de texto.** El contenido no textual podrá cambiarse en otras formas tales como letra grande, braille, símbolos o lenguaje más simple.
- Narrativa textual en video.** Los videos o imágenes deben tener un breve texto con la explicación de la misma.
- Alto contraste de colores.** Permitirá notar de mejor manera los colores claros y oscuros del contenido tanto textual como no textual.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE OPERABILIDAD QUE DESEE QUE TENGA EL CONTENIDO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.**

- Operado por teclado.** Toda la funcionalidad del contenido se realizará por medio del teclado.
- Tiempo suficiente.** El usuario tendrá el tiempo suficiente para leer, usar y escuchar el contenido.
- Destellos mínimos.** Mínimos destellos o parpadeos en la pantalla evitará interferir con la capacidad del usuario para emplear el contenido.
- Contenido redimensionable.** El contenido podrá cambiar de tamaño sin perder la funcionalidad, lo cual hará más accesible para el usuario.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE INFORMACIÓN Y EL FUNCIONAMIENTO DEL CONTENIDO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.**

- Contenido legible.** Todo el contenido de la interfaz será claro y comprensible para el usuario.
- Archivo accesible.** Los documentos cumplirán con las normas de accesibilidad para evitar problemas con los lectores de pantalla.

Figura 23: Página del servicio.

Elaborado por: Francisco Tisalema

### 3.4.2 Página de confirmación.

En la **Figura 24** se presenta la página que aparece luego de presionar el botón **Guardar**. Esta página indica al usuario que se ha generado correctamente el archivo XML.

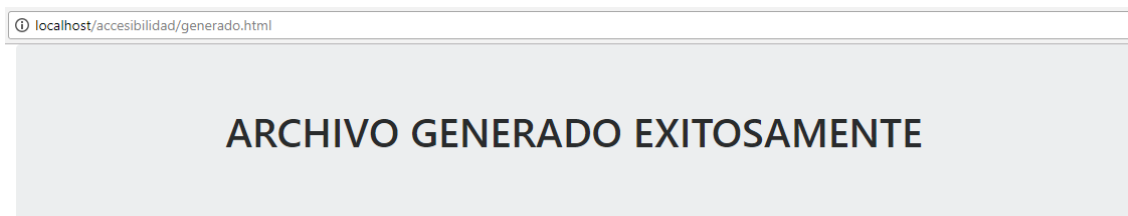


Figura 24: Página de confirmación.

Elaborado por: Francisco Tisalema

### 3.4.3 Página de salida

En la **Figura 25** se puede observar la página que aparece luego de presionar el botón **Salir Sin Guardar**. Esta página indica al usuario que sale del servicio sin almacenar nada.

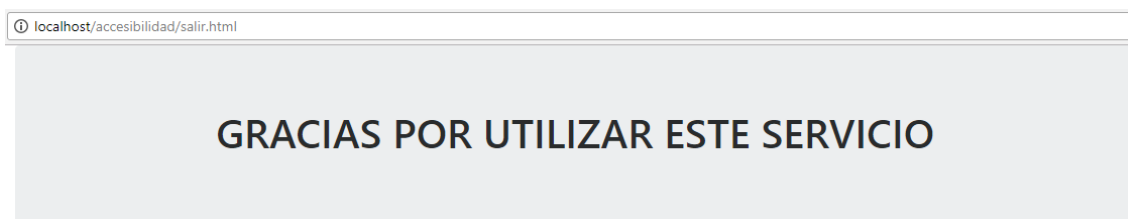


Figura 25: Página de salida.

Elaborado por: Francisco Tisalema

### 3.4.4 Código

Para el desarrollo de la página del servicio se utiliza las siguientes herramientas:

#### HTML5

HTML es el lenguaje de marcado estándar para crear páginas web. Además, los elementos HTML son bloques de construcción de las páginas. Las etiquetas HTML etiquetan partes de contenido como "encabezado", "párrafo", "tabla", entre otros. La versión actual es HTML5 [58].



Los motivos por los cuales se utilizó este lenguaje:

- Permite estructurar de mejor manera el contenido de una página web [58].
- Es un lenguaje abierto y sencillo que no tiene requisitos de licencia [59].

## **PHP**

PHP es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Eso significa que el código no necesita ser compilado antes de que se utilice, se procesa sobre la marcha, según sea necesario. El código de PHP está encerrado entre las etiquetas especiales de comienzo y final `<?php` y `?>` [60] [61].

Los motivos por los cuales se utilizó este lenguaje:

- Permite tomar información de formularios basados en la web y utilizarlo de diferentes maneras [60].
- Permite crear páginas web dinámicas e interactivas [62].

## **JavaScript**

JavaScript es un lenguaje de programación ligero e interpretado, orientado a objetos. Puede ser aplicado a un documento HTML para crear interactividad dinámica en los sitios web. JavaScript por sí solo es bastante compacto aunque muy flexible, y los desarrolladores han escrito gran cantidad de herramientas encima del núcleo del lenguaje JavaScript desbloqueando una gran cantidad de funcionalidad adicional con un mínimo esfuerzo [63].

Los motivos por los cuales se utilizó este lenguaje:

- Permite realizar la validación de datos en el lado del cliente [63].
- Permite programar el comportamiento de las páginas web [64].

## **CSS3**

CSS es el lenguaje para describir la presentación de páginas web, incluidas los colores, el diseño y las fuentes. Permite adaptar la presentación a diferentes tipos de dispositivos, como pantallas grandes, pantallas pequeñas. CSS facilita el mantenimiento de sitios, comparte hojas de estilo entre páginas y adapta páginas a diferentes entornos. La versión actual es CSS3 [65].

Los motivos por las cuales se utilizó este lenguaje:

- Facilita mantenimiento de sitios web [65].
- Determina el diseño de la página web.

## Bootstrap

Bootstrap, es un framework que permite crear interfaces web con CSS y JavaScript y HTML, cuya particularidad es la de adaptar la interfaz del sitio web al tamaño del dispositivo en que se visualice. Utiliza la técnica de diseño y desarrollo “responsive design” o diseño adaptativo. El Framework trae varios elementos con estilos predefinidos fáciles de configurar: Botones, Menús desplegables, Formularios incluyendo todos sus elementos [66].

Los motivos por las cuales se utilizó este lenguaje:

- Permite que el sitio web se adapte automáticamente al tamaño de una PC, una Tablet u otro dispositivo [66].
- Estilos predefinidos y fáciles de configurar [66].

En la **Figura 26** se observa el segmento de código HTML donde se muestra el título, los botones y el nombre del perfil. Además, se puede observar el `method="POST"` el cual permite enviar la información donde los datos no son visibles.

```
<div id="contenedor" >
  <div id = "titulo" class="jumbotron text-center" tabindex="1">
    <h1>PREFERENCIAS DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS CON DISCAPACIDADES VISUALES</h1>
  </div>
  <!--DIV CLASE HEADER PARA MENU ESTATICO -->
  <form action="index.php" method="POST">
    <div class="header ">
      <div class="menu">
        <div class="btn-group">
          <div class="input-group" >
            <span class="input-group-addon" tabindex="2" id="basic-addon1">Nombre del Perfil</span>
            <input type="text" id= "txtNombre" aria-hidden="false" name="nombre" tabindex="3"
              onChange="validarCampo(this.value);"
              class="form-control" maxlength="50">&emsp;&emsp;&emsp;&emsp;
          </div>
          <!--BOTONES -->
          <input type="submit" name="guardar" tabindex="6" value="Guardar"> &emsp;
          <input type="submit" name="limpiar" tabindex="7" value="Limpiar Formulario">&emsp;
          <input type="submit" name="salir" tabindex="8" onclick="cerrar();"
            onKeyPress="self.close();" value="Salir Sin Guardar">&emsp;
        </br>
      </div>
    </div>
  </div>
</br>
</div>
```

Figura 26: Código donde se muestra título, botones y nombre del perfil.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 27** se muestra un segmento de código HTML donde se encuentran las opciones de accesibilidad que seleccionarán los usuarios. Existen cuatro bloques y en total tienen doce opciones posibles.

```

<div>
  <span class="input-group-addon" tabindex="9" id="basic-addon1">
    <b>SELECCIONE LOS MODOS DE ACCESO CON LOS QUE USTED SE SIENTA CÓMODO.</b>
  </span>
</div>

<div class="checkbox">
  <label>
    <input type="checkbox" tabindex="10" name="AuditoryAccess" />
    <b>Acceso auditivo.</b> El contenido de la interfaz podrá ser escuchada.
  </label>
</div>
<div class="checkbox">
  <label>
    <input type="checkbox" tabindex="11" name="TextAccess" />
    <b>Acceso textual.</b> El usuario podrá escribir en los campos de escritura
    palabras para poder interactuar con el contenido.
  </label>
</div>
<div class="checkbox">
  <label>
    <input type="checkbox" tabindex="12" name="VisualAccess" />
    <b>Acceso visual.</b> El usuario podrá ver el contenido al momento de la navegación.
  </label>
</div>

```

Figura 27: Código de opciones de preferencias de accesibilidad.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 28** se muestra un segmento de código HTML para desplegar las ventanas modales. Las ventanas modales son ventanas emergentes que se usan para mostrar contenido que puede ser leído por los lectores de pantalla.

```

<div id="myModal" tabindex="4" class="modal fade" role="dialog">
  <div class="modal-dialog">
    <!-- Modal content-->
    <div class="modal-content">
      <div class="modal-body">
        <p>Escriba unicamente letras, guión bajo y números </p>
      </div>
      <div class="modal-footer">
        <button type="button" tabindex="5" class="btn btn-default" data-dismiss="modal">Regresar</button>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>

```

Figura 28: Código de ventana modal.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 29** se muestra un segmento de código del código JavaScript con funciones que utilizará la página del servicio. Por ejemplo, se puede observar que se encuentra la función que valida cuando el usuario ingresa el nombre del perfil.

```
//Función para inhabilitar la techa enter para
//que no se envíe el formulario
$(document).ready(function() {
    $("form").keypress(function(e) {
        if (e.which == 13) {
            return false;
        }
    });
});

//Función para limpiar los checks seleccionados
function limpiar_check() {
    for (i = 0; i < document.f1.elements.length; i++)
        if (document.f1.elements[i].type == "checkbox")
            document.f1.elements[i].checked = 0
}

// Función para validar campo de texto Nombre del Perfil
function validarCampo(valor) {

    if (!/^[A-Za-z_0-9]*$/ .test(valor))
        $('#myModal').modal('show').focus();

    //enfoca de nuevo en el elemento que esta entre comillas
    document.getElementById("txtNombre").focus();
}
}
```

Figura 29: Código de funciones.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 30** se muestra un segmento de código PHP utilizado para crear el archivo XML. Se puede observar que el archivo XML tendrá como raíz AccessibilityPreferences y dentro de la misma estarán las opciones que seleccione el usuario.

```
//Creo el archivo XML
$dom = new DOMDocument;
$dom->preserveWhiteSpace = FALSE;
$dom->loadXML($xmlString);

$raiz = $dom->createElement('AccessibilityPreferences');
$raiz = $dom->appendChild($raiz);
```

Figura 30: Código de creación del archivo XML.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 31** se muestra un segmento de código PHP que realiza la captura de los elementos que se haya seleccionado mediante las casillas de verificación. El REQUEST permite capturar variables enviadas desde el formulario con el método POST. Todo esto se lo realiza cuando el usuario utiliza el botón Guardar.

```
//Captura los elementos que se seleccionó los checks
if(isset($_REQUEST['AuditoryAccess'])) {
    $subnodo1 = $dom->createElement('AuditoryAccess', $_REQUEST['AuditoryAccess']);
    $subnodo1 = $raiz->appendChild($subnodo1);
}

if(isset($_REQUEST['TextAccess'])) {
    $subnodo2 = $dom->createElement('TextAccess', $_REQUEST['TextAccess']);
    $subnodo2 = $raiz->appendChild($subnodo2);
}

if(isset($_REQUEST['VisualAccess'])) {
    $subnodo3 = $dom->createElement('VisualAccess', $_REQUEST['VisualAccess']);
    $subnodo3 = $raiz->appendChild($subnodo3);
}

if(isset($_REQUEST['TextAlternatives'])) {
    $subnodo4 = $dom->createElement('TextAlternatives', $_REQUEST['TextAlternatives']);
    $subnodo4 = $raiz->appendChild($subnodo4);
}
```

Figura 31: Código de captura de los elementos seleccionados.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 32** se muestra un segmento de código PHP utilizado para guardar el archivo XML generado. Por ejemplo en este caso este archivo se almacenará en el disco C con el nombre del usuario.

```
// XML guardado como un archivo
$dom->save("C:/xampp/htdocs/xmlaccesibilidad/" . $nombreArchivo . ".xml");
```

Figura 32: Guardado del archivo XML.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 33** se muestra un segmento de código PHP con las acciones para el botón Limpiar Formulario y el botón Salir Sin Guardar.

```

//Botón limpiar formulario
If (isset($_REQUEST['limpiar'])) {
    header("location:index.html");
}

//Botón salir sin guardar
If (isset($_REQUEST['salir'])) {
    header("location:salir.html");
}

```

Figura 33: Código de botón Limpiar Formulario y botón Salir Sin Guardar.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 34** se muestra un segmento de código HTML para visualizar la página de confirmación después de presionar el botón Guardar.

```

<head>
  <!--meta charset="UTF-8"-->
  <title>Generado</title>
  <script type="text/javascript">
    window.onload = function () {
      ventana = window.self;
      ventana.opener = window.self;
      ventana.close();
    }
  </script>

  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="./css/bootstrap.css" />
  <script src="./js/bootstrap.js"></script>

</head>

<body>
  <form action="cerrar();" >
    <div class="container">
      <div class="jumbotron text-center">
        <h1>ARCHIVO GENERADO EXITOSAMENTE</h1>
      </div>
    </div>
  </form>
</body>

```

Figura 34: Código de botón Guardar.

Elaborado por: Francisco Tisalema

En la **Figura 35** se muestra un segmento de código HTML para visualizar la página de salida.

```

<head>
  <!--meta charset="UTF-8"-->
  <title>Salir </title>
  <script type="text/javascript">
    window.onload = function () {
      ventana = window.self;
      ventana.opener = window.self;
      ventana.close();
    }
  </script>

  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="./css/bootstrap.css" />
  <script src="./js/bootstrap.js"></script>

</head>

<body>
  <form action="cerrar();">
    <div class="container">
      <div class="jumbotron text-center">
        <h1>GRACIAS POR UTILIZAR ESTE SERVICIO</h1>
      </div>
    </div>
  </form>
</body>

```

Figura 35: Código de la acción del botón salir sin guardar.

Elaborado por: Francisco Tisalema

### 3.4.5 Archivo XML generado

En la **Figura 36** se muestra un ejemplo del archivo XML que es generado por el usuario de acuerdo a sus preferencias. Es decir, cada usuario tendrá un archivo XML individual dependiendo de la discapacidad visual que tenga y de sus preferencias personales. El ejemplo que se muestra es de un usuario con ceguera.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<urlset xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"/>
<AccessibilityPreferences>
  <AuditoryAccess>on</AuditoryAccess>
  <TextAccess>on</TextAccess>
  <TextNarrative>on</TextNarrative>
  <KeyboardAccess>on</KeyboardAccess>
  <TimeAdjustable>on</TimeAdjustable>
  <ResizeContent>on</ResizeContent>
  <ReadableContent>on</ReadableContent>
  <AccesibleFiles>on</AccesibleFiles>
</AccessibilityPreferences>

```

Figura 36: Archivo XML de un usuario con Ceguera

Elaborado por: Francisco Tisalema

## Tercera Iteración

### 3.5 Evaluación del prototipo

Esta sección contiene los resultados de la evaluación del prototipo utilizando dos herramientas automáticas como: WAVE y TAW. Las herramientas mencionadas permiten evaluar los problemas de accesibilidad que tenga la página del servicio. Al identificar los problemas de accesibilidad se podrá solucionar y así tener un servicio accesible para todos los usuarios. Adicionalmente, se detallan los resultados de la evaluación del prototipo con usuarios.

#### 3.5.1 Evaluación con herramientas automáticas

##### WAVE

La herramienta WAVE permite evaluar los problemas de accesibilidad que existan en el contenido web, y el resultado se exhibe dentro de la propia página. En este caso, se lo realizó utilizando un navegador Chrome versión 60.0 y la extensión WAVE versión 1.0.8. Esta herramienta también se la puede utilizar con Firefox y Dreamweaver [67].

En la **Figura 37** se muestra el icono de la herramienta WAVE en el navegador Chrome. Se inicia la generación del informe de accesibilidad con la herramienta WAVE, al hacer clic en el icono WAVE que se observa en la parte superior derecha de la barra de direcciones del navegador.

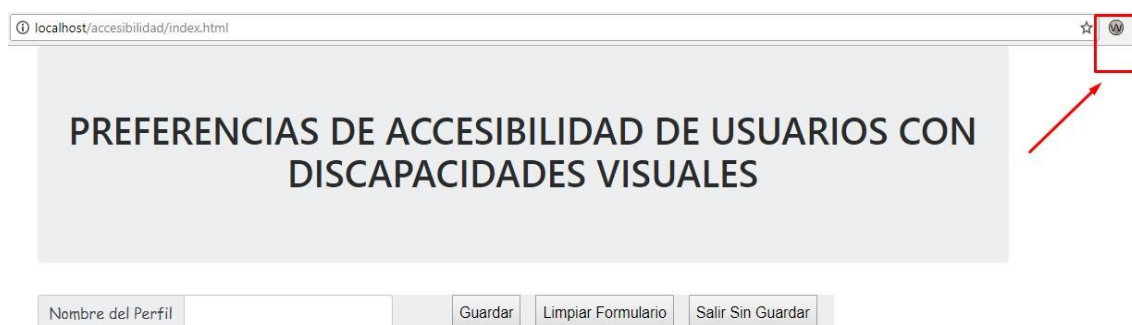


Figura 37: Extensión WAVE en el navegador Chrome.



En la **Figura 38** se muestra una síntesis del informe que genera la herramienta WAVE, en este caso el informe indica que la herramienta ha detectado “2 Errors, 24 Alerts, 12 Features, 1 Structural Elements, 2 HTML5 and ARIA, 1 Contrast Errors”.

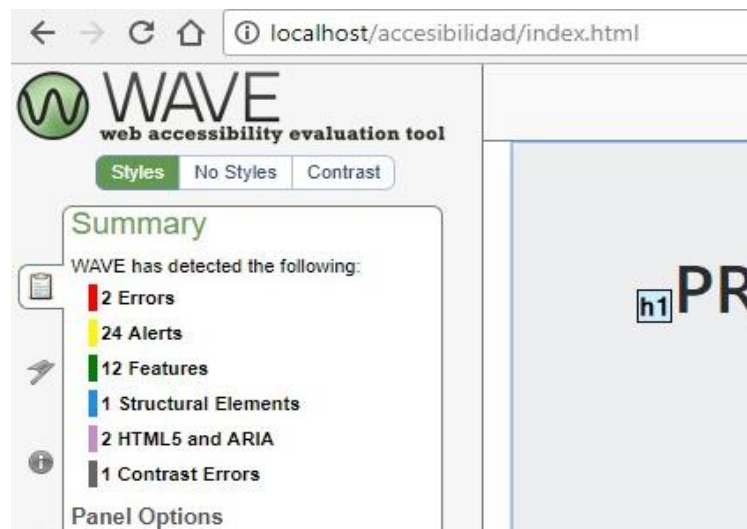


Figura 38: Síntesis del Informe de la herramienta WAVE.

En la **Figura 39** se muestra una flecha de color rojo donde está identificado el primer error que es referente a la falta de definición del lenguaje de la página. De forma explícita indica que el lenguaje de la página no está identificado. En la parte inferior se muestra el segmento de código donde se debe añadir la definición del lenguaje de la página.

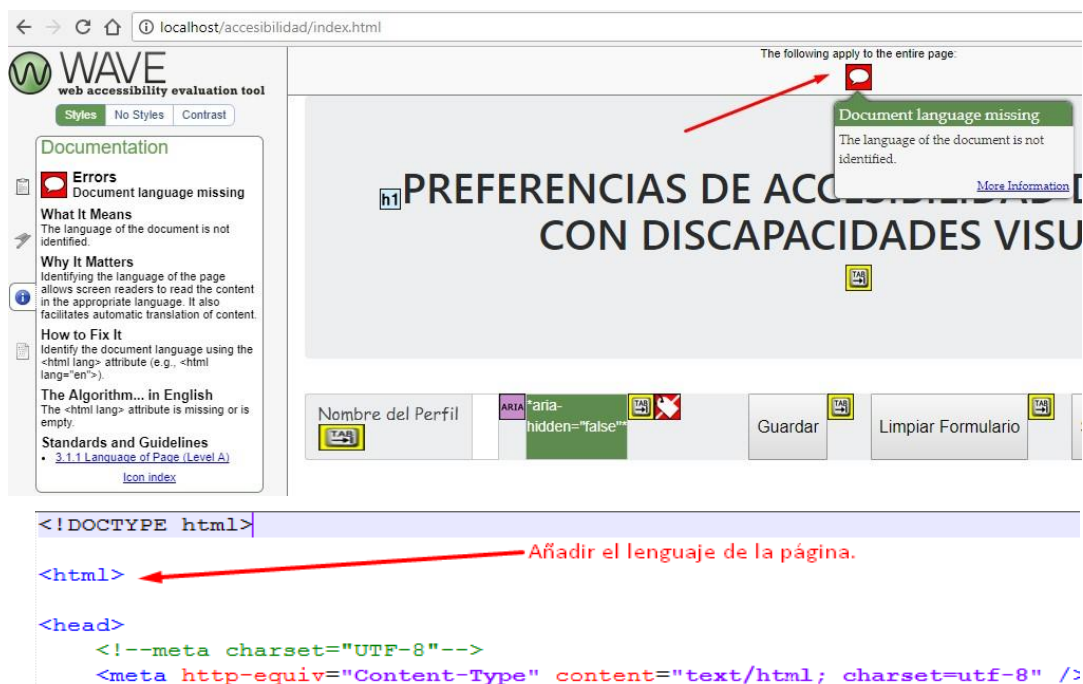


Figura 39: Error de lenguaje de página no definido.

En la **Figura 40** se muestra un cuadro de color rojo donde se identifica que el segundo error es relacionado a una etiqueta. Es decir, un control de formulario no tiene una etiqueta correspondiente. En la parte inferior se muestra segmento de código donde se debe añadir la etiqueta.

The screenshot shows a web page with the heading "PREFERENCIAS DE ACCESII CON DISCAPACIDA". Below the heading is a form with a text input field labeled "Nombre del Perfil" and buttons "Guardar" and "Lim". A red box highlights the input field, and a tooltip indicates a "Missing form label" error. Below the screenshot, the HTML code for the input field is shown, with a red box highlighting the input element: `<input type="text" id="txtNombre" aria-hidden="false" name="nombre" tabindex="3" onChange="validarCampo(this.value);" class="form-control" maxlength="50"> &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; </input>`

Figura 40: Error de etiqueta no definida.

En la **Figura 41** se muestra el error de contraste que tiene la página. Al momento, que la página tiene muy bajo contraste entre los colores de primer plano y de fondo. Para encontrar la posible solución al error en **Details** se puede utilizar las herramientas contraste.

The screenshot shows a web page with the heading "PREFERENCIAS DE ACCESII CON DISCAPACIDA". Below the heading is a form with a text input field labeled "Nombre del Perfil" and buttons "Guardar" and "Lim". A red box highlights the input field, and a tooltip indicates a "Contrast Errors (1)" error. Below the screenshot, the HTML code for the input field is shown, with a red box highlighting the input element: `<input type="text" id="txtNombre" aria-hidden="false" name="nombre" tabindex="3" onChange="validarCampo(this.value);" class="form-control" maxlength="50"> &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; &emsp; </input>`

Figura 41: Muestra el error de contraste.

## TAW

TAW es una herramienta usada para análisis del nivel de accesibilidad sitios web. El análisis se hace mediante el uso de la URL del sitio en cuestión. Esta herramienta realiza el análisis basándose en las pautas de accesibilidad WCAG 2.0. Luego del análisis la herramienta emite un informe con los hallazgos. El resumen muestra la información del análisis, también muestra los problemas que se hallaron, las advertencias y los puntos no verificados basándose en los principios de WCAG: perceptible, operable, comprensible y robusto.

El informe de los resultados tiene tres vistas.

- **Vista Marcada.** Exhibe las incidencias de acuerdo a los principios.
- **Vista Detalle.** Exhibe las líneas de código donde ocurre el problema. Se basa en la tipología, comprobación, técnicas, resultado incidencias y números de línea.
- **Vista Listado.** Exhibe un resumen enfocado en los cuatro principios de accesibilidad de acuerdo a las pautas y criterios [68].

En la **Figura 42** se muestra un resumen con los resultados sobre la accesibilidad del prototipo del servicio web mediante el uso de la herramienta TAW. Se puede apreciar que existe un problema, dos advertencias y los 19 puntos no verificados categorizados en los cuatro principios de accesibilidad.

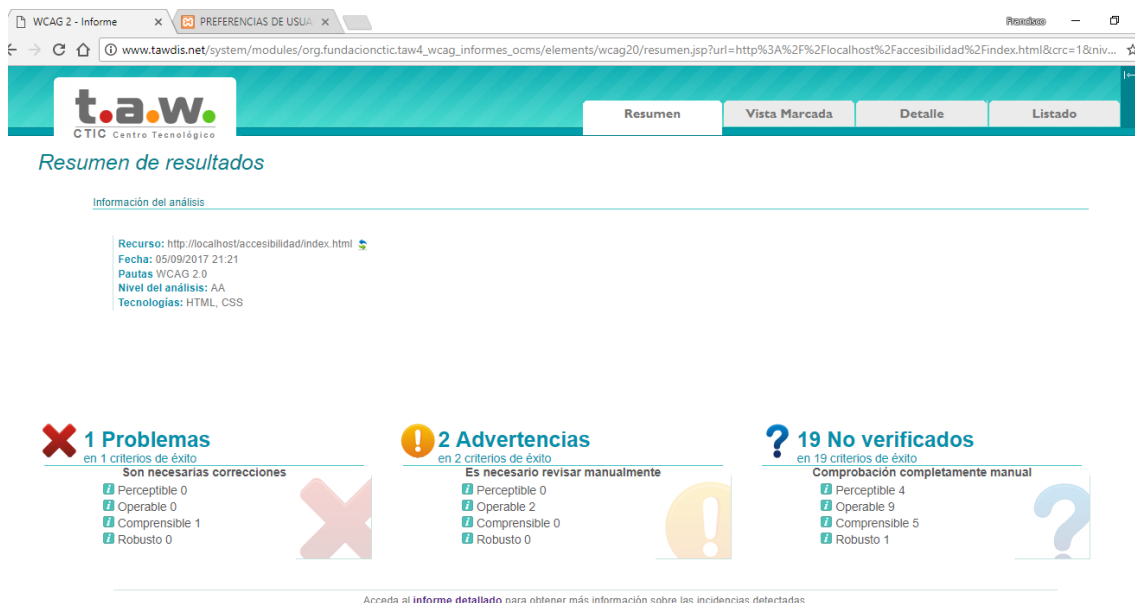


Figura 42: Resumen de resultados de accesibilidad del sitio web realizado con la herramienta TAW.

En la **Figura 43** se muestra el error que es referente a la falta de definición del lenguaje de la página. Para solucionar este error se debe añadir el idioma de la página de la siguiente manera: <html lang = “ ” >.

Tipología	Comprobación	Técnicas	Resultado
<b>3.1.1 - Idioma de la página</b>			
Página web	Declaración de idioma del documento	[H57]	✖
	Idioma declarado e idioma real	[H57]	?

Figura 43: Error de lenguaje de página no definido.

En la **Figura 44** se muestra las dos advertencias en el principio operable: la primera esta advertencias está relacionada al título descriptivo de la página y al segunda advertencia está relacionada al contenido adecuado de encabezados y etiquetas. La solución para la primera advertencia es que la página tenga un título entre las etiquetas <title>. Y la solución para la segunda advertencia relacionada a la etiqueta se soluciona añadiendo un atributo aria-labelledby que establece relaciones entre los objetos y sus etiquetas.

Tipología	Comprobación	Técnicas	Resultado
Página web	Página con título descriptivo	[G88]	!
<b>2.4.3 - Orden del foco</b>			
Navegación	Orden lógico de navegación	[G59 H4 SCR26 SCR37 SCR27]	?
<b>2.4.5 - Múltiples vías</b>			
Sitio web	Múltiples medios de localización	[G125 G64 G63 G161 G126 G185]	?
<b>2.4.6 - Encabezados y etiquetas</b>			
Estructura y semántica	Contenido adecuado de encabezados y etiquetas	[G130 G131]	!

Figura 44: Advertencias de título y etiqueta.

### 3.5.2 Evaluación con usuarios.

Para realizar las pruebas del prototipo se tuvo el apoyo de tres usuarios discapacitados y siete usuarios a los cuales se vendaron los ojos para simular usuarios no videntes. Es decir, la evaluación se realizó con diez usuarios en total.

Para localizar a los usuarios discapacitados se contó con la ayuda de la Sociedad de Ciegos de Pichincha "Luis Braille". Esta es una sociedad de personas con discapacidad visual ubicada en la calle Flores N° 4-132 y Espejo, en el centro histórico de Quito. Está registrado en el SRI con el RUC número 1791331192001 e inició su funcionamiento en diciembre de 1995.

En la **Figura 45** se muestra la sede de la Sociedad de Ciegos de Pichincha "Luis Braille".



Figura 45: Sociedad de Ciegos de Pichincha "Luis Braille".

La evaluación con usuarios se realizó en dos partes. En la primera parte se utilizó como técnica la entrevista y se enfocó en la completitud funcional para lo que se utilizaron doce preguntas abiertas y una pregunta cerrada. En la segunda parte se utilizó como técnica la observación se enfocó en la accesibilidad y se definieron siete tareas para medir el grado de dificultad y si el usuario requería o no ayuda para ejecutar esas tareas.

## INFORMACIÓN DEL USUARIO CON CEGUERA.

**Nombre del usuario:** Jimmy Alejandro Proaño Brito.

**Edad:** 60 años.

**Profesión u ocupación:** Jubilado. Fue profesor de música en el Colegio Experimental Simón Bolívar de la ciudad de Quito.

En la **Figura 46** se muestra una fotografía del usuario Jimmy Proaño realizando las pruebas de accesibilidad del prototipo.

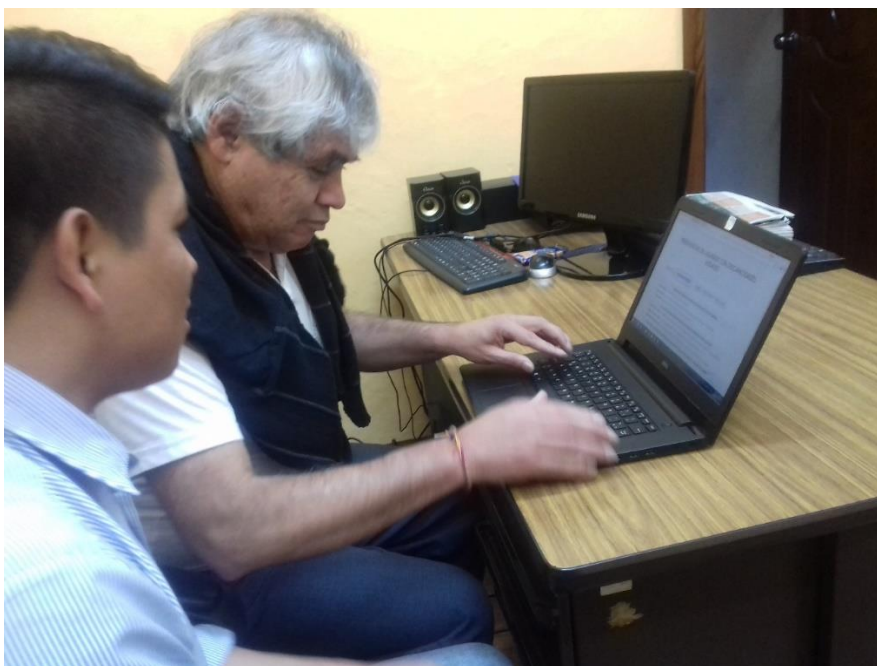


Figura 46: Usuario con Ceguera realizando la prueba del prototipo.

## INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN.

**Entrevistado:** Jimmy Alejandro Proaño Brito.

**Fecha de entrevista:** 2017/09/01.

**Entrevistador:** Francisco Tisalema.

### **Ambiente de pruebas:**

- Modelo del equipo: Laptop Dell Inspiron 3459.
- Sistema operativo: Windows 10.
- Navegador: Google Chrome v 60.0.
- Lector de pantalla: ChromeVox v 53.0.
- Tecnologías asistidas: teclado, parlantes.

## RESULTADOS DE LA ENTREVISTA

### I. COMPLETITUD FUNCIONAL.

▪ **¿Para usted es importante la opción Acceso auditivo?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Acceso textual?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Acceso visual?**

1. Totalmente en desacuerdo. X
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Alternativas de texto?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo. X
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Narrativa textual en video?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Alto contraste?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo. X
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Operado por teclado?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Tiempo suficiente?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Destellos mínimos?**

1. Totalmente en desacuerdo. X
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Contenido redimensionable?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo. X
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.



▪ **¿Para usted es importante la opción Contenido legible?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Archivo accesible?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Según su criterio para usted falta alguna opción para mejorar la accesibilidad? ¿Y si falta algo que opción sería?**

- El usuario dice estar conforme con las opciones existentes en el prototipo.
- El usuario sugiere que se notifique la ubicación del archivo que se genera luego de pulsar el botón Guardar.

## RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN

### II. ACCESIBILIDAD.

**Entrevistado:** Jimmy Alejandro Proaño Brito.

**Fecha de prueba de usabilidad:** 2017/09/01.

**Hora Inicio:** 16:17

**Hora Fin:** 16:31

**Duración:** 15 minutos.

**Observador:** Francisco Tisalema.

En la **Tabla 4** se muestra el número de tarea, el detalle de la tarea, el grado de dificultad, ejecución de la tarea con o sin ayuda y las observaciones.

Tabla 5: Prueba de accesibilidad de usuario con ceguera.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

No	Tarea	Grado de dificultad			¿Se ejecutó la tarea con ayuda?		Observaciones
		Fácil	Medio	Difícil	Si	No	
1	Acceder a la etiqueta de Nombre del Perfil.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
2	Escribir el Nombre del perfil de acuerdo al patrón establecido.		X		X		El usuario al inicio escribió con errores porque quería escribir con espacios y guión medio.
3	Navegar hasta llegar a las casillas de verificación a ser seleccionadas.	X			X		El usuario al inicio se confundió un poco porque presionaba muy rápido la tecla TAB pero luego ya se le hizo fácil.
4	Seleccionar en las casillas de verificación las opciones de accesibilidad.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
5	Utilizar el botón Guardar para generar el archivo.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
6	Utilizar el botón Limpiar Formulario.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
7	Utilizar el botón Salir Sin Guardar.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.

## Archivo XML generado para usuario con ceguera.

En la **Figura 47** se muestra el archivo XML generado para el usuario con ceguera.



```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <urlset xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"/>
3 <AccessibilityPreferences>
4   <AuditoryAccess>on</AuditoryAccess>
5   <TextAccess>on</TextAccess>
6   <TextNarrative>on</TextNarrative>
7   <KeyboardAccess>on</KeyboardAccess>
8   <TimeAdjustable>on</TimeAdjustable>
9   <ResizeContent>on</ResizeContent>
10  <ReadableContent>on</ReadableContent>
11  <AccessibleFiles>on</AccessibleFiles>
12 </AccessibilityPreferences>
13
```

Figura 47: Archivo XML generado para usuario con ceguera.

## Análisis de los resultados de la evaluación del prototipo con el usuario con ceguera.

La prueba del prototipo dio resultados positivos al evaluar el nivel de accesibilidad. El usuario manifestó que le ayuda muchísimo primero escuchar al lector de pantalla todo lo que lee y posteriormente seguir en la navegación. Asimismo, el usuario indicó estar cómodo al tener casillas de verificación las cuales fueron fáciles de seleccionar. Asimismo, el usuario indicó que está muy bien que exista un mensaje que le diga cuando el nombre del perfil está mal escrito. . El usuario al momento de querer escribir el nombre del perfil se confundió un poco porque no localizaba las teclas.

Se pudo verificar que es muy importante que el usuario este familiarizado con un teclado, porque se apreció que al principio el usuario no localizaba las teclas rápidamente. Asimismo, el usuario presionaba muy rápido la tecla TAB lo cual originó que no escuche muy bien la opción y la descripción de la misma. El usuario se mostró cómodo con la velocidad del lector de pantalla porque le permitía escuchar y comprender al momento de navegar por el prototipo. Esto ayudó a que sea más fácil elegir y luego seleccionar las opciones de preferencias de accesibilidad en el prototipo.

El usuario al principio se confundió cuando el lector de pantalla pasaba por el título de los bloques porque pensaba que eran casillas de verificación pero después se tomó el

tiempo suficiente para escuchar y así se solucionó ese problema. Asimismo, el usuario manifestó estar de acuerdo con las opciones de preferencias de accesibilidad que pudo escuchar y luego seleccionar.

El usuario manifestó estar de acuerdo con las opciones que está en el prototipo y que por el momento no sugiere añadir otra opción. Por otro lado, el usuario sugiere que se notifique la ubicación del archivo que se genera luego de pulsar el botón guardar en el prototipo. El usuario dijo que la notificación ayudará a saber dónde está localizado el archivo, porque muchas veces se guardan archivos pero no se saben la ubicación de los mismos. Esto genera un problema cuando se necesita usar nuevamente estos archivos.

En la entrevista sobre la completitud funcionalidad del prototipo el usuario manifestó que escogió dijo que escogió las opciones con las cuales estuvo de acuerdo y las opciones de accesibilidad elegidas le ayudarán a llevar de mejor manera su discapacidad porque en su caso las opciones que no se tomaron en cuenta no ayudan.

Finalmente, el usuario manifestó que la facilidad de uso y el nivel de accesibilidad estaban confortables y quedó satisfecho. Además, al usuario el lector de pantalla ChromeVox le llamó mucho la atención porque conocía solo de la existencia del lector de pantalla JAWS que utiliza. Asimismo, el usuario comentó que en sí la navegación por el prototipo no fue difícil pero es necesario estar familiarizado con el mismo y así evitar cometer errores.

## **INFORMACIÓN DEL USUARIO CON BAJA VISIÓN.**

**Nombre del usuario:** Julio Javier Caicedo Estrella.

**Edad:** 39 años.

**Profesión u ocupación:** Jefe de Educación Concertación Laboral en CONQUITO.

En la **Figura 48** se muestra una fotografía del usuario Javier Caicedo realizando las pruebas de accesibilidad del prototipo.



*Figura 48: Usuario con Baja Visión realizando la prueba del prototipo.*

## **INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN.**

**Entrevistado:** Julio Javier Caicedo Estrella.

**Fecha de entrevista:** 2017/09/06.

**Entrevistador:** Francisco Tisalema.

**Ambiente de pruebas:**

- Modelo del equipo: Laptop Dell Inspiron 3459.
- Sistema operativo: Windows 10.
- Navegador: Google Chrome v 60.0.
- Lector de pantalla: ChromeVox v 53.0.
- Tecnologías asistidas: teclado, parlantes.

## **RESULTADOS DE LA ENTREVISTA**

### **I. COMPLETITUD FUNCIONAL.**

▪ **¿Para usted es importante la opción Acceso auditivo?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Acceso textual?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo. X

3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Acceso visual?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo. X

3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Alternativas de texto?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo. X

3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Narrativa textual en video?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo.

3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Alto contraste?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo. X

3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Operado por teclado?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Tiempo suficiente?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo. X
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Destellos mínimos?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo. X
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Contenido redimensionable?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo. X
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Contenido legible?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Archivo accesible?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo. X

- **¿Según su criterio para usted falta alguna opción para mejorar la accesibilidad? ¿Y si falta algo que opción sería?**
  
- El usuario sugiere que en la opción **narrativa textual en video** se redefina y quede con el nombre **narrativa textual en video e imágenes** porque dice que la opción debe proporcionar la información necesaria y comprensible. Al redefinir el nombre ya abarca tanto video como imágenes. Caso contrario crear una opción adicional que tenga el nombre **narrativa textual en imágenes**.



## RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN

### II. ACCESIBILIDAD

**Entrevistado:** Julio Javier Caicedo Estrella

**Fecha de prueba de usabilidad:** 2017/09/06

**Hora Inicio:** 13:25

**Hora Fin:** 13:37

**Duración:** 12 minutos

**Observador:** Francisco Tisalema

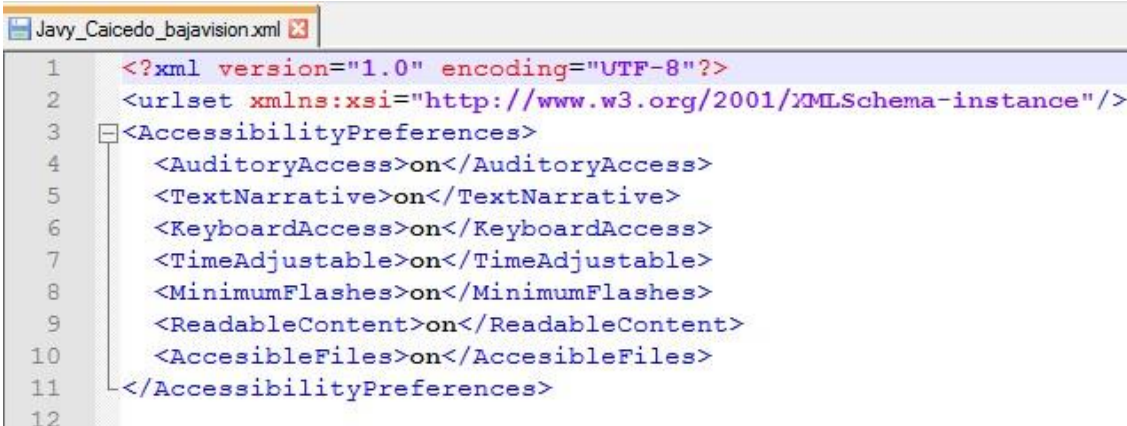
En la **Tabla 5** se muestra el número de tarea, el detalle de la tarea, el grado de dificultad, ejecución de la tarea con o sin ayuda y las observaciones.

Tabla 6: Prueba de accesibilidad de usuario con baja visión.  
Elaborado por: Francisco Tisalema.

No	Tarea	Grado de dificultad			¿Se ejecutó la tarea con ayuda?		Observaciones
		Fácil	Medio	Difícil	Si	No	
1	Acceder a la etiqueta de Nombre del Perfil.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
2	Escribir el Nombre del perfil de acuerdo al patrón establecido.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
3	Navegar hasta llegar a las casillas de verificación a ser seleccionadas.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
4	Seleccionar en las casillas de verificación las opciones de accesibilidad.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente
5	Utilizar el botón Guardar para generar el archivo.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
6	Utilizar el botón Limpiar Formulario.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.
7	Utilizar el botón Salir Sin Guardar.	X				X	El usuario lo hizo satisfactoriamente.

## Archivo XML generado para usuario con baja visión.

En la **Figura 49** se muestra el archivo XML generado para el usuario con baja visión.



```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <urlset xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"/>
3 <AccessibilityPreferences>
4   <AuditoryAccess>on</AuditoryAccess>
5   <TextNarrative>on</TextNarrative>
6   <KeyboardAccess>on</KeyboardAccess>
7   <TimeAdjustable>on</TimeAdjustable>
8   <MinimumFlashes>on</MinimumFlashes>
9   <ReadableContent>on</ReadableContent>
10  <AccessibleFiles>on</AccessibleFiles>
11 </AccessibilityPreferences>
12
```

Figura 49: Archivo XML generado para el usuario con baja visión.

## Análisis de la evaluación del prototipo con el usuario con baja visión.

La prueba del prototipo resultó mejor en comparación con la evaluación realizada con el usuario con ceguera porque se modificó el prototipo para que luego de pulsar el botón Guardar mencione donde se ubica el archivo generado. El usuario pudo navegar de forma fácil y rápida hasta el sitio donde debía escribir el nombre del perfil, y no cometió ningún error en la localización del teclado porque estaba familiarizado con el mismo. El usuario dijo que el hecho de estar constantemente utilizando un computador en el trabajo ayuda a que tenga mucha destreza al momento de usar el teclado.

El usuario manifestó que la navegación por el prototipo resulta fácil y cómodo. Además, el usuario dijo que al tener baja visión al menos podía ver algo y le ayudo a identificar algunos elementos en el prototipo para así no perderse en el mismo. También indicó que fue fácil elegir la mayoría de las opciones de accesibilidad porque además de que podía ver también podía escuchar lo que el lector de pantalla leía. Por lo que dijo que tenía doble opción para entender las opciones. En relación a que las palabras tengan negritas o con mayúsculas, el usuario expresó que está bien y es de gran ayuda porque que resalta las palabras.

El usuario expuso que la opción acerca del tiempo suficiente va a ayudar mucho porque con esto los usuarios van a tener todo el tiempo que necesiten para llevar a cabo alguna tarea. Además, el usuario sugiere que en la opción "narrativa textual en

video” se redefina y quede con el nombre “narrativa textual en video e imágenes” porque dice que la opción debe proporcionar la información necesaria y comprensible. Al redefinir el nombre ya abarca tanto video como imágenes.

Con relación a la entrevista sobre la funcionalidad del prototipo que se la realizó al usuario. El usuario supo manifestar que escogió las opciones con las cuales estuvo de acuerdo y que las opciones de accesibilidad elegidas ayudarán a llevar de mejor manera su discapacidad por lo tanto las opciones que no se tomaron en cuenta no le ayudan en su caso particular.

Al final el usuario demostró estar complacido por lo fácil que le resultó seleccionar las opciones de accesibilidad, acotó que está muy interesante el prototipo y que sería de gran ayuda que el archivo generado algún momento esté almacenado en la nube para poderlo utilizar cuando se necesite porque generalmente las interfaces que existen actualmente no ayudan mucho. Asimismo, el usuario dijo que el interactuar constantemente con el prototipo ayudará a que el usuario pueda generar fácilmente el archivo sin cometer errores.

## **INFORMACIÓN DEL USUARIO DALTÓNICO.**

**Nombre del usuario:** Katherine Michelle Basantes Defaz.

**Edad:** 25 años.

**Profesión u ocupación:** Egresada de la Carrera de Restauración y Museología de Bienes Culturales de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

En la **Figura 50** se muestra una fotografía de la usuaria Katherine Basantes realizando las pruebas de accesibilidad del prototipo.



Figura 50: Usuario con Daltonismo realizando la prueba del prototipo.

## INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN.

**Entrevistado:** Katherine Michelle Basantes Defaz.

**Fecha de entrevista:** 2017/09/06.

**Entrevistador:** Francisco Tisalema.

### **Ambiente de pruebas:**

- Modelo del equipo: Laptop Dell Inspiron 3459.
- Sistema operativo: Windows 10.
- Navegador: Google Chrome v 60.0.
- Lector de pantalla: Chrome Vox v 53.0.
- Tecnologías asistidas: teclado, parlantes.

## ENTREVISTA RESULTADOS DE LA ENTREVISTA

### I. COMPLETITUD FUNCIONAL

#### ▪ ¿Para usted es importante la opción Acceso auditivo?

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo. X

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Acceso textual?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo.

3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo. X

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Acceso visual?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo.

3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Alternativas de texto?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo. X

3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Narrativa textual en video?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo. X

3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

4. De acuerdo.

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Alto contraste?**

1. Totalmente en desacuerdo.

2. En desacuerdo.

3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

4. De acuerdo. X

5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Operado por teclado?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Tiempo suficiente?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo X

▪ **¿Para usted es importante la opción Destellos mínimos?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo. X
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Contenido redimensionable?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo. X
5. Totalmente de acuerdo.

▪ **¿Para usted es importante la opción Contenido legible?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en acuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Para usted es importante la opción Archivo accesible?**

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo. X

▪ **¿Según su criterio para usted falta alguna opción para mejorar la accesibilidad? ¿Y si falta algo que opción sería?**

- El usuario no sugirió nuevas opciones dijo estar de acuerdo con las existentes.

## RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN

### II. ACCESIBILIDAD.

**Entrevistado:** Katherine Michelle Basantes Defaz.

**Fecha de prueba de usabilidad:** 2017/09/06.

**Hora Inicio:** 16:43

**Hora Fin:** 16:54

**Duración:** 11 minutos.

**Observador:** Francisco Tisalema.

En la **Tabla 6** Contiene el número de tarea, el detalle de la tarea, el grado de dificultad, ejecución de la tarea con o sin ayuda y las observaciones.

Tabla 7: Prueba de accesibilidad de usuario daltónico.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

No	Tarea	Grado de dificultad			¿Se ejecutó la tarea con ayuda?		Observaciones
		Fácil	Medio	Difícil	Si	No	
1	Acceder a la etiqueta de Nombre del Perfil.	X				X	La usuaria lo hizo satisfactoriamente.
2	Escribir el Nombre del perfil de acuerdo al patrón establecido.	X				X	La usuaria lo hizo satisfactoriamente.
3	Navegar hasta llegar a las casillas de verificación a ser seleccionadas.	X				X	La usuaria lo hizo satisfactoriamente.
4	Seleccionar en las casillas de verificación las opciones de accesibilidad.	X				X	La usuaria lo hizo satisfactoriamente.
5	Utilizar el botón Guardar para generar el archivo	X				X	La usuaria lo hizo satisfactoriamente.
6	Utilizar el botón Limpiar Formulario	X				X	La usuaria lo hizo satisfactoriamente.
7	Utilizar el botón Salir Sin Guardar	X				X	La usuaria lo hizo satisfactoriamente.



## Archivo XML generado para usuaria con daltonismo.

En la **Figura 51** se muestra el archivo XML generado para la usuaria con daltonismo.



```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <urlset xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"/>
3 <AccessibilityPreferences>
4   <VisualAccess>on</VisualAccess>
5   <ColorContrast>on</ColorContrast>
6   <KeyboardAccess>on</KeyboardAccess>
7   <TimeAdjustable>on</TimeAdjustable>
8   <ResizeContent>on</ResizeContent>
9   <ReadableContent>on</ReadableContent>
10  <AccesibleFiles>on</AccesibleFiles>
11 </AccessibilityPreferences>
12
```

Figura 51: Archivo XML generado para la usuaria con daltonismo.

## Análisis de la evaluación del prototipo con la usuaria con daltonismo.

En esta prueba del prototipo se consiguió evaluar el nivel de accesibilidad de forma satisfactoria y con mayor éxito que en las anteriores pruebas. La usuaria padece de daltonismo dicromático rojo-verde. Esta afección hace que no pueda distinguir bien el color rojo y el color verde. La usuaria realizó toda la navegación sin ninguna novedad. Además, la usuaria realizó todas las tareas sin necesidad de ayuda alguna. Esto sucedió porque la usuaria pudo observar todos los elementos del ya que los colores del prototipo dijo no ser problema para ella.

La usuaria manifestó que el prototipo está novedoso. Además, dijo que el ver y escuchar mediante el lector de pantalla las opciones de accesibilidad hace que todo sea más fácil al momento de elegir las. La usuaria también manifestó que es útil el hecho de que indique donde está guardado el archivo generado y que es de gran ayuda porque a futuro se podría necesitar. El saber dónde está almacenado evitará pérdida de tiempo al momento de buscarlo.

La usuaria mencionó estar de acuerdo con las opciones que presenta el prototipo. Además, la usuaria dijo que las opciones están comprensibles y que no tiene sugerencias para añadir nuevas opciones. La usuaria también acotó que la descripción

que está al frente de las opciones ayuda mucho a entender a que refiere cada opción. Asimismo, el que los elementos del prototipo tengan negritas y mayúsculas ayuda a la distinción de las palabras clave.

En la entrevista sobre la completitud funcional del prototipo la usuaria expresó que seleccionó las opciones con las cuales estuvo de acuerdo y que las opciones de accesibilidad elegidas ayudarán a llevar de mejor manera su discapacidad y que las opciones que no se tomaron en cuenta no ayudan en su caso particular.

La usuaria se mostró complacida con el prototipo porque dijo que todo fue. Mencionó que en la carrera profesional que ella estudió constantemente hace uso de colores y que sería de gran ayuda este archivo generado.

### **Evaluación de accesibilidad con usuarios vendados los ojos y usuario con ceguera.**

En esta sección se realiza un análisis de los resultados que se obtienen luego de realizar las tareas tomando como criterios de evaluación el grado de dificultad fácil, medio y difícil. Las tareas son realizadas por los siete usuarios con vendas en los ojos más el usuario con ceguera. Teniendo así un total de ocho usuarios para este análisis.

En la **Tabla 8** se muestra los criterios de evaluación que se asignarán a las tareas que van a ser realizadas por los ocho usuarios. Cada usuario asignará solo un criterio de evaluación a cada tarea, el rango más alto será para el criterio más fácil y el rango mínimo será para el criterio más difícil.

Tabla 8: Criterios de evaluación para las tareas.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>
<b>Fácil</b>
<b>Medio</b>
<b>Difícil</b>

En la **Tabla 9** se muestra las ponderaciones de los resultados asignadas a los criterios de evaluación de acuerdo a las tareas realizadas por los ocho usuarios.

Tabla 9: Resultados con las ponderaciones de las tareas evaluadas.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

RESULTADOS CON LAS PONDERACIONES DE LAS TAREAS				
		Fácil	Medio	Difícil
TAREA 1	N. Usuarios	6	2	0
	Equivalencia (%)	75,00%	25,00%	0,00%
TAREA 2	N. Usuarios	1	6	1
	Equivalencia (%)	12,50%	75,00%	12,50%
TAREA 3	N. Usuarios	8	0	0
	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%
TAREA 4	N. Usuarios	8	0	0
	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%
TAREA 5	N. Usuarios	8	0	0
	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%
TAREA 6	N. Usuarios	8	0	0
	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%
TAREA 7	N. Usuarios	8	0	0
	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%

En la **Tabla 10** se muestra las ponderaciones que obtiene la Tarea 1 **Acceder a la etiqueta de nombre del perfil**, la prueba de accesibilidad fue realizada por los ocho usuarios con relación a los criterios de evaluación fácil, medio y difícil. La suma de las ponderaciones nos da el 100%. Además, en la **Figura 52** se puede observar que seis usuarios que representan el 75% realizaron la tarea de forma fácil y los dos usuarios restantes que representan el 25% dijeron que la tarea lo sitúa como de grado medio. No hubo ningún usuario al que le resulte difícil realizar la Tarea 1. La realización de la tarea estuvo en grado medio porque los usuarios no localizaban pronto las teclas. Dijeron estar acostumbrados a su propio computador y que el teclado del computador de prueba no les era familiar. Los usuarios acotaron que en sí el problema no es la dificultad del prototipo sino el no estar familiarizado con el computador donde se realizó la prueba de accesibilidad.

Tabla 10: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 1.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

		Fácil	Medio	Difícil	Total
<b>TAREA 1: Acceder a la etiqueta de Nombre del Perfil.</b>	Equivalencia (%)	75,00%	25,00%	0,00%	<b>100%</b>
	N. Usuarios	6	2	0	<b>8</b>

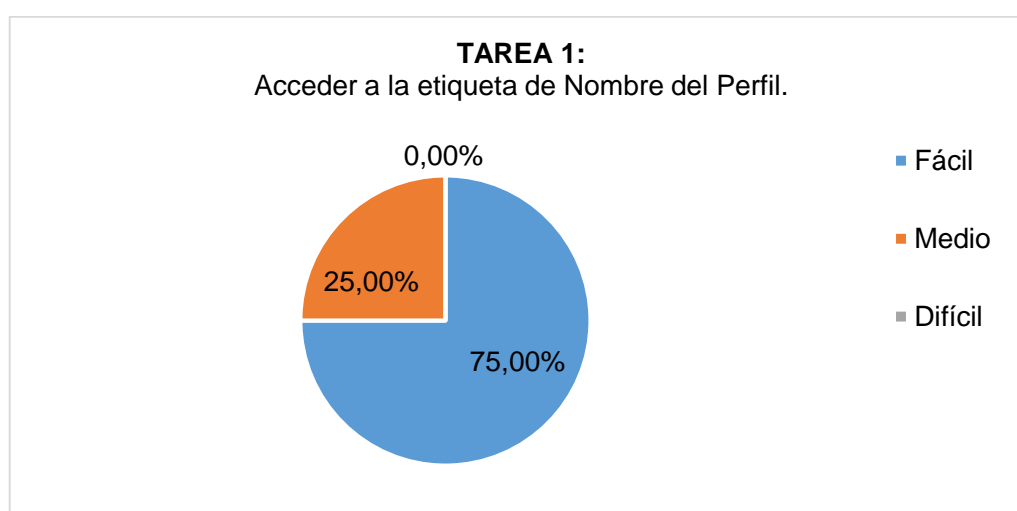


Figura 52: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 1.

Elaborado por: Francisco Tisalema

La **Tabla 11** muestra las ponderaciones que obtiene la Tarea 2 **Escribir el nombre del perfil de acuerdo al patrón establecido**, estos porcentajes se obtuvieron después de ejecutar la prueba de accesibilidad realizada por los usuarios. Además, en la misma tabla se puede observar que aparecen seis usuarios que califican a la tarea como de dificultad media y también un usuario expone que le resultó difícil realizar la prueba. Asimismo, la **Figura 53** exhibe que el 75 % de usuarios cataloga a la Tarea 2 como tarea de dificultad media. La Tarea 2 tiene esa dificultad porque la mayor parte de estos usuarios no se adaptaban al teclado al momento de escribir. Es decir, no se acostumbraban a usar un teclado diferente al teclado que ellos normalmente usan. De igual manera, se evidenció que a un usuario le resultó difícil realizar esta tarea y no fue el usuario con ceguera como se podía pensar. Se trató de un usuario al que se le vendió los ojos. Este usuario dijo que se le hace difícil escribir sin ver y dijo que sería

bueno practicar más para adquirir la destreza y no cometer errores. Frente a este problema se le ayudó a colocar los dedos en las teclas guías para que así poco a poco, localicen las demás. También se pudo notar que en cambio a un usuario le resultó muy fácil realizar esta tarea y dijo él tenía muy desarrollada esa destreza porque es usuario frecuente de juegos en computadora y que generalmente para escribir no necesita mirar las teclas. Todos los usuarios coincidían que para evitar cometer errores se debe estar familiarizado con el teclado y escuchar atentamente lo que lee el lector de pantalla.

Tabla 11: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 2.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

		Fácil	Medio	Difícil	Total
<b>TAREA 2: Escribir el Nombre del perfil de acuerdo al patrón establecido.</b>	Equivalencia (%)	12,50%	75,00%	12,50%	<b>100%</b>
	N. Usuarios	1	6	1	<b>8</b>

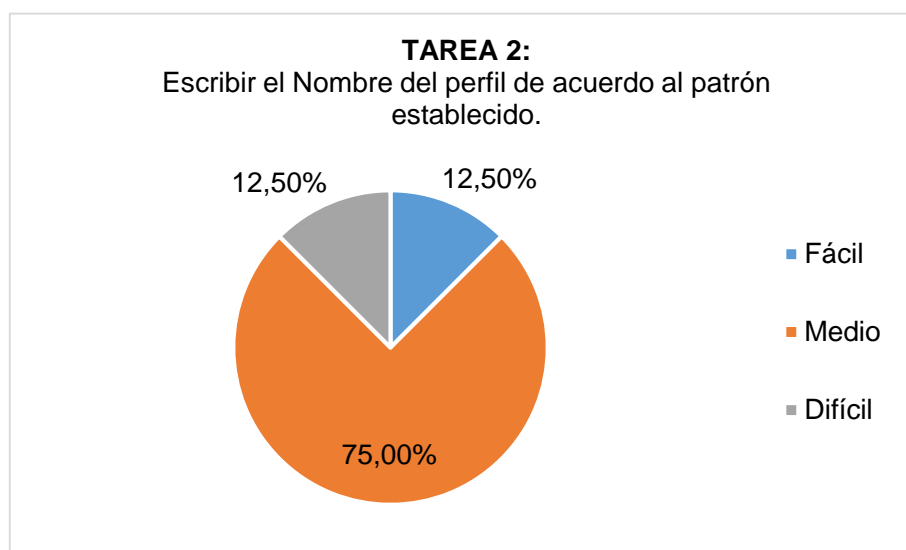


Figura 53: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 2.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

La **Tabla 12** muestra el resultado obtenido luego de la evaluación que le realizó a la Tarea 3. Esta tarea consiste en navegar hasta llegar a las casillas de verificación a ser seleccionadas les resultó fácil a todos los ocho usuarios. Debido a que la navegación solo se la realiza mediante la tecla TAB y que además el lector de pantalla les guiaba al momento de navegar en el prototipo. De igual forma, en la **Figura 54** se puede observar que el 100% de los usuarios realizaron la tarea con total facilidad. Los usuarios dijeron que el usar solo una tecla para navegar por el prototipo ayuda a que sea fácil.

Tabla 12: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 3.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

		Fácil	Medio	Difícil	Total
<b>TAREA 3: Navegar hasta llegar a las casillas de verificación a ser seleccionadas.</b>	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%	<b>100%</b>
	N. Usuarios	8	0	0	<b>8</b>

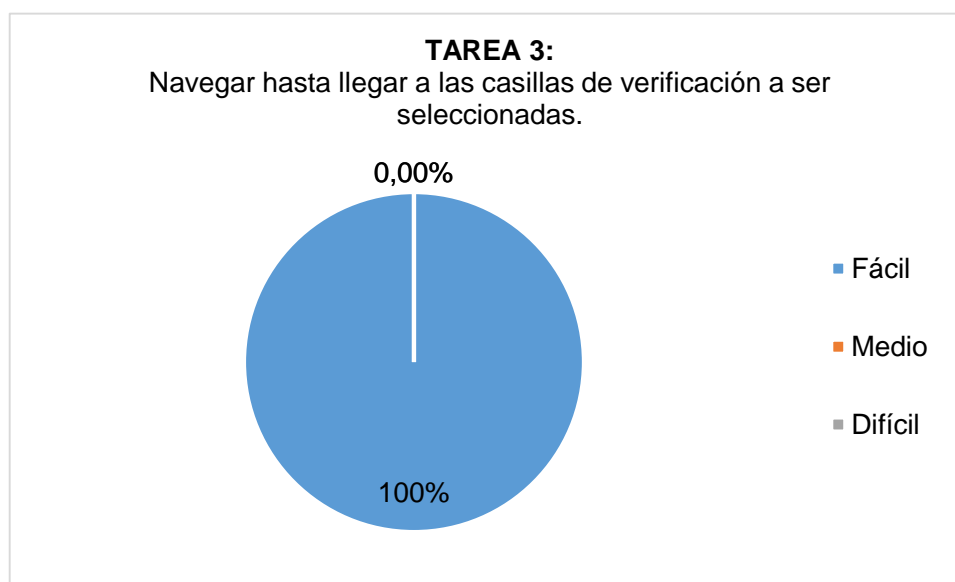


Figura 54: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 3.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

La **Tabla 13** muestra el resultado que se obtuvo luego de realizar la evaluación para la Tarea 4. El resultado que se exhibe permite afirmar que la Tarea 4 se realizó con éxito. Asimismo, la **Figura 55** permite notar que 100% de los usuarios realizaron la Tarea 4 de manera fácil. Cabe mencionar que los usuarios se sintieron cómodos al seleccionar en las casillas de verificación las opciones de accesibilidad porque solo necesitaron usar la barra espaciadora del computador. Escucharon con mucha atención lo que decía el lector de pantalla y luego seleccionaban las opciones de accesibilidad.

Tabla 13: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 4.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

		Fácil	Medio	Difícil	Total
<b>TAREA 4: Seleccionar en las casillas de verificación las opciones de accesibilidad.</b>	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%	<b>100%</b>
	N. Usuarios	8	0	0	<b>8</b>

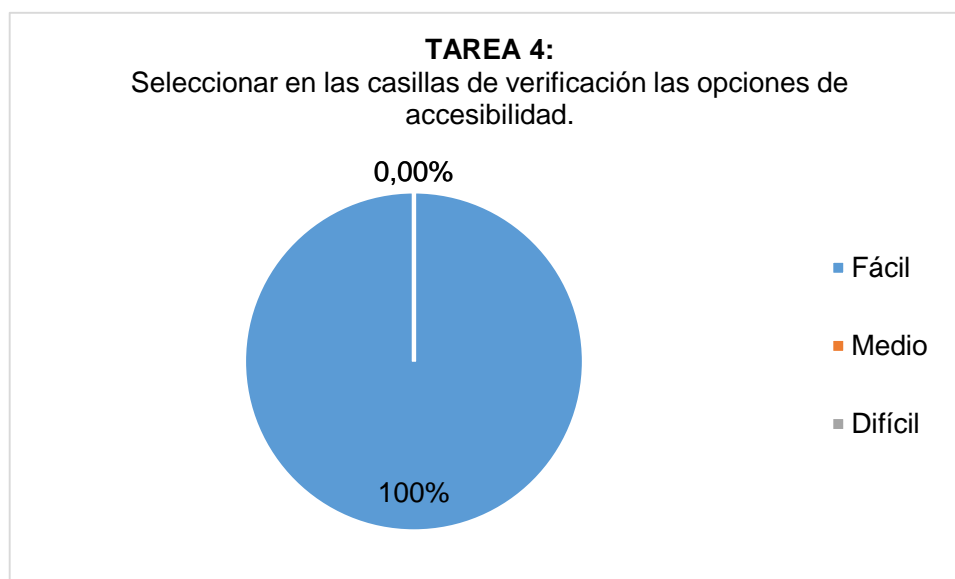


Figura 55: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 4.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

La **Tabla 14** muestra el resultado que se obtuvo después de realizar la evaluación de la Tarea 5. La Tarea 5 consistió en utilizar el botón Guardar para generar el archivo

XML. Se pudo observar que los usuarios se sentían cómodos al momento de usar el botón Guardar y les agradó que pudieran escuchar donde se almacena el archivo que se genera. La **Figura 56** enfatiza el hecho de que la tarea fue realizada con éxito. Se puede observar que el 100% de los usuarios pudieron realizarlo con facilidad. El éxito en la ejecución de esta tarea se debe a la atención que ponen los usuarios al lector de pantalla y que ya se familiarizaron con el teclado del computador de prueba.

Tabla 14: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 5.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

		Fácil	Medio	Difícil	Total
<b>TAREA 5: Utilizar el botón Guardar para generar el archivo.</b>	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%	<b>100%</b>
	N. Usuarios	8	0	0	<b>8</b>

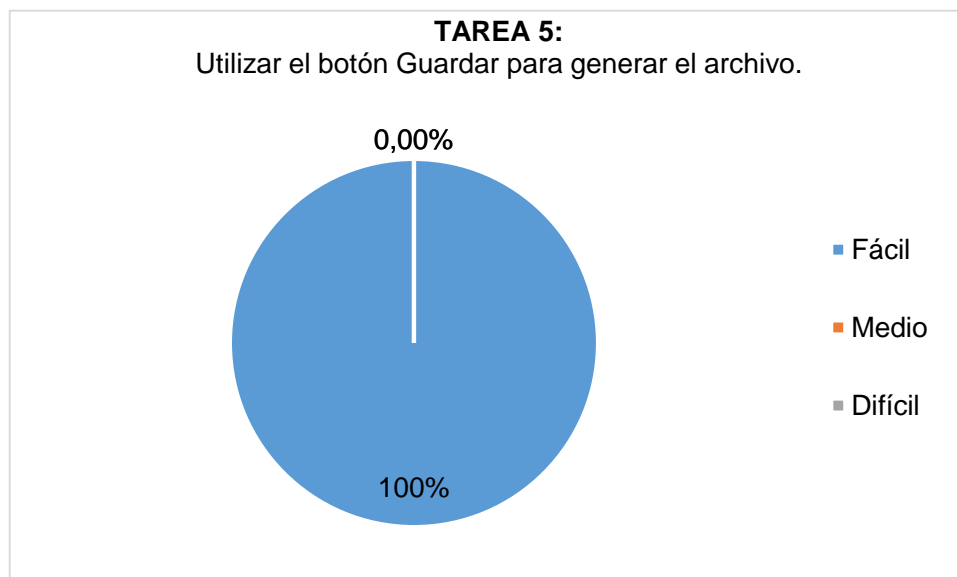


Figura 56: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 5.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

En la **Tabla 15** se observa un resumen de la evaluación de la Tarea 6. La Tarea 6 consistió en utilizar el botón Limpiar Formulario. Se pudo observar que los usuarios al



pulsar el botón escuchaban un sonido y luego se cercioraban que en realidad el prototipo quedaba vacío. Para asegurarse que se había limpiado todo, el usuario navegaba de nuevo hacia atrás o hacia delante mediante TAB o TAB +SHIFT. La **Figura 57** exhibe que la tarea se la realizó de forma fácil en un 100%, lo cual expresa que la prueba se realizó con comodidad por parte de los usuarios. Los usuarios realizaron esta prueba con mayor seguridad que al inicio.

Tabla 15: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 6.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

		Fácil	Medio	Difícil	Total
<b>TAREA 6: Utilizar el botón limpiar formulario.</b>	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%	<b>100%</b>
	N. Usuarios	8	0	0	<b>8</b>

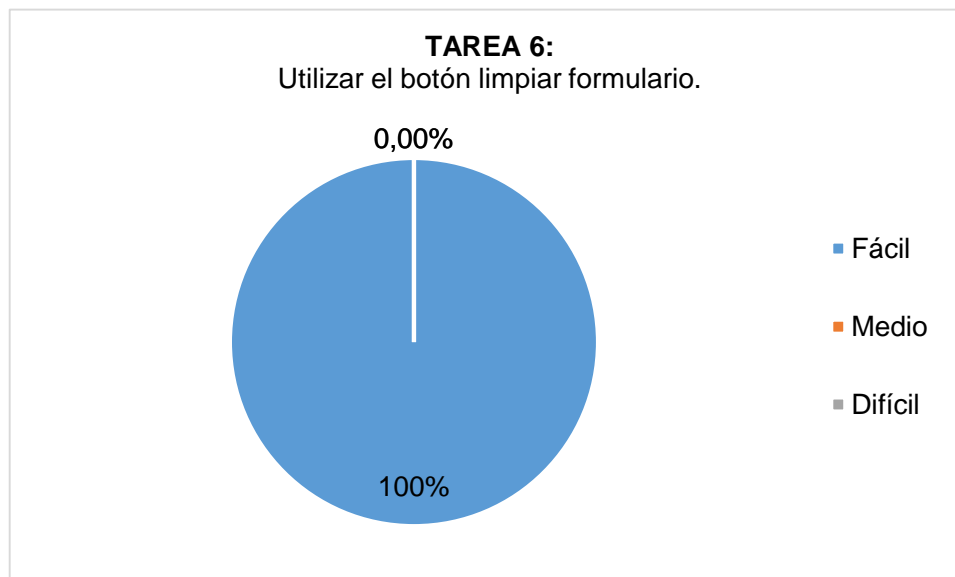


Figura 57: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 6.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

La **Tabla 16** exhibe el resultado que se tuvo luego de haber realizado la Tarea 7. En este punto los usuarios interactuaron de mejor manera con el prototipo y pudieron efectuar el uso del botón Salir Sin Guardar sin ninguna novedad. Se apreció que los

usuarios pudieron darse cuenta que habían abandonado el formulario. Esto se debió a que luego de pulsar el botón Salir Sin Guardar el usuario escucha que ha salido. Esto resultó conveniente para los usuarios. La **Figura 58** ilustra de forma clara que la tarea se realiza con éxito. Finalmente los usuarios mencionaron que el uso continuo del prototipo hará que todo se haga más fácil y así evitar cometer errores.

Tabla 16: Resultados de la prueba de accesibilidad de la Tarea 7.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

		Fácil	Medio	Difícil	Total
<b>TAREA 7: Utilizar el botón Salir sin guardar.</b>	Equivalencia (%)	100%	0,00%	0,00%	<b>100%</b>
	N. Usuarios	8	0	0	<b>8</b>

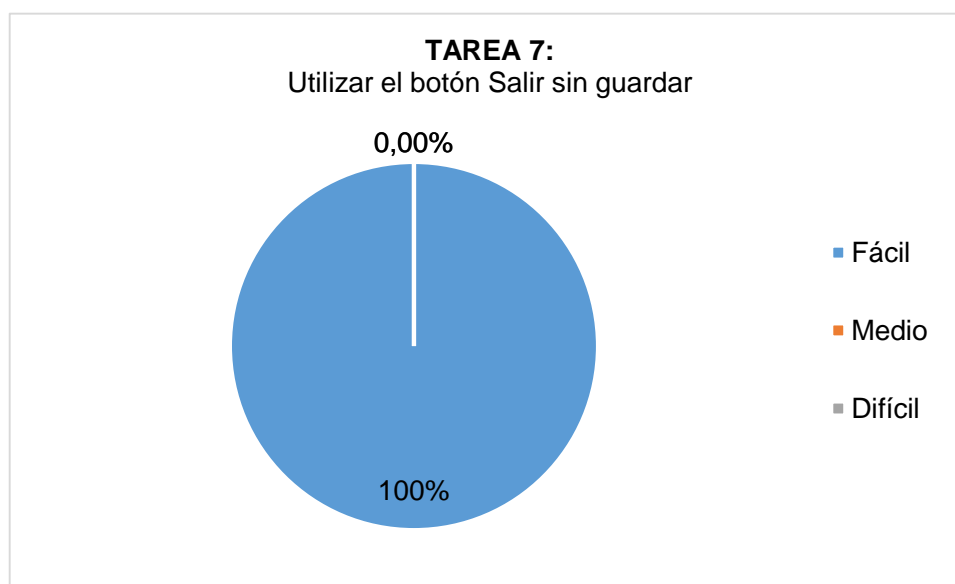


Figura 58: Resultado de la prueba de accesibilidad realizada a la Tarea 7.  
Elaborado por: Francisco Tisalema.

### 3.6 Mejora del prototipo

Esta sección contiene la solución dada a los errores encontrados durante la evaluación para el perfeccionamiento del prototipo de servicio de perfilado de preferencias de accesibilidad. Es decir, proporciona la solución a los errores que se obtuvieron al

realizar la evaluación mediante las herramientas WAVE y el TAW. Mediante la mejora se obtiene un servicio más accesible para todos los usuarios.

Se localizó dos errores en el estilo del servicio al realizar el análisis mediante la herramienta WAVE. Para solucionar el error referente al lenguaje de la página se añadió el atributo **lang**. Este se utiliza para declarar el idioma de una página web. Luego para solucionar el error acerca de un control de formulario sin etiqueta se procedió a añadir el atributo **aria-labelledby**.

En la **Figura 59** se muestra que se ha solucionado el error referente al lenguaje del Servicio. Además se puede observar el atributo lang = "es" agregado.

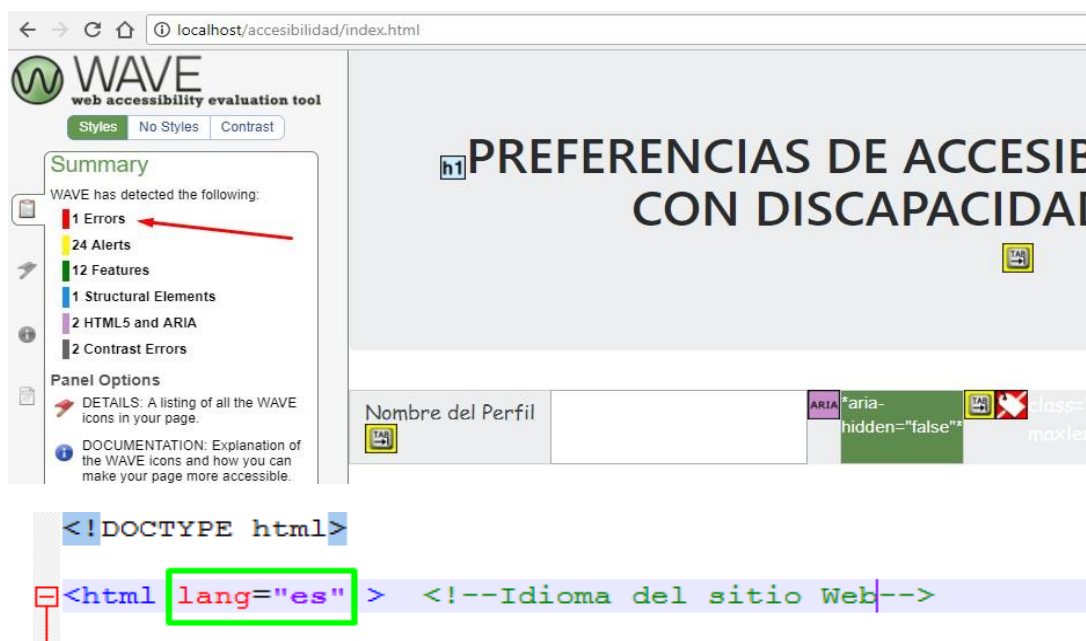
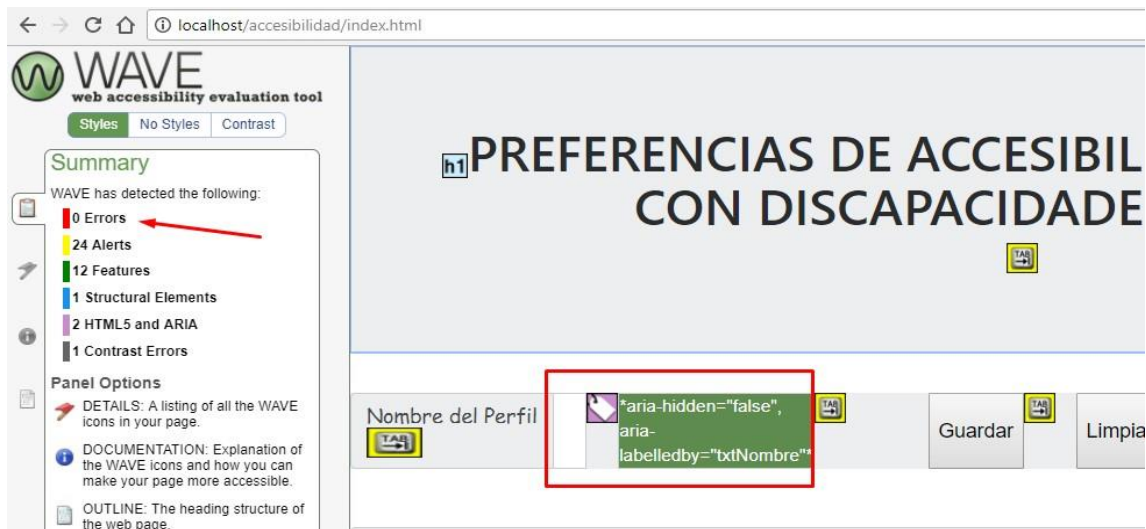


Figura 59: Solución al error del idioma.

En la **Figura 60** se muestra que se ha solucionado el error referente a que un control de formulario no tiene etiqueta definida. Esto se lo puede comprobar en los resultados de la herramienta WAVE. Para esto se añadió el atributo **aria-labelledby**. Este atributo establece relaciones entre los objetos y sus etiquetas mediante un **id** de elemento. La tecnología de asistencia, en este caso, el lector de pantalla usa este atributo con el objetivo de clasificar objetos en un documento para que los usuarios puedan navegar entre ellos [69].



```
<input type="text" id="txtNombre" aria-hidden="false" name="nombre" tabindex="3"
onchange="validarCampo(this.value);" aria-labelledby="txtNombre"
class="form-control" maxlength="50">&emsp;&emsp;&emsp;&emsp;
```

Figura 60: Solución al error de etiqueta no definida.

En la **Figura 61** se muestra que se ha solucionado el error de contraste que tenía el sitio. Para solucionar el error de contraste se modificó los colores de primer plano y de fondo. Esto se logró en cooperación con un usuario que tiene baja visión.



Figura 61: Solución al error de contraste.

En la **Figura 60** se muestra una mejora que se le dio al prototipo del servicio de perfilado de preferencias de accesibilidad. Se duplico los botones Guardar, Limpiar Formulario y Salir Sin Guardar. Esto se hizo porque se observó que los usuarios querían guardar inmediatamente después de terminar de realizar las tareas sin tener que regresar a los botones que están en la parte superior del prototipo.

localhost/accesibilidad/index.html

## PREFERENCIAS DE ACCESIBILIDAD DE USUARIOS CON DISCAPACIDADES VISUALES

Nombre del Perfil

**SELECCIONE LOS MODOS DE ACCESO CON LOS QUE USTED SE SIENTA CÓMODO.**

- **Acceso auditivo.** El contenido de la interfaz podrá ser escuchada.
- **Acceso textual.** El usuario podrá escribir en los campos de escritura palabras para poder interactuar con el contenido.
- **Acceso visual.** El usuario podrá ver el contenido al momento de la navegación.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE ADAPTACIÓN QUE DESEE EN LOS MODOS DE ACCESO ELEGIDOS.**

- **Alternativas de texto.** El contenido no textual podrá cambiarse en otras formas tales como letra grande, braille, símbolos o lenguaje más simple.
- **Narrativa textual en video e imágenes.** Los videos o imágenes deben tener un breve texto con la explicación de la misma.
- **Alto contraste de colores.** Permitirá notar de mejor manera los colores claros y oscuros del contenido tanto textual como no textual.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE OPERABILIDAD QUE DESEE QUE TENGA EL CONTENIDO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.**

- **Operado por teclado.** Toda la funcionalidad del contenido se realizará por medio del teclado.
- **Tiempo suficiente.** El usuario tendrá el tiempo suficiente para leer, usar y escuchar el contenido.
- **Destellos mínimos.** Mínimos destellos o parpadeos en la pantalla evitará interferir con la capacidad del usuario para emplear el contenido.
- **Contenido redimensionable.** El contenido podrá cambiar de tamaño sin perder la funcionalidad, lo cual hará más accesible para el usuario.

**SELECCIONE CUALQUIER TIPO DE INFORMACIÓN Y EL FUNCIONAMIENTO DEL CONTENIDO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.**

- **Contenido legible.** Todo el contenido de la interfaz será claro y comprensible para el usuario.
- **Archivo accesible.** Los documentos cumplirán con las normas de accesibilidad para evitar problemas con los lectores de pantalla.

Figura 62: Página del servicio.

### 3.7 Análisis de las preferencias de los usuarios con ceguera, con baja visión y con daltonismo.

La evaluación del prototipo de preferencias de accesibilidad de usuarios con discapacidades visuales que se realizó a los usuarios con ceguera, con baja visión y con daltonismo, permitió obtener la lista de preferencias de accesibilidad que son útiles para estos usuarios. De tal manera, las preferencias de accesibilidad que se obtienen ayudarán a estos tipos de usuarios a interactuar de mejor manera en las plataformas MOOC. Asimismo, las preferencias obtenidas ayudarán a aprovechar de mejor manera los cursos en las plataformas MOOC. Todo esto se hace gracias a que las preferencias ayudan a configurar todas las componentes que contengan los cursos dentro de las plataformas MOOC.

En la **Tabla 17** se muestra las preferencias de accesibilidad para el usuario con ceguera. Estas preferencias permitirán que el usuario con ceguera pueda interactuar de la mejor manera con las plataformas MOOC y con los cursos dentro de la misma.

Tabla 17: Preferencias de accesibilidad para usuario con ceguera.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

<b>Accessibility Preferences</b>	<b>Preferencias de Accesibilidad</b>
Auditory Access	Acceso Auditivo
Text Access	Acceso Textual
Text Narrative	Narrativa Textual
Keyboard Access	Acceso por Teclado
Time Adjustable	Tiempo Ajustable
Resize Content	Contenido Redimensionable
Readable Content	Contenido Legible
Accesible Files	Archivos Accesibles

En la **Tabla 18** se muestra las preferencias de accesibilidad para el usuario con baja visión. Estas preferencias permitirán que el usuario con baja visión pueda interactuar de la mejor manera con las plataformas MOOC y con los cursos dentro de la misma.

Tabla 18: Preferencias de accesibilidad para usuario con baja visión.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

<b>Accessibility Preferences</b>	<b>Preferencias de Accesibilidad</b>
Auditory Access	Acceso Auditivo
Text Narrative	Narrativa Textual
Keyboard Access	Acceso por Teclado
Time Adjustable	Tiempo Ajustable

Minimum Flashes	Destellos Mínimos
Readable Content	Contenido Legible
Accessible Files	Archivos Accesibles

En la **Tabla 19** se muestra las preferencias de accesibilidad para el usuario con daltonismo. Estas preferencias permitirán que el usuario con daltonismo pueda interactuar de la mejor manera con las plataformas MOOC y con los cursos dentro de la misma.

Tabla 19: Preferencias de accesibilidad para usuario con daltonismo.

Elaborado por: Francisco Tisalema.

<b>Accessibility Preferences</b>	<b>Preferencias de Accesibilidad</b>
Visual Access	Acceso Visual
Color Contrast	Contraste de Colores
Keyboard Access	Acceso por Teclado
Time Adjustable	Tiempo Ajustable
Rezize Content	Contenido Redimensionable
Readable Content	Contenido Legible
Accessible Files	Archivos Accesibles

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- La investigación preliminar para el desarrollo del prototipo de servicio de perfilado de usuarios con discapacidades visuales permitió evidenciar que las plataformas MOOC tienen falencias en cuanto a la accesibilidad. Hasta donde se conoce, actualmente no existe algún servicio de perfilado de usuarios que ayude en la facilidad de uso y facilidad de acceso para los usuarios con discapacidades visuales que quieran utilizar MOOCs.
- El estudio y análisis que se realizó a las pautas de accesibilidad WCAG 2.0 y las propiedades de necesidades personales y preferencias PNP ayudó a la definición de las etiquetas XML para definir el perfilado de usuarios.
- El elaborar los diagramas UML tanto de estado como de actividades ayudó a concebir de mejor manera la funcionalidad que va a prestar el servicio. Mientras más simples sean los diagramas UML es más fácil de implementar y de mantener.
- El diseño de la interfaz gráfica incluyó una descripción para las etiquetas. Esto ayuda a los usuarios en la comprensión de las opciones de preferencias antes de ser seleccionada.
- Para que el servicio sea operativo es necesario utilizar WSDL, que es básicamente el manual de uso del servicio. Este indica las interfaces que provee el servicio y los datos que se necesitan para usar el servicio. Además, se necesita utilizar UDDI que es un tipo de directorio en el cual se almacenan los servicios.
- La proyección es que las plataformas MOOC consuman el servicio utilizando el protocolo HTTP con XML. El protocolo HTTP hace posible el intercambio de información entre los clientes Web y los servidores HTTP.
- La evaluación que se realizó al prototipo mediante herramientas automáticas para verificar el nivel de cumplimiento de las pautas de accesibilidad WCAG permitió encontrar errores y mejorar el prototipo. Esto ayudó para que el prototipo sea mejor estructurado y a su vez sea más accesible para los usuarios con discapacidades visuales.



- Los resultados de las herramientas automáticas deber ser analizados por un profesional que conozca de pruebas accesibilidad para interpretarlos adecuadamente.
- *El efectuar las pruebas con usuarios ayudó a evaluar la facilidad de uso del prototipo en un ambiente real. Asimismo, estas pruebas permitieron verificar el correcto diseño y construcción del prototipo. Los usuarios interactuaron con el prototipo de forma satisfactoria con el apoyo de un lector de pantalla y el teclado.*
- Las pruebas que se realizaron a los usuarios sobre el uso del prototipo fueron satisfactorias en general. Esto se debió a que los usuarios lograron cumplir con las tareas que se les encomendó. Se pudo observar que los usuarios consumieron más tiempo en una tarea específica porque no se adaptaban al teclado.
- Los usuarios dijeron estar satisfechos con el prototipo porque fue fácil interactuar con el mismo. Asimismo, manifestaron que usar constantemente el prototipo evitará cometer errores o demorarse más tiempo en realizar las tareas.

## 4.2 Recomendaciones

- Se sugiere a los desarrolladores tanto de las plataformas MOOC como también a los desarrolladores de cursos MOOC revisen este trabajo de titulación y utilicen los criterios aquí descritos.
- Se recomienda continuar añadiendo y actualizando la lista de etiquetas (atributos) de accesibilidad que se utilizan para definir el perfil de preferencias de usuarios. El estar constantemente añadiendo y actualizando las etiquetas tendrá como propósito de que cada vez las preferencias de accesibilidad cubran más tipos de discapacidades.
- El servicio que se prototipó en este proyecto debe ser internacionalizado a varios idiomas, empezando por el inglés. Se debería empezar por el inglés porque la mayoría de MOOCs utilizan el idioma inglés. El prototipo actual está creado en el idioma español.

- Para realizar evaluaciones de accesibilidad de productos de software se debe tomar en cuenta que los usuarios con ceguera deben tener experiencia en el uso de lectores de pantalla y además que estén familiarizados con la ubicación de las teclas en el teclado.
- En el caso que se utilicen usuario con vendas en los ojos para simular usuarios con ceguera, dichos usuarios deben recibir un entrenamiento del uso de los lectores de pantalla y del teclado. Esto ayudará a que los usuarios tengan facilidad de uso y facilidad de acceso en el prototipo que vaya a ser evaluado.
- A futuro, se recomienda incorporar en el servicio perfiles genéricos que al ser seleccionados muestren el formulario con información previamente cargada y le permitan al usuario actualizar lo que considere necesario. Estos perfiles genéricos estarían organizados por discapacidad.
- Las plataformas MOOC deberían utilizar el archivo XML generado por el servicio de perfilado de usuarios con discapacidades visuales para adaptar la interfaz y operación de la plataforma en sí. Del mismo modo, el uso del archivo XML también ayudará a seleccionar y presentar los contenidos educativos acorde a las preferencias de accesibilidad del usuario.

## • REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] W3C, H. Shawn y Grupo de Trabajo de Educación y Difusión, «Introducción a la Accesibilidad Web,» Septiembre 2005. [En línea]. Available: <http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].
- [2] News Medical, A. Mandal y A. Cashin-Garbutt, «Visual Impairment,» 17 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://www.news-medical.net/health/What-is-visual-impairment.aspx>. [Último acceso: 29 Julio 2017].
- [3] S. Sanchez-Gordon y S. Luján-Mora, «Accessibility considerations of Massive Online Open Courses as creditable courses in engineering,» de *International Conference of Education, Research and Innovation*, Seville, 2013.
- [4] Universidad Autónoma de Barcelona, «Características de un curso MOOC,» 11 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://www.uab.cat/web/estudiar/mooc/caracteristicas-de-un-curso-mooc-1345668281263.html>. [Último acceso: 19 Agosto 2017].
- [5] P. Baker , K. Bujak y R. DeMillo, «The evolving university: Disruptive change and institutional innovation,» de *International Conference on Software Development for Enhancing DSAI 2012*, Douro, 2012.
- [6] MOOC-maker, G. Gallego, N. Roldán-López, C. Torres-Velásquez, et al., «Construction of Management Capacities of MOOC in Higher Education,» Octubre 2016. [En línea]. Available: [http://www.mooc-maker.org/wp-content/files/WPD1.13\\_ESPAOL.pdf](http://www.mooc-maker.org/wp-content/files/WPD1.13_ESPAOL.pdf). [Último acceso: 19 Agosto 2017].
- [7] Definición.de, J. Pérez-Porto y A. Gardey, «Definición de Accesibilidad,» 2009. [En línea]. Available: <http://definicion.de/accesibilidad/>. [Último acceso: 17 Junio 2017].
- [8] S. Sanchez-Gordon y S. Luján-Mora, «Web accessibility of MOOCs for elderly students,» de *International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training* , Antalya, 2013.
- [9] Techopedia Inc, «Perfil del usuario,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.techopedia.com/definicion/16137/user-profile>. [Último acceso: 24 Agosto 2017].
- [10] I. DeveloperWorks, «Introducción a SOA y servicios web,» 05 Marzo 2007. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/webservices/newto/service.html>. [Último acceso: 14 Julio 2017].
- [11] M. Tamayo , *El Proceso de la Investigación Científica*, 4ta ed., México: Limusa, 2004, pp. 42-43.

- [12] Study y L. Stanley , «Software Prototyping, Definition, Models & Tools,» 2003. [En línea]. Available: <http://study.com/academy/lesson/what-is-software-prototyping-definition-models-tools.html>. [Último acceso: 17 Junio 2017].
- [13] Tutorialspoint, «SDLC Software Prototype Model,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.tutorialspoint.com/sdlc/sdlc\\_software\\_prototyping.htm](https://www.tutorialspoint.com/sdlc/sdlc_software_prototyping.htm). [Último acceso: 17 Junio 2017].
- [14] I. Sommerville , Ingeniería de Software, 9na ed., México: Pearson Educación, 2011, pp. 45-46.
- [15] Experto Java Universidad de Alicante, «Desarrollo de Aplicaciones y Servicios con Java EE,» 26 Junio 2014. [En línea]. Available: <http://www.jtech.ua.es/j2ee/publico/servc-web-2012-13/sesion01-apuntes.html>. [Último acceso: 24 Agosto 2017].
- [16] Arquitectura Orientada a Servicios y A. Barco , «SOA y los Servicios Web,» 6 Junio 2006. [En línea]. Available: <http://arquitecturaorientadaaservicios.blogspot.com/2006/06/soa-y-los-servicios-web-i.html>. [Último acceso: 24 Agosto 2017].
- [17] Searchsecurity.techtarget y M. Rouse , «User Profile,» Junio 2007. [En línea]. Available: <http://searchsecurity.techtarget.com/definition/user-profile>. [Último acceso: 24 Julio 2017].
- [18] Deusto Universidad de Deusto y M. Plourdeu, «MOOCs,» 28 Abril 2017. [En línea]. Available: <http://bibloguias.biblioteca.deusto.es/Mooc>. [Último acceso: 18 Agosto 2017].
- [19] F. Iniesto y R. Covadonga , «Accessible user profile modeling for academic services based on MOOCs,» de *International Conference on Human Computer Interaction XVI*, Villanueva-Geltrú, 2015.
- [20] S. Sánchez-Gordón y S. Luján-Mora, «Technological Innovations in Large-Scale Teaching: Five Roots of MOOCs.,» *In Journal of Educational Computing Research.*, Septiembre 2017.
- [21] N. Andrew y D. Koller, «Coursera,» 2011. [En línea]. Available: <https://es.coursera.org/browse?languages=es>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].
- [22] Instituto Tecnológico de Massachusetts y Universidad de Harvard, «edX,» Mayo 2012. [En línea]. Available: <https://www.edx.org/es>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].
- [23] Universidad de Tsinghua, «xuetangx,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.xuetangx.com/global>. [Último acceso: 18 Septiembre 2017].
- [24] Universidad Abierta del Reino Unido, Universidad de Birmingham, Universidad de Bristol, et al., «Future Learn,» Diciembre 2012. [En línea]. Available: <https://www.futurelearn.com/courses>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].
- [25] S. Thrun y D. Stavens , «Udacity,» Febrero 2012. [En línea]. Available: <https://www.udacity.com/courses/all>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].

- [26] Banco Santander y Telefónica S.A, «miriadaX,» 2013. [En línea]. Available: <https://miriadax.net/web/general-navigation/cursos>. [Último acceso: 10 Agosto 2017].
- [27] INRIA, CINES y RENATER, «Fun MOOC,» 2 Octubre 2013. [En línea]. Available: <https://www.fun-mooc.fr/>. [Último acceso: 18 Septiembre 2017].
- [28] Secretaria de Educacion Pública de México, Estrategia Digital Nacional de México y Dirección General de Televisión Educativa , «mexicoX,» 23 Junio 2015. [En línea]. Available: <http://mexicox.gob.mx/>. [Último acceso: 18 Septiembre 2017].
- [29] S. Sanchez-Gordon y S. Luján-Mora, «How Could MOOCs Become Accessible? The Case of edX and the Future of Inclusive Online Learning,» *Journal of Universal Computer Science*, vol. 22, nº 1, p. 61, 1 Enero 2016.
- [30] Universitarios.universia y F. Bacaicoa , «Discapacidad visual,» 2015. [En línea]. Available: <http://universitarios.universia.es/voluntariado/discapacidad/discapacidad-visual/>. [Último acceso: 14 Marzo 2017].
- [31] CuidaTuVista y R. García , «Baja visión y Ceguera legal,» 2017. [En línea]. Available: <https://cuidatuvista.com/baja-vision-y-ceguera-legal/>. [Último acceso: 14 Marzo 2017].
- [32] European Council of Optometry and Optics ECOO y M. Crossland , «Baja Visión,» Marzo 2011. [En línea]. Available: <http://www.ecoo.info/wp-content/uploads/2011/03/BAJA-VISION.pdf>. [Último acceso: 14 Marzo 2017].
- [33] American Academy of Ophthalmology y K. Boyd, «Las Cataratas,» 8 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/que-son-las-cataratas>. [Último acceso: 25 Agosto 2017].
- [34] American Academy of Ophthalmology y K. Boyd , «El Glaucoma,» 8 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/que-es-la-glaucoma>. [Último acceso: 24 Agosto 2017].
- [35] American Academy of Ophthalmology y K. Boyd, «La Uveítis,» 17 Julio 2012. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/que-es-la-uveitis>. [Último acceso: 25 Agosto 2017].
- [36] American Academy of Ophthalmology y K. Boyd , «Degeneración macular relacionada con la edad,» 1 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/dmre-degeneracion-macular-relacionada-edad>. [Último acceso: 24 Agosto 2017].
- [37] Instituto de la Mácula y P. Verdaguer, «Opacidad Corneal,» 5 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://www.institutmacula.com/patologia/opacidad-corneal/>. [Último acceso: 25 Agosto 2017].
- [38] American Academy of Ophthalmology y K. Boyd , «El Tracoma,» 10 Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/que-es-tracoma>. [Último acceso: 25 Agosto 2017].

- [39] American Academy of Ophthalmology y K. Boyd , «La Retinopatía Diabética,» 1 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/retinopatia-diabetica>. [Último acceso: 24 Agosto 2017].
- [40] American Academy of Ophthalmology, «Retinitis Pigmentaria,» 17 Enero 2012. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/retinitis-pigmentaria>. [Último acceso: 29 Agosto 2017].
- [41] American Academy of Ophthalmology y D. Turbert, «Baja visión,» 29 Enero 2017. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/baja-vision>. [Último acceso: 14 Marzo 2017].
- [42] American Academy of Ophthalmology y M. Marcet , «Daltonismo,» 02 Julio 2013. [En línea]. Available: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/daltonismo>. [Último acceso: 13 Marzo 2017].
- [43] ClinicaBaviera, «Tipos de daltomismo.,» 2 Junio 2014. [En línea]. Available: <http://www.clinicabaviera.com/blog/salud-visual/tipos-de-daltonismo/>. [Último acceso: 29 Agosto 2017].
- [44] S. Sanchez-Gordon, «Desarrollo de un proceso de implementación de cursos en línea masivos y abiertos accesibles,» Universidad de Alicante, Alicante, 2017.
- [45] Euroblind y R. Ferretti , «Making information accessible for al,» Septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.euroblind.org/resources/guidelines/brochure-translations/nr/426#Text>. [Último acceso: 18 Mayo 2017].
- [46] W3C, W. Chisholm y G. Vanderheiden, «Técnicas HTML para las Pautas de Accesibilidad al Contenido de la Web 1.0,» 06 11 2000. [En línea]. Available: <http://www.w3.org/TR/WCAG10-HTML-TECHS/>. [Último acceso: 19 Mayo 2017].
- [47] J. Pintos , Aplicación de técnicas de usabilidad y accesibilidad en el entorno cliente., 1ra ed., Málaga: IC Editorial, 2014, pp. 8-13.
- [48] S. Luján-Mora y Á. Cabañero-Resta, «Accesibilidad Web,» 2017. [En línea]. Available: <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=deficit-visual-ceguera>. [Último acceso: 20 Mayo 2017].
- [49] Discapnet y C. Egea , «Haciendo una bitácora accesible,» 2006. [En línea]. Available: <http://usuarios.discapnet.es/disweb2000/blog/2005/06/paso-4-elegir-un-titulo-significativo.html>. [Último acceso: 20 Mayo 2017].
- [50] W3C , «Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0,» 11 Diciembre 2008. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>. [Último acceso: 14 Marzo 2017].
- [51] InternetizaME y Á. Alemán, «Como Crear una Web Accesible,» 24 Febero 2014. [En línea]. Available: <http://angelaleman.com/blog/como-crear-una-web-accesible/>. [Último acceso: 18 Agosto 2017].

- [52] S. Otón , C. Batanero , J. Alonso, et al., «Especificación IMS Access for All 3.0,» de *Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas*, Huancayo, 2013.
- [53] S. Otón, J. Gutiérrez y C. Batanero, «Especificación IMS AfA v3.0. Desarrollo de Herramientas para Facilitar su Adopción,» de *Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje*, Manizales, 2014.
- [54] R. Pressman , *Ingeniería de Software Un enfoque Práctico*, Séptima ed., México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, 2010, pp. 725-736.
- [55] Phpwebquest, «Diagrama de actividades,» 2008. [En línea]. Available: [http://phpwebquest.org/cursocep/webquest/soporte\\_tabbed\\_w.php?id\\_actividad=18518&id\\_pagina=1](http://phpwebquest.org/cursocep/webquest/soporte_tabbed_w.php?id_actividad=18518&id_pagina=1). [Último acceso: 10 Agosto 2017].
- [56] I. Sommerville, *Ingeniería de Software*, 9na ed., México: Pearson, 2011, p. 737.
- [57] C. Albornoz , «Diseño de Interfaz Gráfica de Usuario,» de *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Ushuaia, 2014.
- [58] W3schools, «Introducción al HTML,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.w3schools.com/html/html\\_intro.asp](https://www.w3schools.com/html/html_intro.asp). [Último acceso: 22 Septiembre 2017].
- [59] W3C, «El W3C retoma la Actividad de HTML,» 2007. [En línea]. Available: [http://www.w3c.es/Prensa/2007/nota070307\\_html.html](http://www.w3c.es/Prensa/2007/nota070307_html.html). [Último acceso: 22 Septiembre 2017].
- [60] WIRED, «PHP Tutorial para Principiantes,» 15 Febrero 2010. [En línea]. Available: [https://www.wired.com/2010/02/PHP\\_Tutorial\\_for\\_Beginners](https://www.wired.com/2010/02/PHP_Tutorial_for_Beginners). [Último acceso: 22 Septiembre 2017].
- [61] PHP, «Documentación PHP,» 2017. [En línea]. Available: <http://php.net/manual/es/intro-what-is.php>. [Último acceso: 22 Septiembre 2017].
- [62] W3schools, «Tutorial de PHP 5,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.w3schools.com/php/default.asp>. [Último acceso: 22 Septiembre 2017].
- [63] Mozilla Foundation, «Fundamentos de JavaScript,» 21 Septiembre 2017. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting\\_started\\_with\\_the\\_web/JavaScript\\_basics](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/JavaScript_basics). [Último acceso: 22 Septiembre 2017].
- [64] W3schools, «Tutorial de JavaScript,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.w3schools.com/js/default.asp>. [Último acceso: 22 Septiembre 2017].
- [65] W3C, «HTML Y CSS,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>. [Último acceso: 22 Septiembre 2017].

- [66] ARWEB, «Bootstrap en el diseño web,» 29 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.arweb.com/chucherias/%C2%BFque-es-bootstrap-y-como-funciona-en-el-diseno-web/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2017].
- [67] S. Luján, «Accesibilidad Web,» 2006. [En línea]. Available: <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=hr-revision-automaticas>. [Último acceso: 26 Agosto 2017].
- [68] CETIC Centro Tecnológico, «TAW,» 2005. [En línea]. Available: <http://www.tawdis.net/tools/?lang=es>. [Último acceso: 5 Septiembre 2017].
- [69] Mozilla Foundation, «Usando el atributo aria- labelledby,» 31 Julio 2017. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Accessibility/ARIA/ARIA\\_Techniques/Using\\_the\\_aria-labelledby\\_attribute](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Accessibility/ARIA/ARIA_Techniques/Using_the_aria-labelledby_attribute). [Último acceso: 7 Septiembre 2017].