

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DESARROLLO DE PATRONES DE DISEÑO DE SOFTWARE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE APLICACIONES WEB ACCESIBLES PARA USUARIOS CON CEGUERA LEGAL, DALTONISMO DICROMÁTICO Y VISIÓN BORROSA

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

JEFFERSON SANTIAGO GUALOTUÑA FAJARDO

jefferson.gualotuña@epn.edu.ec

ANGEL ENRIQUE MOLINA ORTIZ

angel.molina@epn.edu.ec

Director: Dra. Sandra Patricia Sánchez Gordón

sandra.sanchez@epn.edu.ec

Quito, Septiembre 2017

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jefferson Santiago Gualotuña Fajardo y Angel Enrique Molina Ortiz, bajo mi supervisión.

Dra. Sandra Patricia Sánchez Gordón
DIRECTORA DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros, Jefferson Santiago Gualotuña Fajardo y Angel Enrique Molina Ortiz, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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 normativa institucional vigente.

Jefferson Santiago Gualotuña Fajardo

Angel Enrique Molina Ortiz

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA	2
2.1. SCRUM	2
2.2. WCAG	3
2.2.1. Principio 1. Perceptible	4
2.2.2. Principio 2. Operable	11
2.2.3. Principio 3. Comprensible	16
2.2.4. Principio 4. Robusto	19
2.2.5. Otras Normas	20
2.3. Patrones de diseño	22
2.3.1. Definición.....	23
2.3.2. Antecedentes	23
2.3.3. Representación	23
2.3.4. Esquema genérico propuesto	24
2.4. Sprints	26
2.4.1. Pila de producto.....	26
2.4.2. Primer sprint.....	27
2.4.3. Segundo Sprint	34
2.4.4. Tercer Sprint.....	40
3. RESULTADOS	47
3.1. Resultados del primer sprint	47
3.1.1. Inclusión social en la web	47
3.1.2. Barreras de accesibilidad	47
3.1.3. Herramientas de accesibilidad.....	52
3.2. Resultados del segundo sprint	62
3.2.1. Criterios de cumplimiento y su implementación	62
3.2.2. Mapeo de barreras y criterios de cumplimiento por discapacidad	72
3.2.3. Patrón Base	76
3.2.4. Patrón de Ceguera	80
3.2.5. Patrón de Daltonismo Dicromático	85
3.2.6. Patrón de Visión Borrosa.....	89
3.3. Resultados del tercer sprint	93
3.3.1. Prototipo de aplicación web accesible	93
3.3.2. Implementación de los patrones de diseño	93
3.3.3. Validación del prototipo con herramientas	100

3.3.4. Validación del prototipo con simuladores.....	108
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
4.1. Conclusiones.....	112
4.2. Recomendaciones	112
REFERENCIAS	114
ANEXOS	116

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Actores que intervienen en el desarrollo.....	26
Tabla 2. Historias de usuario priorizadas.....	27
Tabla 3. HU1: Beneficios de la accesibilidad para la inclusión social.....	28
Tabla 4. HU2: Impacto de la accesibilidad web en el incremento de la equidad para los usuarios.....	29
Tabla 5. HU3: Identificar los problemas de accesibilidad presentes en los usuarios con discapacidad.....	29
Tabla 6. HU4: Clasificación de los problemas de accesibilidad web según el tipo de discapacidad visual.....	30
Tabla 7. HU5: Deducción de criterios en base a la clasificación de los problemas de accesibilidad de cada una de las tres discapacidades.....	30
Tabla 8. HU6: Analizar que los criterios preestablecidos solucionan un problema recurrente.....	35
Tabla 9. HU7: Analizar mecanismos de documentación de patrones.....	35
Tabla 10. HU8: Establecer los elementos básicos para la representación de patrones.....	36
Tabla 11. HU9: Diseñar la estructura de los patrones de diseño de software utilizando notación UML.....	36
Tabla 12. HU10: Describir y estructurar las clases, interfaces, tipos de datos y componentes del diagrama.....	37
Tabla 13. HU11: Documentar los patrones de diseño de software.....	37
Tabla 14. HU12: Desarrollo del prototipo de aplicación web accesible.....	41
Tabla 15. HU13: Implementación de los patrones de diseño.....	41
Tabla 16. HU14: Validar el prototipo utilizando herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores.....	42
Tabla 17. Mapeo de barreras y criterios de cumplimiento para visión borrosa.....	73
Tabla 18. Mapeo de barreras y criterios de cumplimiento para ceguera.....	75
Tabla 19. Mapeo de barreras y criterios de cumplimiento para daltonismo dicromático.....	76
Tabla 20. Documentación del patrón base.....	78
Tabla 21. Documentación del patrón de ceguera.....	83
Tabla 22. Documentación del patrón de daltonismo dicromático.....	87
Tabla 23. Documentación del patrón de visión borrosa.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del ciclo iterativo de Scrum	3
Figura 2. Propiedades de un patrón de diseño	25
Figura 3. Esquema de documentación propuesto para patrones de diseño	26
Figura 4. Pila del primer sprint.....	32
Figura 5. Gráfico de esfuerzo del primer sprint.....	33
Figura 6. Pila del segundo sprint.....	38
Figura 7. Gráfico de esfuerzo del segundo sprint.....	39
Figura 8. Primera pila del tercer sprint.....	43
Figura 9. Segunda pila del tercer sprint.....	44
Figura 10. Grafico del esfuerzo de la primera parte del tercer sprint.....	45
Figura 11. Gráfico del esfuerzo de la segunda parte del tercer sprint.....	46
Figura 12. Imagen con texto legible vs texto aumentado	48
Figura 13. Imagen con y sin alto contraste	48
Figura 14. Imagen a color vs blanco y negro	49
Figura 15. Acceso a configuración en Windows 10.....	52
Figura 16. Configuración del sistema operativo.....	53
Figura 17. Opciones del narrador.....	53
Figura 18. Opciones de lupa.....	54
Figura 19. Lupa con opción pantalla completa.....	55
Figura 20. Lupa con opción lentes.....	55
Figura 21. Lupa con opción docked.....	56
Figura 22. Primer tipo de contraste.....	56
Figura 23. Segundo tipo de contraste.....	57
Figura 24. Tercer tipo de contraste.....	57
Figura 25. Cuarto tipo de contraste.....	58
Figura 26. Opciones del Sistema Ubuntu.....	58
Figura 27. Ventana de Opciones del sistema.....	59
Figura 28. Ventana de opciones de accesibilidad.....	59
Figura 29. Lector de pantalla activo.....	60
Figura 30. Alto contraste activo.....	61
Figura 31. Texto grande activado.....	61
Figura 32. Diagrama UML del patrón base.....	79
Figura 33. Diagrama UML patrón de ceguera.....	84
Figura 34. Diagrama UML patrón de daltonismo dicromático.....	88
Figura 35. Diagrama UML patrón de visión borrosa.....	92
Figura 36. Estilos según la discapacidad a la que se adapta el target.....	97
Figura 37. Resultado de la página de Registro con AChecker.....	101
Figura 38. Resultado de la página de Inicio de sesión con AChecker.....	102
Figura 39. Resultado de la página Principal con AChecker.....	103
Figura 40. Resultado de la página de la Lección con AChecker.....	104
Figura 41. Resultado de la página de Evaluación con AChecker.....	105
Figura 42. Resultados de la página de Inicio de Sesión con Wave.....	106
Figura 43. Resultados de la página de Registro con Wave.....	106
Figura 44. Resultados de la página Principal con Wave.....	107
Figura 45. Resultados de la página de la Lección con Wave.....	107
Figura 46. Resultado de la página Evaluación con Wave.....	108

Figura 47. Vista de la página Principal a través de Nocofoe para visión borrosa leve.	
.....	109
Figura 48. Vista de la página Principal a través de Nocofoe para visión borrosa grave.	
.....	109
Figura 49. Vista de la página de la Lección a través de Impairment Simulator para visión borrosa cataratas.	
.....	110
Figura 50. Vista de la página de Lección a través de Spectrum para daltonismo dicromático.	
.....	111

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo el desarrollo de patrones de diseño de software para la implementación de aplicaciones web accesibles para usuarios con ceguera, daltonismo dicromático y visión borrosa. Se realiza un análisis de los principales problemas existentes en aplicaciones web que no presentan la accesibilidad necesaria para usuarios con estas discapacidades, a partir de lo cual se plantea una clasificación por discapacidad para la deducción de las principales barreras de accesibilidad.

Posteriormente se hace un estudio de las pautas de accesibilidad WCAG 2.1 con la finalidad de comprender los posibles métodos para solventar las dificultades que representan las barreras de accesibilidad. Como resultado de este estudio se realiza un mapeo entre barreras y criterios de éxito según el tipo de discapacidad a la que aplica.

A continuación, se desarrollan los patrones de diseño que se obtienen del proceso de análisis y diseño previo. Además, se prueba su validez a través de su implementación en un prototipo que se evalúa con herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores. Es importante tener en cuenta que al considerar la accesibilidad de las aplicaciones web que se desarrollan, los resultados van más allá de una buena experiencia de usuario al acceder al contenido web ya que también aseguran la inclusión social de usuarios con discapacidades.

El desarrollo del proyecto se basa en la metodología SCRUM y cuenta con tres iteraciones. La primera iteración consta del proceso de investigación y análisis de inclusión social, accesibilidad web y patrones de diseño. La segunda iteración se basa en el desarrollo de patrones de diseño con los resultados de la investigación previa. Finalmente, la tercera iteración contiene el desarrollo del prototipo que implementa dos de los patrones de diseño resultantes y la evaluación de su validez, a través de herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores.

Palabras clave: Accesibilidad, Patrones de diseño, Aplicaciones web, Ceguera, Daltonismo dicromático, Visión borrosa, WCAG 2.1, SCRUM.

ABSTRACT

The purpose of this project is the development of software design patterns for the implementation of accessible web applications for users with blindness, dichromatic colour blindness and blurred vision. To do this, an analysis is carried out on the main problems in applications that do not present the necessary accessibility for users with these disabilities, which raises a classification by disability that led to identify the main barriers of accessibility.

Subsequently, there is a study of the accessibility guidelines WCAG 2.1 with the purpose of understanding the possible methods to solvent the difficulties that represent the accessibility barriers. As a result of this study, there is a mapping between barriers and success criteria according to the disability type to the one that applies

Next, the design patterns are developed based on the results obtained from the previous process of analysis and design. Also, their validity is tested through its implementation in a prototype that is evaluated with tools for accessibility evaluation and simulators. It is important to keep in mind that improving the accessibility of web applications results in a better user experience when accessing web content and guarantees the social inclusion of users with disabilities.

The development of the project is based on the SCRUM methodology and has three iterations. The first iteration consists of the process of investigation and analysis of social inclusion, web accessibility and design patterns. The second iteration is based on the development of design patterns with the results of the previous research. Finally the third iteration involves the development of the prototype that implements two of the resulting design patterns and evaluates their validity, through accessibility assessment tools and simulators.

Key words: Accessibility, Design patterns, Web applications, Blindness, Dichromatic colour blindness, Blurred vision, WCAG 2.1, SCRUM.

1. INTRODUCCIÓN

Una sociedad inclusiva se asegura de que todos los individuos que la conforman puedan ejercer sus derechos, tengan acceso a todos los servicios disponibles y tomen ventaja de las oportunidades que se presentan en el medio. Sin embargo, las barreras de accesibilidad representan una de las principales limitantes para la inclusión social de personas con discapacidades.

Si de alguna forma existe cierta dificultad al acceder a algún lugar o servicio para quienes se pueden beneficiar, las discapacidades incrementan el número de dificultades, es decir, crean más barreras para los usuarios. Estas barreras imposibilitan el acceso a ciertos lugares y servicios, por ejemplo, al contenido web.

Toda sociedad está conformada por individuos con diferentes habilidades y capacidades, y todos deben tener las mismas posibilidades de acceso a derechos y servicios básicos, como la web y su contenido. Por este motivo es importante garantizar la accesibilidad en las aplicaciones web. Lamentablemente en la práctica no muchas personas consideran importante la implementación de esta característica ocasionando que un gran número de usuarios sean excluidos en cuanto al acceso a la información en la web y a sus aplicaciones.

Para solucionar este importante problema se plantea el desarrollo de patrones de diseño de software para la implementación de aplicaciones web accesibles, lo que facilitara las posteriores fases del ciclo de vida del desarrollo de software. Los principales beneficiarios son los usuarios con discapacidades visuales de ceguera, daltonismo dicromático y visión borrosa. Sin embargo, todos los usuarios se benefician de una aplicación web accesible pues la accesibilidad beneficia a la usabilidad. Además, la sociedad en su conjunto se vuelve más inclusiva para todos sus miembros.

2. METODOLOGÍA

El presente proyecto es una investigación aplicada y está orientado a resolver el problema de acceso a aplicaciones web para usuarios con discapacidades visuales. En este caso se consideran tres tipos de discapacidades visuales: ceguera, visión borrosa y daltonismo dicromático. Este proyecto se basa en aportes teóricos realizados por investigadores experimentados en este campo, así como en normas, guías y buenas prácticas.

El desarrollo del proyecto se realiza con el marco de desarrollo SCRUM como base y cuenta con tres iteraciones. Inicialmente se realiza un proceso de investigación y análisis sobre la accesibilidad web, para esto tomamos como referencia principal las pautas de accesibilidad para contenido web (WCAG) y las barreras existentes en los usuarios con las discapacidades mencionadas. Posteriormente, se realiza un mapeo entre las barreras estudiadas y los criterios de éxito correspondientes al análisis realizado a las pautas WCAG, en el cual se basa el desarrollo de los patrones de diseño planteados.

Finalmente, se desarrolla un prototipo con los patrones de diseño resultantes y se evalúa su validez, a través de herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores. Adicionalmente, se considera el tema de la mejora en la usabilidad existente en los sistemas que implementan los patrones de diseño para la accesibilidad en aplicativos web y la inclusión social de usuarios discapacitados en la web.

2.1. SCRUM

Se lo define como un marco de trabajo ágil e iterativo para el desarrollo de software que permite gestionar el desarrollo de productos, a través de una estrategia flexible y holística en la que un equipo de desarrollo trabaja como una unidad para alcanzar un objetivo común. Disminuyendo la complejidad del desarrollo en cada uno de sus entregables, de esta manera se obtiene un incremento en la productividad de desarrollo del producto [1].

Una característica importante en Scrum es "inspeccionar y adaptarse". Dado que el desarrollo implica inevitablemente el aprendizaje e innovación, Scrum hace hincapié en dar un breve incremento del producto resultante utilizando prácticas actuales, y luego adaptar las metas del producto y las prácticas de proceso. En la **Figura 1** se describe el proceso iterativo de Scrum.

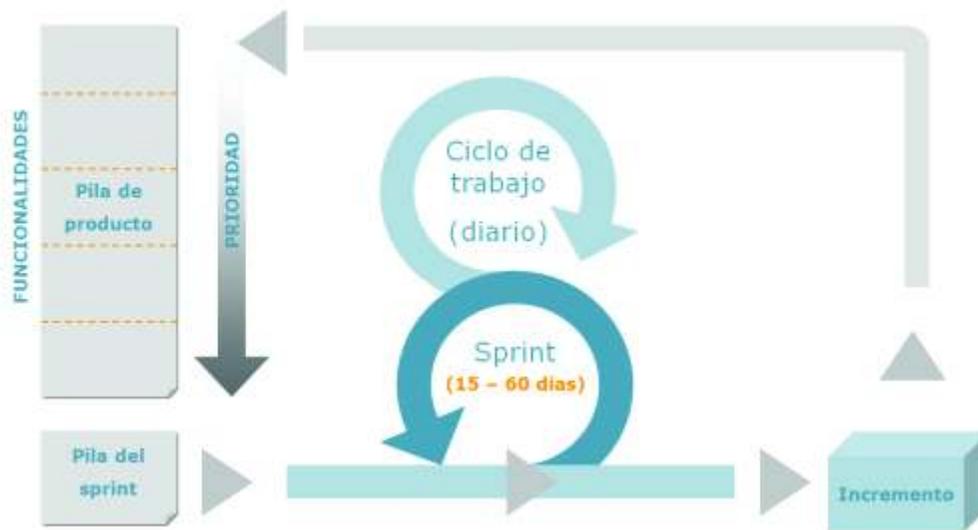


Figura 1. Diagrama del ciclo iterativo de Scrum [2].

El registro de los requisitos del producto se lo realiza en dos artefactos: la pila del producto y la pila del sprint. La pila del producto muestra una lista de las historias de usuario ordenadas según su prioridad para todo el proyecto. En base a la pila del producto se detalla la pila de cada sprint, la cual refleja las historias de usuario que se realizarán en el cada una de las iteraciones. Al final de cada uno de los sprints se obtiene un incremento del producto [1].

Para este proyecto, se plantea la realización de tres sprints. Cada uno de los sprints está conformado por: las historias de usuario, la pila del sprint (sprint backlog), el scrum semanal (weekly scrum meeting), la gráfica de esfuerzo (burn-down chart), la revisión del sprint y la retrospectiva del sprint. Los roles dentro del marco técnico de Scrum para el desarrollo de un proyecto son: el propietario del producto (product owner), el jefe scrum (scrum master) y el equipo de desarrollo (scrum team).

2.2. WCAG

Las “Pautas de Accesibilidad para Contenido Web” (WCAG), conforman una norma técnica, estable y referenciable, perteneciente a las Recomendaciones del Consorcio WWW (W3C Recommendations). Estas pautas al igual que todas las pertenecen al grupo de normas desarrolladas por el Consorcio han seguido procesos que promueven el desarrollo de normas de alta calidad basados en el consenso de sus miembros, el equipo a cargo de la norma (Iniciativa de Accesibilidad Web – WAI) y el público. Su versión más estable WCAG 2.0 fue publicada en diciembre del 2008 y aceptada como norma ISO/IEC 40500:2012 en octubre del 2012. Actualmente, la versión WCAG 2.1 está en desarrollo y va a ser publicada como norma en el 2018 y está diseñada para ser compatible con versiones anteriores [3].

Las pautas WCAG son de las más importantes, sino las más importantes, para la accesibilidad web. Tanto así que se ha convertido en la referencia de normas importantes, que serán revisadas más adelante, como la sección 508 de la Ley de Información y Asistencia Técnica sobre los estadounidenses con Discapacidades (ADA Section 508) o la norma EN 301 549 “Requisitos de Accesibilidad adecuados para la Contratación Pública de Productos y Servicios TIC en Europa” [4].

Las doce pautas WCAG establecidas, además de otras en desarrollo, están organizadas bajo 4 principios: perceptible, operable, comprensible y robusto. Para cada pauta, hay tres niveles de criterios de éxito comprobables: A, AA y AAA. Estas pautas tratan sobre la accesibilidad de los contenidos web en computadoras de escritorio, portátiles, tabletas y dispositivos móviles e incrementan la usabilidad para usuarios en general [3].

La accesibilidad web depende no sólo del contenido accesible, sino también de los navegadores web accesibles y de otros agentes (extensiones de navegador, reproductores multimedia, lectores y otras aplicaciones que procesan contenido web) de usuario. Además de aplicaciones accesibles que permiten crear contenido web a personas con discapacidades. Las Pautas de Accesibilidad para Contenido Web serán la principal referencia en cuanto a accesibilidad para este proyecto. Se tomarán en cuenta las pautas que engloben a las discapacidades visuales pertenecientes al alcance establecido y se contemplarán los niveles de conformidad A y AA [5].

2.2.1. Principio 1. Perceptible

La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados a los usuarios de modo que ellos puedan percibirlos.

Pauta 1.1 Alternativas textuales

Proporcionar alternativas textuales para todo contenido no textual de modo que se pueda convertir a otros formatos que las personas necesiten, tales como textos ampliados, braille, voz, símbolos o en un lenguaje más simple [5].

Criterio de Cumplimiento 1.1.1 Contenido no textual

(Nivel A)

Todo contenido no textual que se presenta al usuario tiene una alternativa textual que cumple el mismo propósito, excepto en las situaciones enumeradas a continuación.

- **Controles, Entrada de datos**

Si el contenido no textual es un control o acepta datos introducidos por el usuario, entonces tiene un nombre que describe su propósito.

- **Contenido multimedia tempodependiente**

Si el contenido no textual es una presentación multimedia con desarrollo temporal, entonces las alternativas textuales proporcionan al menos una identificación descriptiva del contenido no textual.

- **Pruebas**

Si el contenido no textual es una prueba o un ejercicio que no sería válido si se presentara en forma de texto, entonces las alternativas textuales proporcionan al menos una identificación descriptiva del contenido no textual.

- **Sensorial**

Si el contenido no textual tiene como objetivo principal el crear una experiencia sensorial específica, entonces las alternativas textuales proporcionan al menos una identificación descriptiva del contenido no textual.

- **CAPTCHA**

Si el propósito del contenido no textual es confirmar que quien está accediendo al contenido es una persona y no una computadora, entonces se proporcionan alternativas textuales que identifican y describen el propósito del contenido no textual y se proporcionan formas alternativas de CAPTCHA con modos de salida para distintos tipos de percepciones sensoriales, con el fin de acomodarse a las diferentes discapacidades.

- **Decoración, Formato, Invisible**

Si el contenido no textual es simple decoración, se utiliza únicamente para definir el formato visual o no se presenta a los usuarios, entonces se implementa de forma que pueda ser ignorado por las ayudas técnicas.

Pauta 1.2 Medios tempodependientes

Proporcionar alternativas para los medios tempodependientes [5].

Criterio de Cumplimiento 1.2.1 Sólo audio y sólo video (grabado)

(Nivel A)

Para contenido sólo audio grabado y contenido sólo vídeo grabado, se cumple lo siguiente, excepto cuando el audio o el vídeo es un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal:

- **Sólo vídeo grabado**

Se proporciona una alternativa para los medios tempodependientes o se proporciona una pista sonora que presenta información equivalente al contenido del medio de sólo vídeo grabado.

Criterio de Cumplimiento 1.2.3 Audiodescripción o medio alternativo (grabado)

(Nivel A)

Se proporciona una alternativa para los medios tempodependientes o una audiodescripción para el contenido de vídeo grabado en los multimedia sincronizados, excepto cuando ese contenido es un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal.

Criterio de Cumplimiento 1.2.5 Audiodescripción (grabado)

(Nivel AA)

Se proporciona una audiodescripción para todo el contenido de vídeo grabado dentro de contenido multimedia sincronizado.

Criterio de Cumplimiento 1.2.7 Audiodescripción ampliada (grabada)

(Nivel AAA)

Cuando las pausas en el audio de primer plano son insuficientes para permitir que la audiodescripción comunique el significado del vídeo, se proporciona una audiodescripción ampliada para todos los contenidos de vídeo grabado dentro de contenido multimedia sincronizado.

Criterio de Cumplimiento 1.2.8 Medio alternativo (grabado)

(Nivel AAA)

Se proporciona una alternativa para los medios tempodependientes, tanto para todos los contenidos multimedia sincronizados grabados como para todos los medios de sólo vídeo grabado.

Criterio de Cumplimiento 1.2.9 Sólo audio (en directo)

(Nivel AAA)

Se proporciona una alternativa para los medios tempodependientes que presenta información equivalente para el contenido de sólo audio en directo.

Pauta 1.3 Adaptable

Crear contenido que pueda presentarse de diferentes formas (por ejemplo, con una presentación más simple) sin perder información o estructura [5].

Criterio de Cumplimiento 1.3.1 Información y relaciones

(Nivel A)

La información, estructura y relaciones comunicadas a través de la presentación pueden ser determinadas por software o están disponibles como texto.

Criterio de Cumplimiento 1.3.2 Secuencia significativa

(Nivel A)

Cuando la secuencia en que se presenta el contenido afecta a su significado, se puede determinar por software la secuencia correcta de lectura.

Criterio de Cumplimiento 1.3.3 Características sensoriales

(Nivel A)

Las instrucciones proporcionadas para entender y operar el contenido no dependen exclusivamente en las características sensoriales de los componentes como su forma, tamaño, ubicación visual, orientación o sonido.

Pauta 1.4 Distinguible

Facilitar a los usuarios ver y oír el contenido, incluyendo la separación entre el primer plano y el fondo [5].

Criterio de Cumplimiento 1.4.1 Uso del color

(Nivel A)

El color no se usa como único medio visual para transmitir la información, indicar una acción, solicitar una respuesta o distinguir un elemento visual.

Criterio de Cumplimiento 1.4.2 Control de audio

(Nivel A)

Si el audio de una página web suena automáticamente durante más de 3 segundos, se proporciona ya sea un mecanismo para pausar o detener el audio, o un mecanismo para controlar el volumen del sonido que es independiente del nivel de volumen global del sistema.

Criterio de Cumplimiento 1.4.3 Contraste (mínimo)

(Nivel AA)

La presentación visual de texto e imágenes de texto tiene una relación de contraste de, al menos, 4.5:1, excepto en los siguientes casos:

- **Textos grandes**

Los textos de gran tamaño y las imágenes de texto de gran tamaño tienen una relación de contraste de, al menos, 3:1.

- **Incidental**

Los textos o imágenes de texto que forman parte de un componente inactivo de la interfaz de usuario, que son simple decoración, que no resultan visibles para nadie o forman parte de una imagen que contiene otros elementos visuales significativos, no tienen requisitos de contraste.

- **Logotipos**

El texto que forma parte de un logo o nombre de marca no tiene requisitos de contraste mínimo.

Criterio de Cumplimiento 1.4.4 Cambiar de tamaño del texto

(Nivel AA)

A excepción de los subtítulos y las imágenes de texto, todo el texto puede ser ajustado sin ayudas técnicas hasta un 200 por ciento sin que se pierdan el contenido o la funcionalidad.

Criterio de Cumplimiento 1.4.5 Imágenes de texto

(Nivel AA)

Si con las tecnologías que se están utilizando se puede conseguir la presentación visual deseada, se utiliza texto para transmitir la información en vez de imágenes de texto, excepto en los siguientes casos:

- **Configurable**

La imagen de texto es visualmente configurable según los requisitos del usuario.

- **Esencial**

Una forma particular de presentación del texto resulta esencial para la información que se transmite.

Criterio de Cumplimiento 1.4.6 Contraste (mejorado)

(Nivel AAA)

La presentación visual de texto e imágenes de texto tiene una relación de contraste de, al menos, 7:1, excepto en los siguientes casos:

- **Textos grandes**

Los textos de gran tamaño y las imágenes de texto de gran tamaño tienen una relación de contraste de, al menos, 4.5:1.

- **Incidental**

Los textos o imágenes de texto que forman parte de un componente de la interfaz de usuario inactivo, que son simple decoración, que no resultan visibles para nadie o forman parte de una imagen que contiene otros elementos visuales significativos, no tienen requisitos de contraste.

- **Logotipos**

El texto que forma parte de un logo o nombre de marca no tiene requisitos de contraste mínimo.

Criterio de Cumplimiento 1.4.7 Sonido de fondo bajo o ausente

(Nivel AAA)

Para el contenido de sólo audio grabado que (1) contiene habla en primer plano, (2) no es un CAPTCHA sonoro o un audiólogo, y (3) que no es una vocalización cuya intención principal es servir como expresión musical (como el canto o el rap), se cumple al menos uno de los siguientes casos:

- **Ningún sonido de fondo**

El audio no contiene sonidos de fondo.

- **Apagar**

Los sonidos de fondo pueden ser apagados.

- **20 dB**

Los sonidos de fondo son, al menos, 20 decibelios más bajos que el discurso en primer plano, con la excepción de sonidos ocasionales que duran solamente uno o dos segundos.

Criterio de Cumplimiento 1.4.8 Presentación visual

(Nivel AAA)

En la presentación visual de bloques de texto, se proporciona algún mecanismo para lograr lo siguiente:

1. Los colores de fondo y primer plano pueden ser elegidos por el usuario.
2. El ancho no es mayor de 80 caracteres o signos (40 si es CJK).
3. El texto no está justificado (alineado a los márgenes izquierdo y derecho a la vez).
4. El espacio entre líneas (interlineado) es de, al menos, un espacio y medio dentro de los párrafos y el espacio entre párrafos es, al menos, 1.5 veces mayor que el espacio entre líneas.
5. El texto se ajusta sin ayudas técnicas hasta un 200 por ciento de modo tal que no requiere un desplazamiento horizontal para leer una línea de texto en una ventana a pantalla completa.

Criterio de Cumplimiento 1.4.9 Imágenes de texto (sin excepciones)

(Nivel AAA)

Las imágenes de texto sólo se utilizan como simple decoración o cuando una forma de presentación particular del texto resulta esencial para la información transmitida.

Criterio de Cumplimiento 1.4.10 Cambiar el tamaño del contenido

(Nivel A)

El contenido se puede cambiar de tamaño al 400% sin pérdida de contenido o funcionalidad y sin requerir desplazamiento bidimensional, excepto para partes del contenido en las que es necesario utilizar el diseño espacial fijo.

Criterio de Cumplimiento 1.4.11 Contraste de gráficos

(Nivel AA)

La presentación visual de los objetos gráficos que son esenciales para comprender contenido o funcionalidad tiene una relación de contraste de al menos 4,5: 1 contra el color o colores adyacentes, excepto por lo siguiente:

- **Más grueso**

Para los objetos gráficos con un ancho y una altura mínimos de al menos 3 píxeles CSS, el gráfico tiene una relación de contraste de al menos 3: 1.

- **Sensorial**

El contenido no textual que está destinado primariamente a crear una experiencia sensorial visual no tiene necesidad de contraste.

- **Logotipos**

Los gráficos que forman parte de un logotipo o nombre de marca no tienen un requisito de contraste mínimo.

- **Esencial**

Una presentación particular de la gráfica es esencial para la información que se transmite.

2.2.2. Principio 2. Operable

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

Pauta 2.1 Accesible por el teclado

Proporcionar acceso a toda la funcionalidad mediante el teclado [5].

Criterio de Cumplimiento 2.1.1 Teclado

(Nivel A)

Toda la funcionalidad del contenido es operable a través de una interfaz de teclado sin que se requiera una determinada velocidad para cada pulsación individual de las teclas, excepto cuando la función interna requiere de una entrada que depende del trayecto de los movimientos del usuario y no sólo de los puntos inicial y final.

Criterio de Cumplimiento 2.1.2 Sin trampas para el foco del teclado

(Nivel A)

Si es posible mover el foco a un componente de la página usando una interfaz de teclado, entonces el foco se puede quitar de ese componente usando sólo la interfaz de teclado y, si se requiere algo más que las teclas de dirección o de tabulación, se informa al usuario el método apropiado para mover el foco.

Criterio de Cumplimiento 2.1.3 Teclado (sin excepciones)

(Nivel AAA)

Toda la funcionalidad del contenido se puede operar a través de una interfaz de teclado sin requerir una determinada velocidad en la pulsación de las teclas.

Pauta 2.2 Tiempo suficiente

Proporcionar a los usuarios el tiempo suficiente para leer y usar el contenido [5].

Criterio de Cumplimiento 2.2.1 Tiempo ajustable

(Nivel A)

Para cada límite de tiempo impuesto por el contenido, se cumple al menos uno de los siguientes casos:

- **Apagar**

El usuario puede detener el límite de tiempo antes de alcanzar el límite de tiempo; o

- **Ajustar**

El usuario puede ajustar el límite de tiempo antes de alcanzar dicho límite en un rango amplio que es, al menos, diez veces mayor al tiempo fijado originalmente; o

- **Extender**

Se advierte al usuario antes de que el tiempo expire y se le conceden al menos 20 segundos para extender el límite temporal con una acción simple (por ejemplo, "presione la barra de espacio") y el usuario puede extender ese límite de tiempo al menos diez veces; o

- **Excepción de tiempo real**

El límite de tiempo es un requisito que forma parte de un evento en tiempo real (por ejemplo, una subasta) y no resulta posible ofrecer una alternativa al límite de tiempo; o

- **Excepción por ser esencial**

El límite de tiempo es esencial y, si se extendiera, invalidaría la actividad; o

- **Excepción de 20 horas**

El límite de tiempo es mayor a 20 horas.

Criterio de Cumplimiento 2.2.2 Poner en pausa, detener, ocultar

(Nivel A)

Para la información que tiene movimiento, parpadeo, se desplaza o se actualiza automáticamente, se cumplen todos los casos siguientes:

- **Movimiento, parpadeo, desplazamiento**

Para toda información que se mueve, parpadea o se desplaza, que (1) comienza automáticamente, (2) dura más de cinco segundos y (3) se presenta en paralelo con otro contenido, existe un mecanismo para que el usuario la pueda poner en pausa, detener u ocultar, a menos que el movimiento, parpadeo o desplazamiento sea parte esencial de una actividad; y

- **Actualización automática**

Para toda información que se actualiza automáticamente, que (1) se inicia automáticamente y (2) se presenta en paralelo con otro contenido, existe un mecanismo para que el usuario la pueda poner en pausa, detener u ocultar, o controlar la frecuencia de actualización a menos que la actualización automática sea parte esencial de una actividad.

Criterio de Cumplimiento 2.2.3 Sin tiempo

(Nivel AAA)

El tiempo no es parte esencial del evento o actividad presentada por el contenido, exceptuando los multimedia sincronizados no interactivos y los eventos en tiempo real.

Criterio de Cumplimiento 2.2.4 Interrupciones

(Nivel AAA)

El usuario puede postergar o suprimir las interrupciones, excepto cuando las interrupciones implican una emergencia.

Criterio de Cumplimiento 2.2.5 Re-autenticación

(Nivel AAA)

Cuando expira una sesión autenticada, el usuario puede continuar la actividad sin pérdida de datos tras volver a identificarse.

Pauta 2.3 Convulsiones

No diseñar contenido de un modo que se sepa podría provocar ataques, espasmos o convulsiones [5].

Criterio de Cumplimiento 2.3.1 Umbral de tres destellos o menos

(Nivel A)

Las páginas web no contienen nada que destelle más de tres veces en un segundo, o el destello está por debajo del umbral de destello general y de destello rojo.

Pauta 2.4 Navegable

Proporcionar medios para ayudar a los usuarios a navegar, encontrar contenido y determinar dónde se encuentran [5].

Criterio de Cumplimiento 2.4.1 Evitar bloques

(Nivel A)

Existe un mecanismo para evitar los bloques de contenido que se repiten en múltiples páginas web.

Criterio de Cumplimiento 2.4.2 Titulado de páginas

(Nivel A)

Las páginas Web tienen títulos que describen el tema o el propósito.

Criterio de Cumplimiento 2.4.3 Orden del foco

(Nivel A)

Si se puede navegar secuencialmente por una página web y la secuencia de navegación afecta su significado o su operación, los componentes que pueden recibir el foco lo hacen en un orden que preserva su significado y operabilidad.

Criterio de Cumplimiento 2.4.4 Propósito de los enlaces (en contexto)

(Nivel A)

El propósito de cada enlace puede ser determinado con sólo el texto del enlace o a través del texto del enlace sumado al contexto del enlace determinado por software, excepto cuando el propósito del enlace resultara ambiguo para los usuarios en general.

Criterio de Cumplimiento 2.4.5 Múltiples vías

(Nivel AA)

Se proporciona más de un camino para localizar una página web dentro de un conjunto de páginas web, excepto cuando la página es el resultado, o un paso intermedio, de un proceso.

Criterio de Cumplimiento 2.4.6 Encabezados y etiquetas

(Nivel AA)

Los encabezados y etiquetas describen el tema o propósito.

Criterio de Cumplimiento 2.4.7 Foco visible

(Nivel AA)

Cualquier interfaz de usuario operable por teclado tiene una forma de operar en la cual el indicador del foco del teclado resulta visible.

Criterio de Cumplimiento 2.4.8 Ubicación

(Nivel AAA)

Se proporciona información acerca de la ubicación del usuario dentro de un conjunto de páginas web.

Criterio de Cumplimiento 2.4.9 Propósito de los enlaces (sólo enlaces)

(Nivel AAA)

Se proporciona un mecanismo que permite identificar el propósito de cada enlace con sólo el texto del enlace, excepto cuando el propósito del enlace resultara ambiguo para los usuarios en general.

Criterio de Cumplimiento 2.4.10 Encabezados de sección

(Nivel AAA)

Se usan encabezados de sección para organizar el contenido.

2.2.3. Principio 3. Comprensible

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

Pauta 3.1 Legible

Hacer que los contenidos textuales resulten legibles y comprensibles [5].

Criterio de Cumplimiento 3.1.1 Idioma de la página

(Nivel A)

El idioma predeterminado de cada página web puede ser determinado por software.

Criterio de Cumplimiento 3.1.2 Idioma de las partes

(Nivel AA)

El idioma de cada pasaje o frase en el contenido puede ser determinado por software, excepto los nombres propios, términos técnicos, palabras en un idioma indeterminado y palabras o frases que se hayan convertido en parte natural del texto que las rodea.

Criterio de Cumplimiento 3.1.3 Palabras inusuales

(Nivel AAA)

Se proporciona un mecanismo para identificar las definiciones específicas de palabras o frases usadas de modo inusual o restringido, incluyendo expresiones idiomáticas y jerga.

Criterio de Cumplimiento 3.1.4 Abreviaturas

(Nivel AAA)

Se proporciona un mecanismo para identificar la forma expandida o el significado de las abreviaturas.

Criterio de Cumplimiento 3.1.5 Nivel de lectura

(Nivel AAA)

Cuando un texto requiere un nivel de lectura más avanzado que el nivel mínimo de educación secundaria una vez que se han eliminado nombres propios y títulos, se proporciona un contenido suplementario o una versión que no requiere un nivel de lectura mayor a ese nivel educativo.

Criterio de Cumplimiento 3.1.6 Pronunciación

(Nivel AAA)

Se proporciona un mecanismo para identificar la pronunciación específica de las palabras cuando el significado de esas palabras, dentro del contexto, resulta ambiguo si no se conoce su pronunciación.

Pauta 3.2 Predecible

Hacer que las páginas web aparezcan y operen de manera predecible [5].

Criterio de Cumplimiento 3.2.1 Al recibir el foco

(Nivel A)

Cuando cualquier componente recibe el foco, no inicia ningún cambio en el contexto.

Criterio de Cumplimiento 3.2.2 Al recibir entradas

(Nivel A)

El cambio de estado en cualquier componente de la interfaz de usuario no provoca automáticamente un cambio en el contexto a menos que el usuario haya sido advertido de ese comportamiento antes de usar el componente.

Criterio de Cumplimiento 3.2.3 Navegación coherente

(Nivel AA)

Los mecanismos de navegación que se repiten en múltiples páginas web dentro de un conjunto de páginas web aparecen siempre en el mismo orden relativo cada vez que se repiten, a menos que el cambio sea provocado por el propio usuario.

Criterio de Cumplimiento 3.2.4 Identificación coherente

(Nivel AA)

Los componentes que tienen la misma funcionalidad dentro de un conjunto de páginas web son identificados de manera coherente.

Criterio de Cumplimiento 3.2.5 Cambios a petición

(Nivel AAA)

Los cambios en el contexto son iniciados únicamente a solicitud del usuario o se proporciona un mecanismo para detener tales cambios.

Pauta 3.3 Entrada de datos asistida

Ayudar a los usuarios a evitar y corregir los errores [5].

Criterio de Cumplimiento 3.3.1 Identificación de errores

(Nivel A)

Si se detecta automáticamente un error en la entrada de datos, el elemento erróneo es identificado y el error se describe al usuario mediante un texto.

Criterio de Cumplimiento 3.3.2 Etiquetas o instrucciones

(Nivel A)

Se proporcionan etiquetas o instrucciones cuando el contenido requiere la introducción de datos por parte del usuario.

Criterio de Cumplimiento 3.3.3 Sugerencias ante errores

(Nivel AA)

Si se detecta automáticamente un error en la entrada de datos y se dispone de sugerencias para hacer la corrección, entonces se presentan las sugerencias al usuario, a menos que esto ponga en riesgo la seguridad o el propósito del contenido.

Criterio de Cumplimiento 3.3.4 Prevención de errores (legales, financieros, datos)

(Nivel AA)

Para las páginas web que representan para el usuario compromisos legales o transacciones financieras; que modifican o eliminan datos controlables por el usuario en sistemas de almacenamiento de datos; o que envían las respuestas del usuario a una prueba, se cumple al menos uno de los siguientes casos.

1. **Reversible:** El envío es reversible.
2. **Revisado:** Se verifica la información para detectar errores en la entrada de datos y se proporciona al usuario una oportunidad de corregirlos.
3. **Confirmado:** Se proporciona un mecanismo para revisar, confirmar y corregir la información antes de finalizar el envío de los datos.

Criterio de Cumplimiento 3.3.5 Ayuda

(Nivel AAA)

Se proporciona ayuda dependiente del contexto.

2.2.4. Principio 4. Robusto

El contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas. Adicional a este principio se describe la accesibilidad en organizaciones y las herramientas de accesibilidad que dichas organizaciones proponen en el **Anexo 1**.

Pauta 4.1 Compatible

Maximizar la compatibilidad con las aplicaciones de usuario actuales y futuras, incluyendo las ayudas técnicas [5].

Criterio de Cumplimiento 4.1.1 Procesamiento

(Nivel A)

En los contenidos implementados mediante el uso de lenguajes de marcas, los elementos tienen las etiquetas de apertura y cierre completas; los elementos están

anidados de acuerdo a sus especificaciones; los elementos no contienen atributos duplicados y los ID son únicos, excepto cuando las especificaciones permitan estas características.

Criterio de Cumplimiento 4.1.2 Nombre, función, valor

(Nivel A)

Para todos los componentes de la interfaz de usuario (incluyendo, pero no limitado a: elementos de formulario, enlaces y componentes generados por scripts), el nombre y la función pueden ser determinados por software; los estados, propiedades y valores que pueden ser asignados por el usuario pueden ser especificados por software; y los cambios en estos elementos se encuentran disponibles para su consulta por las aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas.

2.2.5. Otras Normas

Las pautas WCAG son consideradas como la principal referencia a nivel mundial cuando se trata de accesibilidad web, debido a esto varias normas importantes rigen su contenido en los estándares de accesibilidad que estas pautas proponen, incluso hacen referencia detalladamente a sus criterios de éxito. A continuación, se describen dos de las normas más importantes en cuanto a accesibilidad que se basan en las pautas WCAG.

Norma EN 301 549

La norma EN 301 549 especifica los Requisitos de Accesibilidad Funcionales aplicables a los productos y servicios TIC. Esta norma se aplica en la contratación pública en Europa y describe los procedimientos de prueba y la metodología de evaluación de cada requisito de accesibilidad [6] [7].

Estos requisitos se aplican para:

- Documentos que son páginas web.
- Documentos que están incrustados en páginas web y que se utilizan en la renderización o que están destinados a ser procesados junto con la página web en la que están incrustados.
- Software que es una página web.
- Software que está incrustado en páginas web y que se utiliza en la renderización o que está destinado a ser procesado junto con la página web en la que está incrustado.

Acorde a la norma EN 301 549, las páginas web deben satisfacer los siguientes criterios de cumplimiento de las pautas WCAG 2.0:

- Criterio de Cumplimiento 1.1.1 Contenido no textual
- Criterio de Cumplimiento 1.2.1 Sólo audio y Sólo video (grabado)
- Criterio de Cumplimiento 1.2.3 Audio descripción o medio alternativo (grabado)
- Criterio de Cumplimiento 1.2.5 Audio descripción (grabado)
- Criterio de Cumplimiento 1.3.1 Información y relaciones
- Criterio de Cumplimiento 1.3.2 Secuencia significativa
- Criterio de Cumplimiento 1.3.3 Características sensoriales
- Criterio de Cumplimiento 1.4.1 Uso del color
- Criterio de Cumplimiento 1.4.2 Control de audio
- Criterio de Cumplimiento 1.4.3 Contraste (mínimo)
- Criterio de Cumplimiento 1.4.4 Cambiar de tamaño del texto
- Criterio de Cumplimiento 1.4.5 Imágenes de texto
- Criterio de Cumplimiento 2.1.1 Teclado
- Criterio de Cumplimiento 2.1.2 Sin trampas para el foco del teclado
- Criterio de Cumplimiento 2.2.1 Tiempo ajustable
- Criterio de Cumplimiento 2.2.2 Pausa, detener, ocultar
- Criterio de Cumplimiento 2.3.1 Umbral de tres destellos o menos
- Criterio de Cumplimiento 2.4.1 Evitar bloques
- Criterio de Cumplimiento 2.4.2 Titulado de páginas
- Criterio de Cumplimiento 2.4.3 Orden del foco
- Criterio de Cumplimiento 2.4.4 Propósito de los enlaces (en contexto)
- Criterio de Cumplimiento 2.4.5 Múltiples vías
- Criterio de Cumplimiento 2.4.6 Encabezados y etiquetas
- Criterio de Cumplimiento 3.1.1 Idioma de la página
- Criterio de Cumplimiento 3.1.2 Idioma de las partes
- Criterio de Cumplimiento 3.2.1 Al recibir el foco
- Criterio de Cumplimiento 3.2.2 Al recibir entradas
- Criterio de Cumplimiento 3.2.3 Navegación coherente
- Criterio de Cumplimiento 3.2.4 Identificación coherente
- Criterio de Cumplimiento 3.3.1 Identificación de errores
- Criterio de Cumplimiento 3.3.2 Etiquetas o instrucciones
- Criterio de Cumplimiento 3.3.3 Sugerencias ante errores
- Criterio de Cumplimiento 3.3.4 Prevención de errores (legales, financieros, datos)

- Criterio de Cumplimiento 4.1.1 Procesamiento
- Criterio de Cumplimiento 4.1.2 Nombre, función, valor

Además, las páginas web deben satisfacer los siguientes cinco requisitos de conformidad WCAG 2.0 en el Nivel AA.

ADA Sección 508

La Acta de Americanos con Discapacidades (ADA) fue promulgada el 26 de julio de 1990 por el presidente George HW Bush. La ADA es una de las más amplias leyes de derechos civiles de Estados Unidos que prohíbe la discriminación y garantiza que las personas con discapacidad tengan las mismas oportunidades que todos los demás para participar en la corriente principal de la vida estadounidense: y participar en los programas y servicios del gobierno estatal y local. Siguiendo el modelo de la Ley de Derechos Civiles de 1964, que prohíbe la discriminación por motivos de raza, color, religión, sexo u origen nacional - y la Sección 504 de la Ley de Rehabilitación de 1973 - la ADA es una ley de "igualdad de oportunidades" para las personas con discapacidades [8] [9].

La sección 508 (Electrónica y Tecnología de la Información) de la Acta de Rehabilitación requiere que la tecnología electrónica y de información de las agencias federales sean accesibles a las personas con discapacidades, incluyendo empleados y miembros del público, también ordena al Procurador General que presente informes al presidente y al Congreso sobre el cumplimiento de los requisitos de la Ley por parte de las agencias federales [10].

Esta norma incorpora por referencia las pautas WCAG 2.0, la Sección 508 incluye sitios Web, intranets, documentos de procesamiento de textos, documentos en formato de documento portátil y software de gestión de proyectos, con algunas excepciones específicas.

2.3. Patrones de diseño

En este proyecto se tiene como objetivo principal desarrollar patrones de diseño de software para facilitar el desarrollo de aplicaciones web accesibles para usuarios con tres discapacidades visuales: ceguera, visión borrosa y daltonismo dicromático. Los problemas que se busca solventar de manera general son las barreras de accesibilidad que experimentan los usuarios con discapacidades visuales y específicamente los problemas que tienen cada uno de los usuarios según la discapacidad que poseen de entre las ya mencionadas.

2.3.1. Definición

Un patrón de diseño se plantea debido a la aparición de un problema recurrente en un entorno determinado, en nuestro caso, el entorno web dentro del internet. Una definición más formal señala: “Un patrón de diseño nombra, abstrae e identifica los aspectos clave de una estructura de diseño común que lo hacen útil para crear un diseño orientado a objetos reutilizable. El patrón de diseño identifica las clases e instancias participantes, sus roles y colaboraciones, y la distribución de responsabilidades. Cada patrón de diseño se centra en un problema usualmente un problema de diseño orientado a objetos. Describe cuando se aplica, si puede ser aplicadas en vista de otras limitaciones de diseño, y las consecuencias y los compromisos de utilizar” [12].

2.3.2. Antecedentes

En 1964, Christopher Alexander, escribió sobre patrones de diseño en su tesis “Notas sobre la Síntesis de la forma”. Alexander sostiene que los problemas de diseño son cada vez más complejos y superan las habilidades del diseñador para llegar a una solución desde cero. Entre 1975 y 1979, Alexander publicó varios libros sobre patrones de diseño y lenguajes de patrones de diseño. En 1986, se mencionó el concepto de patrones para la comunidad de interacción humano-computador (HCI). En el año de 1987 se presentó cinco patrones de diseño para interfaces de usuario basadas en ventanas por parte de Ward Cunningham y Kent Beck. En octubre de 1994, se organizó la primera conferencia PLoP (Pattern Languages of Programs). Luego en septiembre de 1995, los patrones de diseño entraron a la ingeniería de software gracias a Erich Gamma, quien publicó el libro “Patrones de diseño: Elementos de software orientado a objetos reutilizables”. En 1996, Tod Coram y Jim Lee publicaron el primer patrón de diseño de un lenguaje de patrones para el diseño de una interfaz centrada en el usuario. A partir del año 2001 hasta la fecha, se han publicado muchos recursos sobre patrones de diseño y se han creado sitios web dedicados al estudio y publicación de los mismos [13].

2.3.3. Representación

Los patrones de diseño de software vienen establecidos bajo un formato en particular. Dicha estructura es representada bajo ciertos parámetros pre establecidos por diferentes autores, entre los cuales tenemos a: Christopher Alexander, Ward Cunningham, James Coplien, Jenifer Tidwell, Ahmed Seffah, entre otros. Por lo tanto, el mismo patrón de diseño de software puede ser representado de varias formas diferentes en las cuales se podrá visualizar estructuras más extensas o más simplificadas.

Christopher Alexander nos muestra un formato que consta de siete puntos importantes:

- **Dibujo o foto:** Muestra el diseño arquitectónico del patrón.
- **Párrafo introductorio:** Definición sobre el patrón a tratar.
- **Encabezado:** Definición del problema.
- **Cuerpo:** Descripción detalla del problema.
- **Solución:** Solución del patrón.
- **Diagrama:** Solución al problema en forma de diagrama.
- **Párrafo de cierre:** Referencias a otros patrones y explicación de cómo se relación el patrón creado con otros.

Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson y John Vlissides (The Gan of Four), describen a un patrón de diseño de software con las siguientes características:

- **Nombre del patrón:** Un nombre claro y que describa la esencia del mismo.
- **Propósito:** Describe lo que realiza el patrón de diseño de software y que problema aborda.
- **Alias:** Con que otros nombres se conoce al patrón de diseño de software.
- **Motivación:** El escenario perfecto en el cual el patrón de diseño soluciona el problema.
- **Aplicabilidad:** Situaciones en las cuales el patrón de diseño puede funcionar correctamente.
- **Estructura:** Representación gráfica de las clases involucradas en el patrón utilizando notación OMT (Object Modeling Technique).
- **Participantes:** Objetos o clases involucradas en el diseño del patrón de software.
- **Colaboraciones:** Explicación de cómo los participantes colaboran con sus responsabilidades.
- **Consecuencias:** Resultados esperados a los que se atiene el patrón creado y si cumple o no los objetivos planteados.
- **Implementación:** Descripción de cómo implementar el patrón, si tiene o no algún requerimiento especial.
- **Código de ejemplo:** Porciones de código que faciliten la implementación del patrón.
- **Usos conocidos:** Ejemplo de uso del patrón en ambientes reales, corriendo en la red.
- **Patrones relacionados:** Patrones relacionados o base que se asemejan al patrón creado.

2.3.4. Esquema genérico propuesto

Este esquema de patrón de diseño de software se encuentra orientado para el desarrollo de patrones HCI, para ello se toma en cuenta el formato establecido por Christopher Alexander

como un esquema base, pero también se toma en cuenta el formato de la banda de los Cuatro (Gang of Four Format). El esquema propuesto propone involucrar a tres partes fundamentales. La **Figura 2** muestra el enfoque propuesto por [14] respecto a las propiedades que debería tener el patrón de diseño de software.

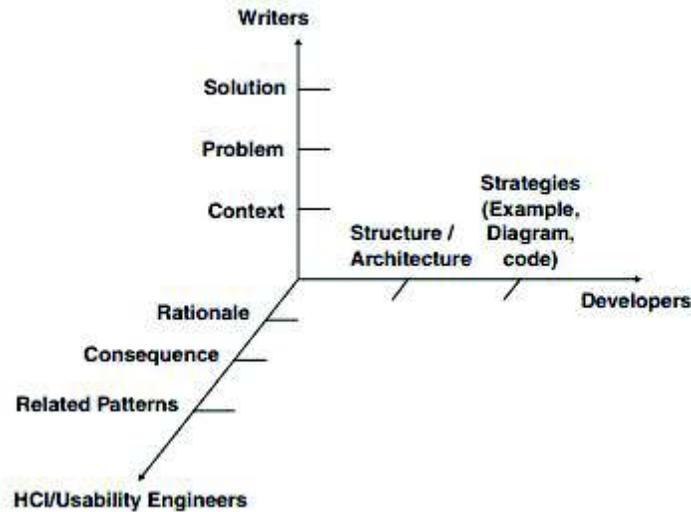


Figura 2. Propiedades de un patrón de diseño [14].

El objetivo fundamental de tener un esquema de patrones genérico es que se pueda tener a través del tiempo una base de datos de patrones de diseño de software en la cual los desarrolladores y personas interesadas puedan hacer uso. El formato hacer usado para el desarrollo de los patrones de diseño de software para personas con discapacidad visual consta de tres aspectos fundamentales que son: elementos, sub-elementos y requerimientos. La **Figura 3** muestra el formato de documentación a utilizarse en este proyecto.

Element	Sub-element	Request
Identification	Name	
	Key	
	Author(s)	
	Date	
	Category	
	Keyword	
Context of use	Related pattern(s)	
	User	
	Task	
	Platform capabilities	
Problem		
Forces		
Solution		
Implementation	Structure	
	Strategy	
Consequences	Pros	
	Cons	
	Quality Factors and Metrics	

Figura 3. Esquema de documentación propuesto para patrones de diseño [15].

Elaborado por: Los autores.

2.4. Sprints

En la planificación de los sprints a desarrollar en este proyecto se ha establecido como fecha de inicio el primero de abril de 2017 y como fecha de finalización el 15 de agosto de 2017 se considera iniciar con un tiempo aproximado de cuatro horas por cada tarea, el mismo que irá disminuyendo hasta una hora por tarea, obteniendo un resultado de 24 días por cada sprint y un total de 72 días repartidos en tres sprints.

Roles

En la Tabla 1 se especifican las personas que intervendrán en el desarrollo del proyecto, con sus respectivos roles. La Dra. Sandra Sánchez desempeñará el rol de dueño del producto y a la vez el rol de facilitador y además será la encargada de guiar el desarrollo de cada sprint. Los estudiantes Santiago Gualotuña y Angel Molina conformarán el equipo Scrum y estarán a cargo de ejecutar todo el proyecto.

Rol	Encargados	Descripción
Product Owner	Sergio Luján	Quienes harán uso del proyecto.
Scrum Master	Sandra Sánchez	Encargada de guiar el desarrollo de cada uno de los Sprints del proyecto de titulación.
Scrum Team	Santiago Gualotuña Angel Molina	Encargados de ejecutar las tareas de cada Sprint.

Tabla 1. Actores que intervienen en el desarrollo.

Elaborado por: Los autores.

2.4.1. Pila de producto

La pila de producto es una lista de historias de usuarios (HU), ordenada de forma cronológica. El dueño del producto es el encargado de prepararla y mantenerla. En la Tabla 2 se detalla todas las historias de usuarios a realizar que son catorce, de las cuales cinco pertenecen al primer sprint, seis al segundo sprint y tres al tercer sprint.

Numero	ID	Enunciado	Iteración
--------	----	-----------	-----------

1	HU1	Detallar los beneficios de la accesibilidad para la inclusión social.	1
2	HU2	Analizar el impacto de la accesibilidad web en el incremento de la equidad para los usuarios.	1
3	HU3	Identificar los problemas de accesibilidad presentes en los usuarios con discapacidad.	1
4	HU4	Clasificar los problemas de accesibilidad web según el tipo de discapacidad visual.	1
5	HU5	Deducir criterios en base a la clasificación de los problemas de accesibilidad de cada una de las tres discapacidades.	1
6	HU6	Analizar que los criterios preestablecidos solucionan un problema recurrente.	2
7	HU7	Analizar mecanismos de documentación de patrones.	2
8	HU8	Establecer los elementos básicos para la representación de patrones: nombre del patrón, el problema, solución, las consecuencias.	2
9	HU9	Diseñar la estructura de los patrones de diseño de software utilizando notación UML (Unified Modeling Language).	2
10	HU10	Describir y estructurar las clases, interfaces, tipos de datos y componentes del diagrama.	2
11	HU11	Documentar los patrones de diseño de software.	2
12	HU12	Desarrollar el prototipo de aplicación web accesible.	3
13	HU13	Implementar de los patrones de diseño	3
14	HU14	Validar el prototipo utilizando herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores.	3

Tabla 2. Historias de usuario priorizadas.

Elaborado por: Los autores.

2.4.2. Primer sprint

Dentro del primer sprint se plantea la realización de cinco historias de usuario, la fecha inicial del primer sprint es el primero de abril hasta el quince de mayo del 2017. Las metas principales son investigar cómo influye la accesibilidad web en el desarrollo de una sociedad más inclusiva y definir un conjunto de criterios en base a los problemas identificados como insumo para el diseño de patrones de software.

Historias de Usuario

A continuación, se detallan las historias de usuario del primer sprint, en total son cinco, se basan principalmente de análisis y tienen prioridades Media y Alta. Los beneficiarios de estas historias de usuario son principalmente desarrolladores, todas las historias pertenecen a la primera iteración del proyecto. Cada historia de usuario se realizará por ambos integrantes del equipo de Scrum.

Historia de Usuario	
Número: HU1	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Beneficios de la accesibilidad para la inclusión social.	
Iteración asignada: 1	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
Descripción: El desarrollador investiga acerca de cómo un diseño correcto de sitios web puede llegar generar equidad entre personas que no tienen discapacidades visuales y las que si las tienen. Descripción técnica: <ol style="list-style-type: none">1. Buscar beneficios de accesibilidad en organizaciones internaciones.2. Explicar por qué se debe utilizar un diseño accesible.	
Observaciones: Basar el análisis en sitios de accesibilidad.	

Tabla 3. HU1: Beneficios de la accesibilidad para la inclusión social.

Elaborado por: Los autores

Historia de Usuario	
Número: HU2	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Impacto de la accesibilidad web en el incremento de la equidad para los usuarios.	
Iteración asignada: 1	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador analiza e investiga el impacto en la equidad a través de las organizaciones como WCAG y WebAIM.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Buscar información el derecho de acceder a la información. 2. Analizar la importancia de sitios web para el uso de todo tipo de usuarios. 3. Resumir la importancia de equidad en el acceso web. 	
Observaciones: Basar el análisis en organizaciones que tratan temas de accesibilidad.	

Tabla 4. HU2: Impacto de la accesibilidad web en el incremento de la equidad para los usuarios.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU3	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Identificar los problemas de accesibilidad presentes en los usuarios con discapacidad.	
Iteración asignada: 1	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador investiga los problemas de accesibilidad presentes en las personas con ceguera, daltonismo dicromático y visión borrosa, según las organizaciones seleccionadas.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Buscar problemas existentes o previamente identificados por las organizaciones seleccionadas. 2. Comparar y analizar los problemas identificados en la búsqueda. 3. Documentar los problemas de accesibilidad existentes para los usuarios con las discapacidades mencionadas. 	
Observaciones: Utilizar documentación existente de las distintas organizaciones, principalmente: WebAIM y WAI.	

Tabla 5. HU3: Identificar los problemas de accesibilidad presentes en los usuarios con discapacidad.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU4	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Clasificación de los problemas de accesibilidad web según el tipo de discapacidad visual.	
Iteración asignada: 1	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador realiza una clasificación con el conjunto de problemas de accesibilidad presentes en las personas con ceguera, daltonismo dicromático y visión borrosa.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar los problemas que afectan a la experiencia de uso de las aplicaciones web a los usuarios con las discapacidades en cuestión. 2. Distribuir los problemas encontrados según la discapacidad o discapacidades en las que están presentes. 3. Analizar los problemas clasificados. 	
Observaciones: Cada problema puede afectar a más de una discapacidad en cuestión.	

Tabla 6. HU4: Clasificación de los problemas de accesibilidad web según el tipo de discapacidad visual.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU5	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Deducción de criterios en base a la clasificación de los problemas de accesibilidad de cada una de las tres discapacidades.	
Iteración asignada: 1	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador mapea los criterios establecidos por la norma WCAG 2.1 según el conjunto de problemas de accesibilidad presentes en las personas con ceguera, daltonismo dicromático y visión borrosa.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar criterios que estén dentro del interés de la investigación. 2. Relacionar los criterios y problemas previamente seleccionados y analizados. 3. Diseñar el mapeo de criterios y problemas para usuarios con las discapacidades mencionadas. 	
Observaciones: Utilizar la norma WCAG 2.1, que es la más recientemente publicada.	

Tabla 7. HU5: Deducción de criterios en base a la clasificación de los problemas de accesibilidad de cada una de las tres discapacidades.

Elaborado por: Los autores.

Pila de sprint

En la Figura 4 se muestran las tareas que se realizarán en el primer sprint del proyecto, se incluye el tipo de tarea, el estado, y los responsables de cada una de estas. También podemos observar que el esfuerzo inicial realizado es considerable, pero este va decreciendo según se va dedicando una mayor cantidad de tiempo a cada tarea hasta el punto de llegar a ser poco demandante, gracias a la experiencia que se adquiere en el proceso de desarrollo del proyecto.

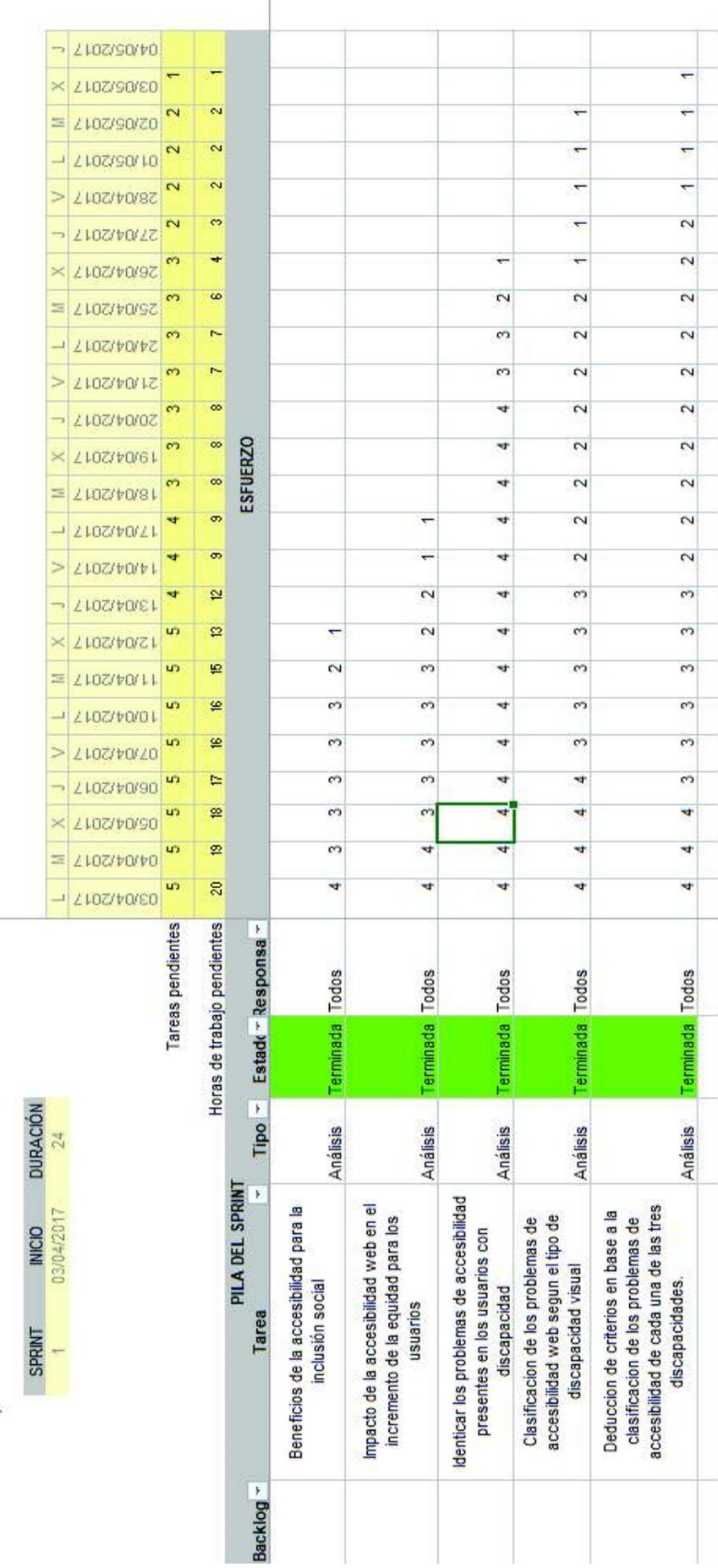


Figura 4. Pila del primer sprint.

Elaborado por: Los autores.

Reunión semanal de Scrum

La reunión semanal de Scrum se realiza un día a la semana usualmente en la tarde. En la primera reunión se definieron las tareas a realizar, su orden de prioridad y como se repartirá el trabajo. Se establecieron las principales fuentes bibliográficas para la investigación, además los tiempos de entrega de cada tarea. En las reuniones posteriores se realizó la revisión de las tareas realizadas para aplicar las respectivas correcciones. El sprint principalmente se basa en análisis de información sobre accesibilidad e inclusión social y deducción de criterios previo al diseño de los patrones.

Gráfico de esfuerzo

La Figura 5 representa el gráfico de esfuerzo en el sprint, se toman en cuenta los días invertidos en el desarrollo de las tareas vs las horas de trabajo pendientes. Se puede observar que inicialmente se cuenta con veinte horas de trabajo por completar y con el paso del tiempo, para el último día planificado estas horas se reducen a cero. Lo que demuestra que la separación de tareas ha sido exitosa, significando un avance diario, sin retraso en la planificación inicial.



Figura 5. Gráfico de esfuerzo del primer sprint.

Elaborado por: Los autores.

Revisión del primer sprint

Se realizaron cinco historias de usuario, dentro del tiempo establecido. Iniciando con una investigación sobre cómo influye la accesibilidad web en el desarrollo de una sociedad más inclusiva, se revisaron las herramientas existentes para facilitar mejorar la accesibilidad en aplicaciones web, se investigaron los problemas o barreras que afectan a los usuarios con discapacidades visuales y se clasificaron estas barreras según la discapacidad a la que pertenecían partiendo de una clasificación general. Finalmente se definió un conjunto de

criterios en base a las barreras encontradas para el posterior desarrollo de patrones de diseño software.

Retrospectiva del primer sprint

Dentro del primer sprint no existió ningún contratiempo o novedad que haya retrasado el avance normal del trabajo, gracias a la correcta planificación y distribución de tareas, las cuales fueron completadas por el equipo de trabajo dentro del tiempo establecido como se puede visualizar en el gráfico de esfuerzo. Como resultado se obtuvieron un grupo de barreras para usuarios con las discapacidades visuales planteadas, un análisis de los beneficios de la inclusión social para usuarios discapacitados y una revisión de las herramientas que mejoran la accesibilidad en aplicaciones web para usuarios discapacitados.

2.4.3. Segundo Sprint

Dentro del segundo sprint se plantea realizar seis historias de usuario, la fecha inicial de este sprint es a partir del 16 de mayo hasta el 15 de junio del presente año. La meta principal es identificar los aspectos primordiales para el desarrollo de diferentes patrones de diseño de software. Se plantea realizar un mapeo de barreras de usuario y de criterios de éxito según el tipo de discapacidad visual, siendo esta la forma planteada desde un inicio en el plan del proyecto, y que a través del análisis y desarrollo del mismo se ha concluido el método más viable para los fines propuestos.

Historias de Usuario

A continuación, se detallan las historias de usuario del primer sprint, en total son seis, se basan principalmente en análisis y desarrollo, tienen prioridades Media y Alta, los beneficiarios de estas historias de usuario son principalmente desarrolladores, todas las historias pertenecen a la segunda iteración del proyecto. Cada historia de usuario se realizará por ambos integrantes del equipo de Scrum.

Historia de Usuario	
Número: HU6	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Analizar que los criterios preestablecidos solucionan un problema recurrente.	
Iteración asignada: 2	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador analiza si los criterios obtenidos en el anterior sprint cumplen para un grupo de usuarios con un mismo grupo de problemas, en este caso, se ha propuesto plantear estos grupos por cada una de las tres discapacidades estudiadas.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar de cumplimiento de criterios preestablecidos. 2. Mapear entre grupos de criterios, grupos de problemas de usuario y discapacidades. 	
Observaciones: Basar la investigación en sitios de accesibilidad y guías como W3C, WCAG, etc.	

Tabla 8. HU6: Analizar que los criterios preestablecidos solucionan un problema recurrente.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU7	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Analizar mecanismos de documentación de patrones.	
Iteración asignada: 2	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador investiga varios mecanismos de documentación de patrones de diseño de software, y analiza la factibilidad de estos según el campo de estudio en cuestión.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigar sobre métodos y/o mecanismos de documentación de patrones según diferentes autores y su relevancia. 2. Analizar la factibilidad de uso de cada uno de estos mecanismos. 3. Seleccionar el mecanismo idóneo para el caso de estudio. 	
Observaciones: Basar la investigación en autores con aportes relevantes al campo de estudio.	

Tabla 9. HU7: Analizar mecanismos de documentación de patrones.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU8	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Establecer los elementos básicos para la representación de patrones: nombre del patrón, el problema (describe cómo aplicar el patrón), solución (describe los elementos que forman el diseño, sus relaciones, responsabilidades y colaboraciones), las consecuencias (resultados de la aplicación del patrón).	
Iteración asignada: 2	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador establece los elementos básicos para la correcta representación de los patrones de diseño a desarrollar, según las pautas previstas en el mecanismo de documentación seleccionado.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudiar el mecanismo de documentación previamente seleccionado. 2. Identificar los elementos básicos a desarrollar. 3. Realizar la investigación y deducción de estos elementos, apoyándose en los resultados obtenidos previamente. 	
Observaciones: Utilizar documentación existente de las distintas organizaciones, principalmente: WebAIM y WAI.	

Tabla 10. HU8: Establecer los elementos básicos para la representación de patrones.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU9	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Diseñar la estructura de los patrones de diseño de software utilizando notación UML (Unified Modeling Language).	
Iteración asignada: 2	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador diseñará la estructura de los patrones diseño de software en desarrollo, utilizando como referencia la investigación previa sobre mecanismos de documentación y el lenguaje de modelado UML.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigar sobre patrones de diseño y sus principales referencias. 2. Identificar del tipo de patrón de diseño que cumple con los requerimientos del caso para realizar una modificación del mismo y/o planteamiento de nuevos patrones de diseño. 	
Observaciones: Utilizar patrones de diseño estructurales.	

Tabla 11. HU9: Diseñar la estructura de los patrones de diseño de software utilizando notación UML.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU10	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Describir y estructurar las clases, interfaces, tipos de datos y componentes del diagrama.	
Iteración asignada: 2	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
Descripción: El desarrollador modela los patrones de diseño. Descripción técnica: <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los elementos necesarios para el diagrama. 2. Identificar los métodos y campos que implementa cada clase. 3. Diagramar las clases y sus relaciones. 	
Observaciones: Utilizar el lenguaje de modelado UML, tomando en cuenta patrones estructurales como Adaptador, Fachada, etc.	

Tabla 12. HU10: Describir y estructurar las clases, interfaces, tipos de datos y componentes del diagrama.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU11	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Documentar los patrones de diseño de software.	
Iteración asignada: 2	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
Descripción: El desarrollador documenta los resultados obtenidos utilizando los mecanismos preestablecido. Descripción técnica: <ol style="list-style-type: none"> 4. Organizar y documentar el contenido generado para los patrones de diseño. 	
Observaciones: Ninguna.	

Tabla 13. HU11: Documentar los patrones de diseño de software.

Elaborado por: Los autores.

Pila de sprint

En la Figura 6 se muestran las tareas que se realizarán en el segundo sprint del proyecto, se incluye el tipo de tarea, el estado, y los responsables de cada una de estas. También podemos observar que el esfuerzo inicial realizado es considerable, pero este va decreciendo según se va dedicando una mayor cantidad de tiempo a cada tarea hasta el punto de llegar a ser poco demandante, gracias a la experiencia que se adquiere en el proceso de desarrollo del proyecto.

Reunión semanal de Scrum

La reunión semanal de Scrum se realiza un día a la semana usualmente en la tarde. En la primera reunión del segundo sprint se definieron las tareas a realizar, su orden de prioridad y como se repartirá el trabajo. Además, se establecieron los tiempos de entrega de cada tarea y se definió el método de mapeo de los criterios de éxito y las barreras de accesibilidad de usuarios discapacitados en el cual se basará el desarrollo de los patrones de diseño de software para el proyecto. En las reuniones posteriores se realizó la revisión de las tareas realizadas para aplicar las respectivas correcciones. El sprint principalmente se basa en análisis de información sobre problemas de accesibilidad de usuarios en aplicaciones web, normas y guías que solventan estas barreras y su respectivo mapeo para el correcto desarrollo de los patrones de diseño de software planteados.

Gráfico de esfuerzo

La Figura 7 representa el gráfico de esfuerzo en el sprint, se toman en cuenta los días invertidos en el desarrollo de las tareas vs las horas de trabajo pendientes. Se puede observar que inicialmente se cuenta con veinte horas de trabajo por completar y con el paso del tiempo, para el ultimo día planificado estas horas se reducen a cero. Lo que demuestra que la separación de tareas ha sido exitosa, significando un avance diario, sin retraso en la planificación inicial.



Figura 7. Gráfico de esfuerzo del segundo sprint.

Elaborado por: Los autores.

Revisión del segundo sprint

Se realizaron seis historias de usuario, dentro el periodo de tiempo establecido. Iniciando con el análisis de las barreras y criterios pre establecidos según las pautas WCAG y la investigación realizada en el anterior sprint, para continuar con el mapeo de estos, la

selección del método de documentación de los patrones de diseño de software resultantes y completar su documentación. Hay que tomar en cuenta que se planteó el desarrollo de patrones de diseño para tres tipos específicos de discapacidades visuales las cuales son: ceguera, visión borrosa y daltonismo dicromático.

Retrospectiva del segundo sprint

Dentro del segundo sprint inicialmente se planteó mapear las barreras de usuario y criterios de éxito de la norma WCAG en grupos que representen los principios ya existentes en esta última, pero al ver que la implementación no sería tan factible se decidió mapear todo según la discapacidad a la que pertenecía cada uno de estos elementos. Posteriormente no existió ningún contratiempo o novedad que haya retrasado el avance normal del trabajo, gracias a la correcta planificación y distribución de tareas, las cuales fueron completadas por el equipo de trabajo dentro del tiempo establecido como se puede visualizar en el gráfico de esfuerzo. Como resultado se obtuvieron un grupo de patrones de diseño de software que cumplen con los requerimientos establecidos y se planteó el desarrollo del prototipo para los patrones que implican usuarios con ceguera.

2.4.4. Tercer Sprint

Dentro del tercer sprint se plantea realizar tres historias de usuario, la fecha inicial de este sprint es a partir del 16 de junio hasta el 16 de julio del presente año. La meta principal es construir un prototipo de aplicación web utilizando uno o más de los patrones de diseño desarrollados, de tal manera que sea accesible para usuarios con ceguera legal, daltonismo dicromático y visión borrosa. Se plantea implementar parcialmente todos los patrones de diseño desarrollados, de tal manera, que se logre demostrar la importancia de esta implementación, basándose en los resultados obtenidos en las pruebas y evaluaciones del prototipo.

Historias de Usuario

Historia de Usuario	
Número: HU12	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Desarrollo del prototipo de aplicación web accesible.	
Iteración asignada: 3	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador, posterior a un análisis sobre la mejor manera para desarrollar este prototipo da inicio a esta tarea, tomando en cuenta la implementación de los patrones de diseño obtenidos.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de lenguajes de desarrollo web. 2. Estudio de la temática y propósito del prototipo. 3. Diseño y desarrollo del prototipo. 	
Observaciones: Identificar los lenguajes de programación a usar previamente al desarrollo y basar las características a implementarse en estos.	

Tabla 14. HU12: Desarrollo del prototipo de aplicación web accesible.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU13	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Implementación de los patrones de diseño	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Iteración asignada: 3	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador realiza la implementación de los patrones de diseño previamente obtenidos, en el prototipo que está desarrollando.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar de los patrones de diseño a implementar 2. Desarrollar del prototipo basándose en los patrones que se están implementando. 	
Observaciones: Ninguna	

Tabla 15. HU13: Implementación de los patrones de diseño.

Elaborado por: Los autores.

Historia de Usuario	
Número: HU14	Usuario: Desarrollador
Nombre historia: Validar el prototipo utilizando herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores.	
Iteración asignada: 3	Responsables: Santiago Gualotuña, Angel Molina
<p>Descripción: El desarrollador evalúa el prototipo desarrollado con la ayuda de herramientas para análisis del nivel de accesibilidad y el uso de simuladores de las discapacidades visuales en cuestión.</p> <p>Descripción técnica:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar las herramientas de evaluación de accesibilidad a utilizar 2. Utilizar simuladores de discapacidades visuales para realizar pruebas en la aplicación 3. Evaluar resultados obtenidos. 	
Observaciones: Ninguna	

Tabla 16. HU14: Validar el prototipo utilizando herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores.

Elaborado por: Los autores.

Pila de sprint

En las Figuras 8 y 9 se muestran las tareas que se realizaran en el tercer sprint del proyecto, se incluye el tipo de tarea, el estado, y los responsables de cada una de estas. También podemos observar que el esfuerzo inicial realizado es considerable, pero este va decreciendo según se va dedicando una mayor cantidad de tiempo a cada tarea hasta el punto de llegar a ser poco demandante, gracias a la experiencia que se adquiere en el proceso de desarrollo del proyecto.

SPRINT	INICIO	DURACIÓN	ESFUERZO																																					
3	16/06/2017	24																																						
			Tareas pendientes																																					
			Horas de trabajo pendientes																																					
Backlog	Tarea	Tipo	Estado	Responsa	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X		
	Desarrollo del prototipo de aplicación web accesible	Prototipado	En curso	Todos	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	Implementación de los patrones de diseño	Prototipado	En curso	Todos	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Validar el prototipo utilizando herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores.																																							
	Pruebas		En curso	Todos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

Figura 8. Primera pila del tercer sprint.
Elaborado por: Los autores.

SPRINT	INICIO	DURACIÓN
3	19/07/2017	24

Backlog	Tarea	Tipo	Estado	Responsa	ESFUERZO																										
					19/07/2017	20/07/2017	21/07/2017	24/07/2017	25/07/2017	26/07/2017	27/07/2017	28/07/2017	31/07/2017	01/08/2017	02/08/2017	03/08/2017	04/08/2017	07/08/2017	08/08/2017	09/08/2017	10/08/2017	11/08/2017	14/08/2017	15/08/2017	16/08/2017	17/08/2017	18/08/2017	21/08/2017			
Tareas pendientes					3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1		
Horas de trabajo pendientes					12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7	6	6	5	4	3	1
	Desarrollo del prototipo de aplicación web accesible	Prototipado	Terminada	Todos																											
	Implementación de los patrones de diseño	Prototipado	Terminada	Todos																											
	Validar el prototipo utilizando herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores.																														
	Pruebas	Terminada	Todos	Todos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

Figura 9. Segunda pila del tercer sprint

Elaborado por: Los autores.

Reunión semanal de Scrum

La reunión semanal de Scrum se realiza un día a la semana usualmente en la tarde. En la primera reunión del tercer sprint se definieron las tareas a realizar, su orden de prioridad y como se repartirá el trabajo. Además, se establecieron los tiempos de entrega de cada tarea y se definió el método de desarrollo del prototipo y la implementación de los patrones de diseño resultantes en el prototipo de aplicación web para posteriormente realizar las evaluaciones, pruebas y simulaciones correspondientes. En las reuniones posteriores se realizó la revisión de las tareas realizadas para aplicar las respectivas correcciones. El sprint principalmente se basa en el desarrollo del prototipo de aplicación web accesible para usuarios con las discapacidades visuales en cuestión, tomando en cuenta la implementación de los patrones de diseño de software resultantes y la evaluación de los beneficios obtenidos como consecuencia.

Gráfico de esfuerzo

Las Figuras 10 y 11 representan el gráfico de esfuerzo en el sprint, se toman en cuenta los días invertidos en el desarrollo de las tareas vs las horas de trabajo pendientes. Se puede observar que inicialmente se cuenta con dieciséis horas de trabajo por completar, pero con paso del tiempo, para el último día planificado solo se logró avanzar cuatro horas por problemas en el desarrollo. Lo que demuestra que se tuvo un periodo en el cual no se pudo avanzar con las tareas de manera exitosa, significando un retraso de alrededor de tres semanas, por lo que el trabajo dentro del tercer sprint se tuvo que extender hasta el 21 de agosto del 2017.



Figura 10. Grafico del esfuerzo de la primera parte del tercer sprint.

Elaborado por: Los autores.



Figura 11. Gráfico del esfuerzo de la segunda parte del tercer sprint.

Elaborado por: Los autores.

Revisión del tercer sprint

Se realizaron tres historias de usuario, iniciando con el desarrollo del prototipo de aplicación web accesible incluyendo con la implementación de los patrones de diseño resultantes del anterior sprint para finalizar con la validación del prototipo obtenido mediante el uso de herramientas de evaluación de accesibilidad y simuladores. Hay que tomar en cuenta que este desarrollo busca únicamente comprobar la validez de los patrones de diseño obtenidos mas no implementarlos en su totalidad.

Finalmente, se realizaron algunos ajustes en el prototipo debido a mejoras en la implementación de los patrones de diseño, durante el desarrollo y para solventar los defectos encontrados con las herramientas de evaluación de accesibilidad. Lo que significó un retraso en la finalización proyecto.

Retrospectiva del tercer sprint

Dentro del tercer sprint inicialmente se planteó desarrollar el prototipo de aplicación web accesible en lenguaje JavaScript, pero luego se cambió a PHP por facilidad en la programación llevada a cabo por el equipo de trabajo. Posteriormente se realizaron algunos ajustes en el prototipo para solventar los defectos encontrados con las herramientas de evaluación de accesibilidad, por lo cual se produjo un retraso en la finalización del proyecto según el tiempo establecido. Pero finalmente se obtuvo el prototipo planteado, y los resultados positivos en la evaluación de la accesibilidad de este desarrollo y en las pruebas simuladas.

3. RESULTADOS

En esta sección del documento se recopilan los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, siendo estos organizados por cada sprint en la planificación, y según el tipo de resultado al que pertenecen. Inicialmente se estableció la influencia de la accesibilidad web en el desarrollo de una sociedad más inclusiva como resultado de un análisis sobre la accesibilidad y la inclusión social, posteriormente se desarrollaron los patrones de diseño de software que implementan accesibilidad para usuarios con discapacidades visuales como: ceguera, visión borrosa y daltonismo dicromático y finalmente se construyó un prototipo que implementa el patrón base y parcialmente el patrón de accesibilidad web para ceguera. Adicionalmente, incluyen algunos de los criterios de éxito definidos en los patrones de daltonismo dicromático y visión borrosa.

3.1. Resultados del primer sprint

En el primer sprint se llevó a cabo un análisis sobre la inclusión social de las personas discapacitadas en la sociedad y específicamente sobre la influencia de la accesibilidad web en el desarrollo de una sociedad más inclusiva, tomando en cuenta los beneficios de la accesibilidad para la inclusión social y como resultado final el impacto de la accesibilidad web en el incremento de la equidad. Además, se investigaron las barreras de accesibilidad existentes para usuarios con discapacidades visuales y las herramientas desarrolladas para solventar estos problemas en diversos sistemas operativos.

3.1.1. Inclusión social en la web

La dificultad para el acceso a la web no está presente a un mismo nivel en todas las personas con discapacidades, pero en el caso de las discapacidades visuales se potencian las barreras de acceso a este medio.

El acceso a las tecnologías de comunicación e información, incluyendo la web, es un derecho humano básico. La accesibilidad busca principalmente generar igualdad de oportunidades e igualdad de acceso a éste y muchos otros derechos humanos básicos para las personas con discapacidades, en comparación con quienes tienen discapacidades. Es decir, busca generar equidad. Esta equidad en el acceso web, además de fomentar una sociedad más incluyente, incrementa los niveles de usabilidad para los usuarios de las aplicaciones web [21].

3.1.2. Barreras de accesibilidad

Las principales dificultades que presentan las personas con discapacidades visuales con visión borrosa al momento de acceder a contenido web es que: el texto es presentado en

imágenes, sitios web con bajo contraste, color de letra y fondo no acordes al sitio web. Sin embargo, estas dificultades se las puede mitigare con el uso de herramientas del sistema como: magnificadores conocidos como lupas y cambio de contraste, según la necesidad del usuario.

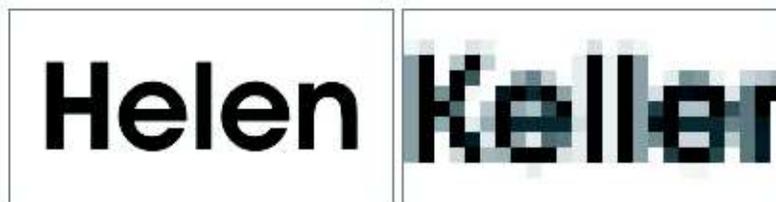


Figura 12. Imagen con texto legible vs texto aumentado [32].

La Figura 12 muestra un texto en imagen, al usar herramientas como Lupa se visualiza un contenido borroso, con lo cual el usuario con discapacidades no va a comprender la información presentada en el sitio de web.

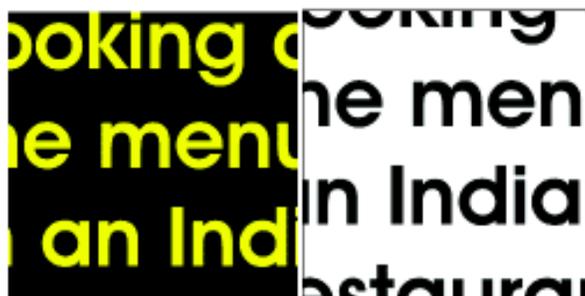


Figura 13. Imagen con y sin alto contraste [32].

La Figura 13 presenta un ejemplo de uso del alto contraste, útil para personas que presentan baja visión que necesitan prestar atención al contenido del texto presente en un sitio web.

El daltonismo dicromático es el más común en la sociedad, por ello las personas que necesitan visualizar contenido en los cuales el medio principal de comunicación es los colores puede resultar confuso. WebAIM recomienda que la información presentada en un sitio web tenga varios métodos de comunicar dicho contenido, no solo a través de colores como se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Imagen a color vs blanco y negro [32].

Las personas con discapacidades visuales cambiar la presentación del contenido web a formas que son más útiles para sus necesidades particulares. Por ejemplo:

- Ampliación o reducción del tamaño del texto y de las imágenes.
- Personalización de la configuración de fuentes, colores y espaciado.
- Escuchar la síntesis de texto a voz del contenido.
- Escuchar descripciones de audio de vídeo en multimedia.
- Lectura de texto con braille automático (pequeños puntos que se elevan y bajan para mostrar caracteres que se leen escaneando sobre los puntos levantados usando las yemas de los dedos).

Para que estos métodos de navegación web funcionen, los desarrolladores deben asegurarse de que la presentación del contenido web sea independiente de su estructura subyacente y de que la estructura esté correctamente codificada para que pueda ser procesada por software y presentada de diferentes maneras. Por ejemplo, algunas personas no ven el contenido y necesitan listas, encabezados, tablas y otras estructuras de página para ser codificadas correctamente para que puedan ser identificadas por el software lector de pantalla.

Algunas personas sólo ven pequeñas porciones del contenido a la vez o están percibiendo los colores y el diseño de manera diferente. Algunas personas están utilizando fuentes, colores y espaciados personalizados para que el contenido sea más legible o naveguen por el contenido utilizando el teclado sólo porque no pueden ver el puntero del ratón. Un diseño accesible admite diferentes presentaciones del contenido web y diferentes formas de interacción.

Barreras generales para usuarios con discapacidades visuales (N1)

Las discapacidades visuales varían desde la visión leve o moderada en uno o ambos ojos, hasta la pérdida sustancial de la visión en ambos ojos, provocando la ceguera. Otras

desarrollan pérdida de percepción de colores conocido como daltonismo, siendo más sensibles a ciertos tonos de colores y menos sensibles a otros. Este tipo de enfermedad visual es independiente de la pérdida de la visión, así un individuo puede presentar no solo una discapacidad sino varias a la vez.

1. Tener que acceder al contenido web solo desde el teclado del ordenador.
2. Imágenes, controles y otros elementos estructurales que no tienen alternativas de texto equivalentes.
3. Organizadores de información como organigramas son difíciles de interpretar.
4. Texto, imágenes y diseños de página que no se pueden cambiar el tamaño o que pierden información al cambiar el tamaño.
5. Falta de señales de orientación visual y no visual, estructura de página y otras ayudas de navegación.
6. Contenido de vídeo que no tiene texto o alternativas de audio o una pista de descripción de audio.
7. Sitios web, navegadores web y herramientas de autoría que no proporcionan soporte completo para el teclado.
8. Falta de equivalentes de texto nulo en imágenes decorativas.
9. Falta de encabezados de filas y columnas para tablas de datos.
10. Falta de compatibilidad de sitios web para una correcta configuración del texto y las hojas de estilo.
11. Sitios web con lenguajes de marcado no válido.
12. Falta de mecanismos de navegación consistentes y malos estilos de presentación de sitios web.
13. Falta de alternativas de accesibilidad para contenido tipo Flash.

Barreras visuales para usuarios con visión borrosa y daltonismo dicromático (N2)

Existen barreras visuales que afectan tanto a usuarios con visión borrosa y como a los usuarios de daltonismo dicromático, debido a que la diferencia de contraste entre colores y el contraste de luminosidad, puede ayudar al enfoque de contenido, como a la diferenciación de tonalidades. A continuación, se lista las barreras presentes en las dos discapacidades mencionadas:

1. Texto e imágenes con contraste insuficiente entre combinaciones de colores de primer plano y de fondo.
2. Sitios web, navegadores web y herramientas de autoría que no admiten el uso de combinaciones de colores personalizadas.

3. Videos de sitios web con demasiada luminosidad o muy poca luminosidad.
4. Sitios web que no permiten mitigación de luminosidad a través de la polarización inversa.
5. Reducción del brillo que causa que el contenido sea poco legible.

Barreras visuales para usuarios con visión borrosa, daltonismo dicromático y ceguera (N3)

Las barreras no solo se pueden generalizar, también se las puede dividir según el tipo de discapacidad visual, la clasificación de barreras permite tratar cada discapacidad específicamente. Con ello se puede así desarrollar una solución específica para cada tipo de usuario.

Visión borrosa

1. Textos de sitios web mal estructurados con lo cual se pierde su significado.
2. Imágenes y contenido web mal adaptado a la pantalla del usuario (borroso).
3. Texto e imágenes con contraste insuficiente entre combinaciones de colores de primer plano y de fondo.
4. Contenido de sitios web presentados en imágenes con texto distorsionado.
5. Contenido web que no se adapta a las pantallas del usuario.

Daltonismo dicromático

1. Sitios web, navegadores web y herramientas de autoría que no admiten el uso de combinaciones de colores personalizadas.
2. Contenido e información presente sólo a través de imágenes.
3. Texto e imágenes con contraste insuficiente entre combinaciones de colores de primer plano y de fondo.

Ceguera

1. Lectores de pantalla solo leen la información del texto alternativo, pero no describen la imagen.
2. Sitios web sin encabezados que no permiten obtener una navegabilidad adecuada vía teclado.
3. Sitios web con eventos de JavaScript dependientes de un clic o del movimiento del ratón.
4. Contenido web presentado en un orden no lineal dificultando el entendimiento a los usuarios de los lectores de pantalla.
5. Tener que acceder al contenido web solo desde el teclado del ordenador.

3.1.3. Herramientas de accesibilidad

En los diferentes sistemas operativos existentes se han desarrollado herramientas que ayudan a incrementar el nivel de accesibilidad para los usuarios que lo necesitan, estas herramientas no solo consideran a personas con discapacidades visuales sino también a usuarios con otro tipo de discapacidades o que necesiten un software más accesible. Esto es un beneficio tanto para los usuarios como para las empresas que desarrollan estas herramientas, ya que al incluir a los usuarios discapacitados mejoran la accesibilidad y usabilidad del software.

Manejo de herramientas en Windows.

A continuación, se detalla el uso de herramientas de accesibilidad en el sistema operativo Windows.

Narrador

El idioma del narrador es el idioma que se ha definido previamente en el Sistema operativo. Para acceder al narrador se procede al apartado de configuración, como se muestra en la Figura 15.

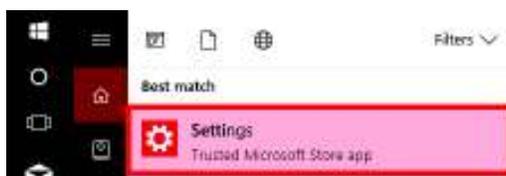


Figura 15. Acceso a configuración en Windows 10.

Elaborado por: Los autores.

La Figura 16 muestra la configuración del sistema operativo Windows 10 en donde se selecciona la opción de accesibilidad mostrada.

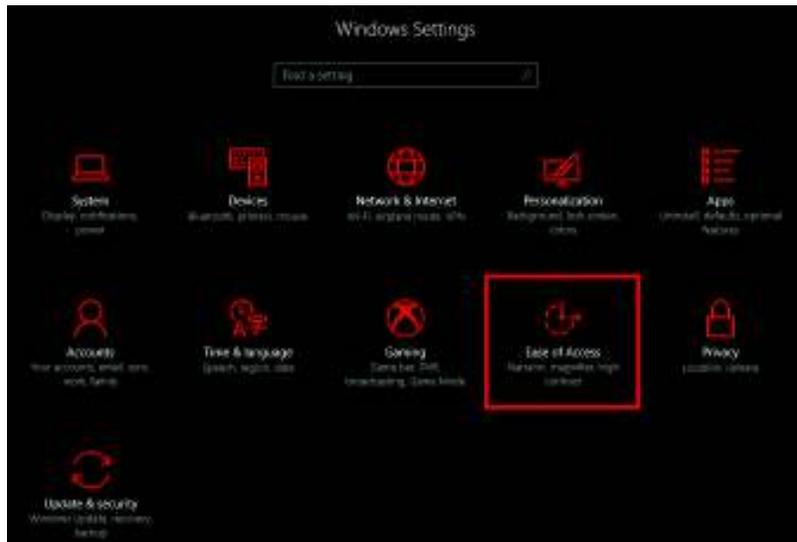


Figura 16. Configuración del sistema operativo.

Elaborado por: Los autores.

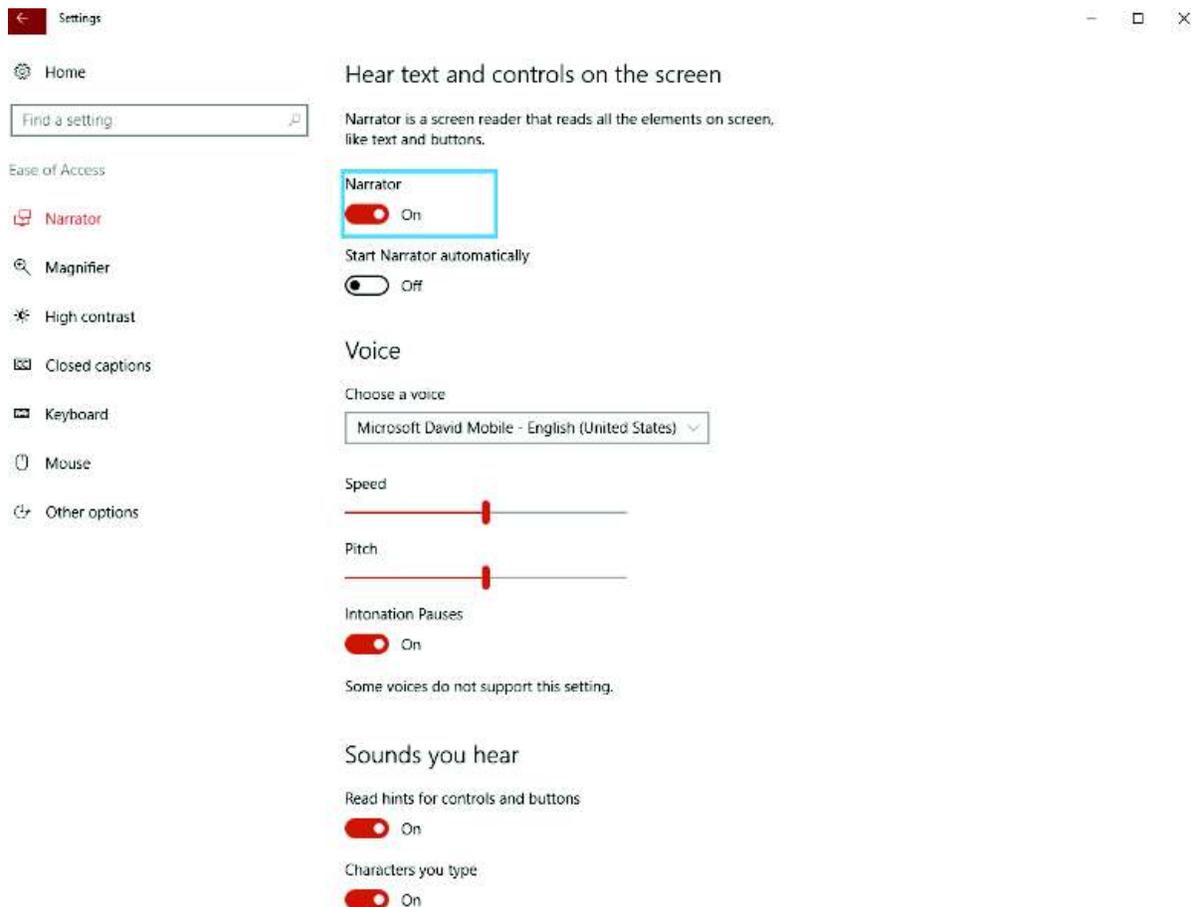


Figura 17. Opciones del narrador.

Elaborado por: Los autores.

La Figura 17 muestra la configuración de accesibilidad del narrador, esta varía dependiendo del usuario, se puede elegir el tipo, la velocidad y tono de voz. Se puede configurar

adicionalmente, el lector de pantalla para que realice pausas de entonación, configuración de sonidos, que el oyente desea oír y las configuraciones de teclas y cursor respectivas. **Lupa**

Para acceder a la herramienta se repite el procedimiento de acceso al narrador, una vez en el menú de opciones de accesibilidad se puede seleccionar la opción de lupa como se muestra en la Figura 18.

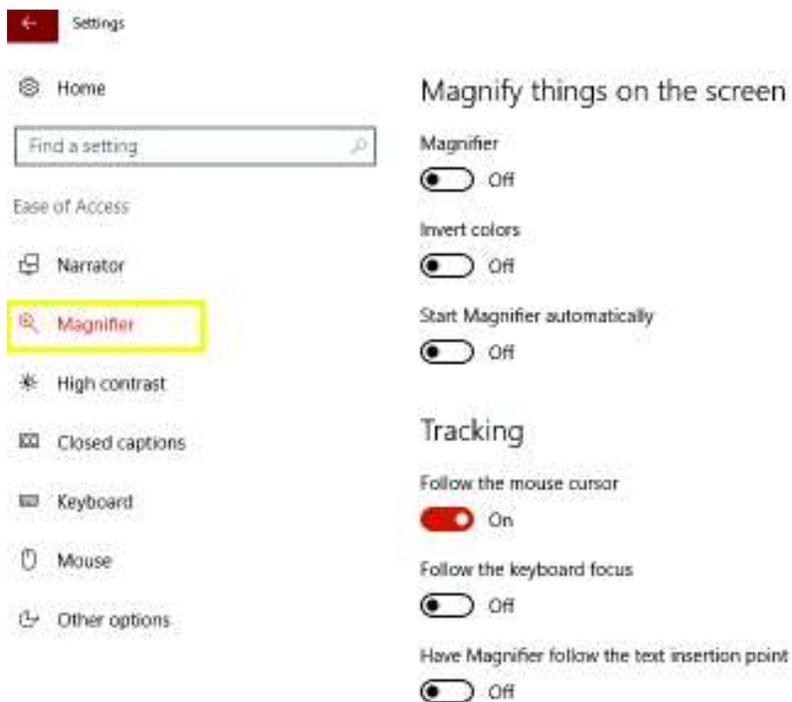


Figura 18. Opciones de lupa.

Elaborado por: Los autores.

La Figura 19 muestra la configuración de esta herramienta permite que el seguimiento pueda centrarse en tres opciones: mouse, teclado y el punto de ingreso de texto. A su vez, permite tener diferentes tipos de visualizaciones como se muestran en las Figuras: 27, 28.

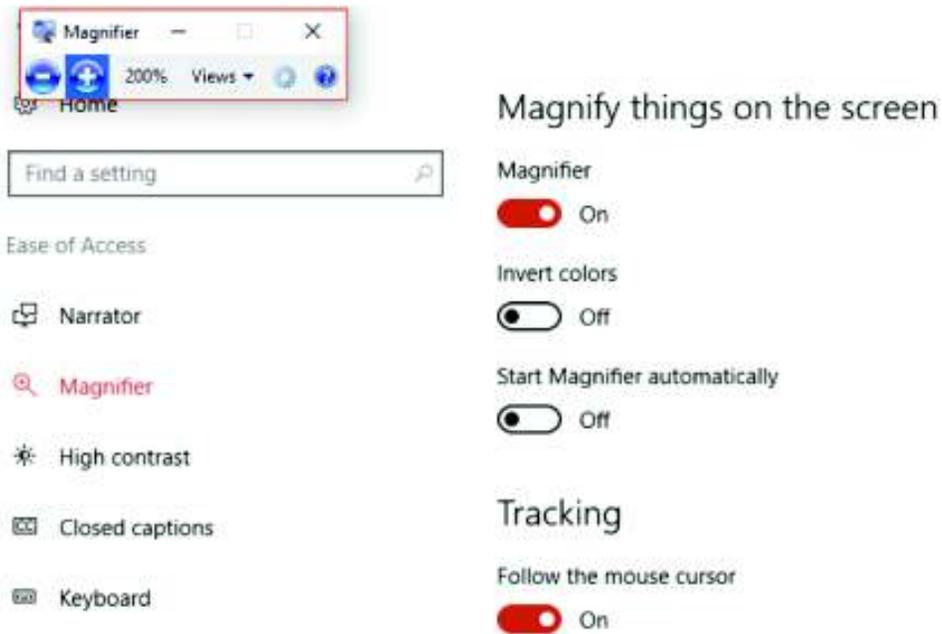


Figura 19. Lupa con opción pantalla completa.

Elaborado por: Los autores.

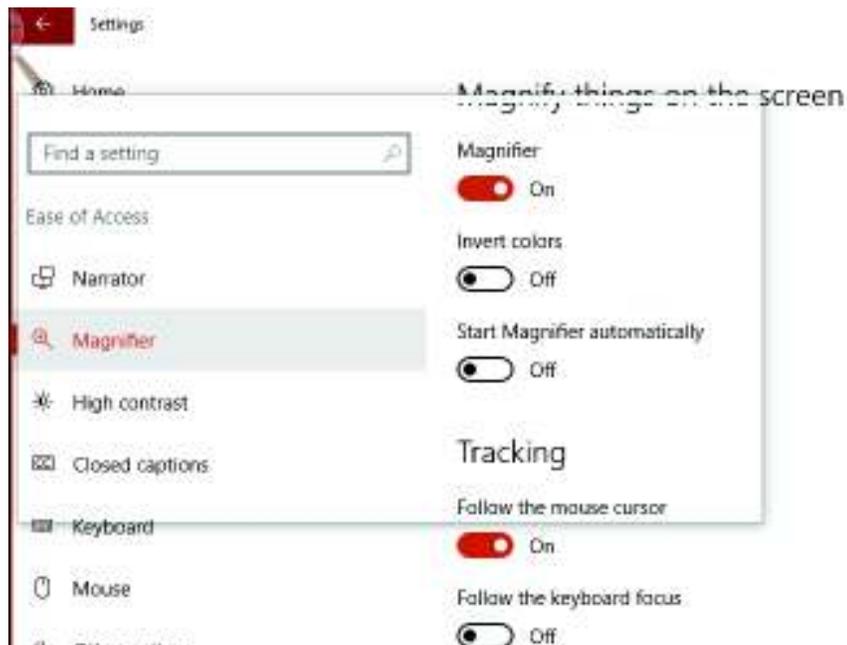


Figura 20. Lupa con opción lentes.

Elaborado por: Los autores.



Figura 21. Lupa con opción docked.

Elaborado por: Los autores.

Alto contraste

La herramienta se encuentra localizada en opciones de accesibilidad para acceder a ella, se realiza el proceso de acceso descrito en el narrado. El alto contraste permite cambiar el contraste de colores entre las imágenes delanteras y traseras, de manera que el usuario tenga una mayor facilidad de identificarlas, con los diferentes tipos de contrastes que tiene Windows. A continuación, se muestran los cuatro tipos de contraste que posee el sistema operativo Windows 10 en las Figuras: 22, 23, 24, 25.

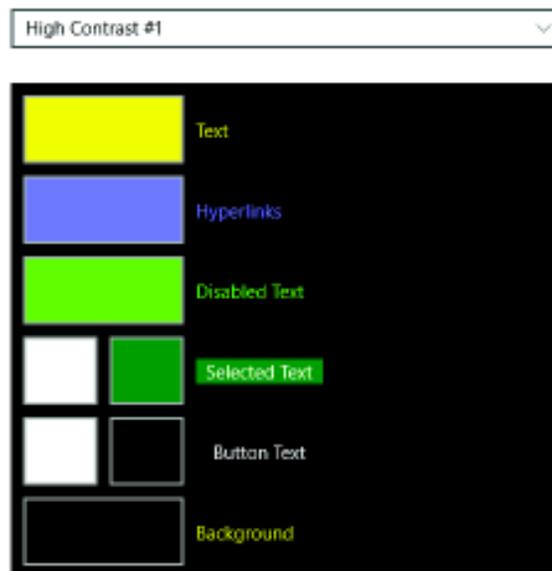


Figura 22. Primer tipo de contraste.

Elaborado por: Los autores.

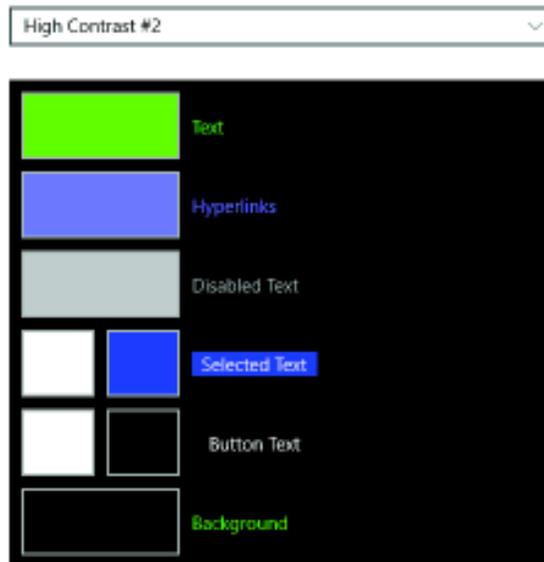


Figura 23. Segundo tipo de contraste.
Elaborado por: Los autores.

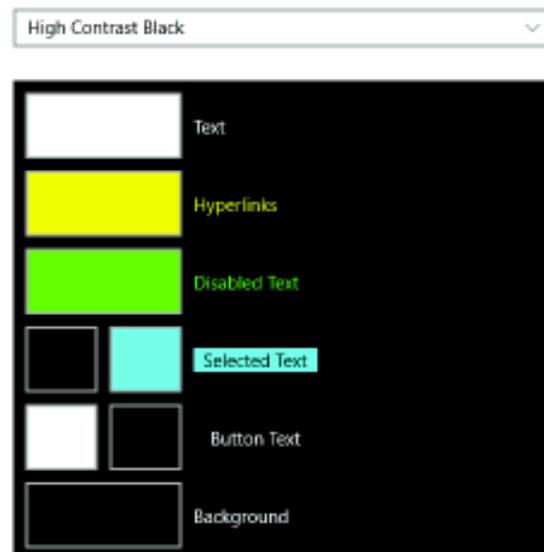


Figura 24. Tercer tipo de contraste.
Elaborado por: Los autores.

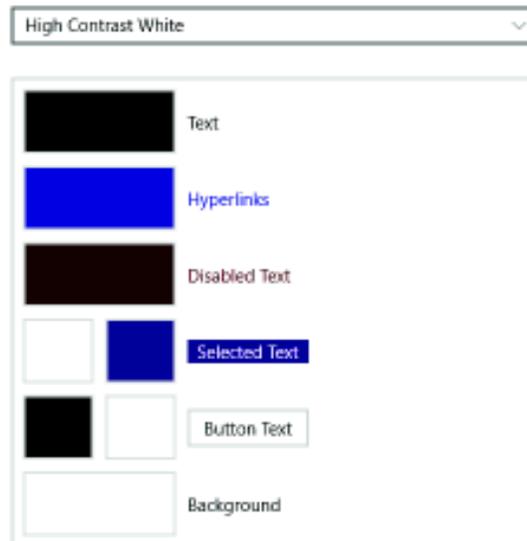


Figura 25. Cuarto tipo de contraste.

Elaborado por: Los autores.

Manejo de herramientas en Ubuntu

Al igual que Windows, el sistema operativo Ubuntu, tiene opciones de accesibilidad a las cuales se puede ingresar a través de la interfaz gráfica, como se muestra en la Figura 26.



Figura 26. Opciones del Sistema Ubuntu.

Elaborado por: Los autores.

Dentro de la ventana de opciones del sistema de debe seleccionar la opción “acceso universal”, en la Figura 27 se muestra la opción de configuración del sistema que se debe elegir.

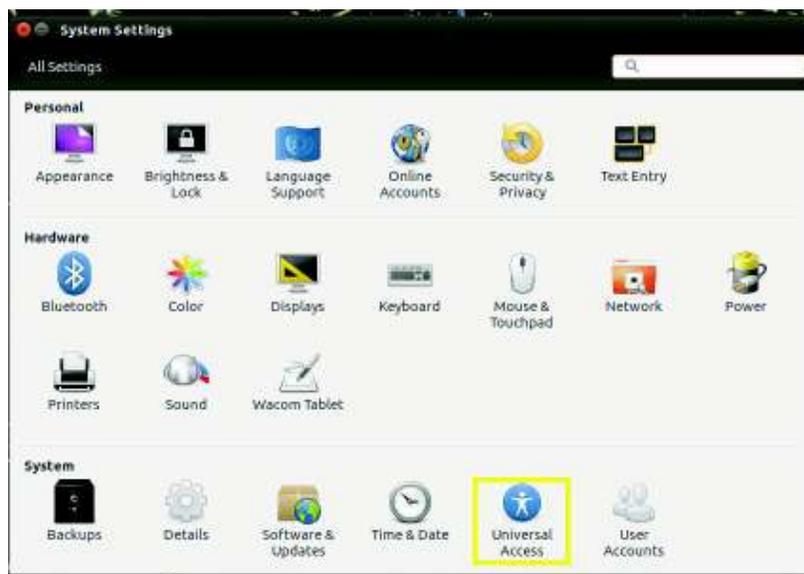


Figura 27. Ventana de Opciones del sistema.

Elaborado por: Los autores.

La Figura 28 muestra las opciones de accesibilidad presentes en Ubuntu, para usuarios con distintos problemas de discapacidad.

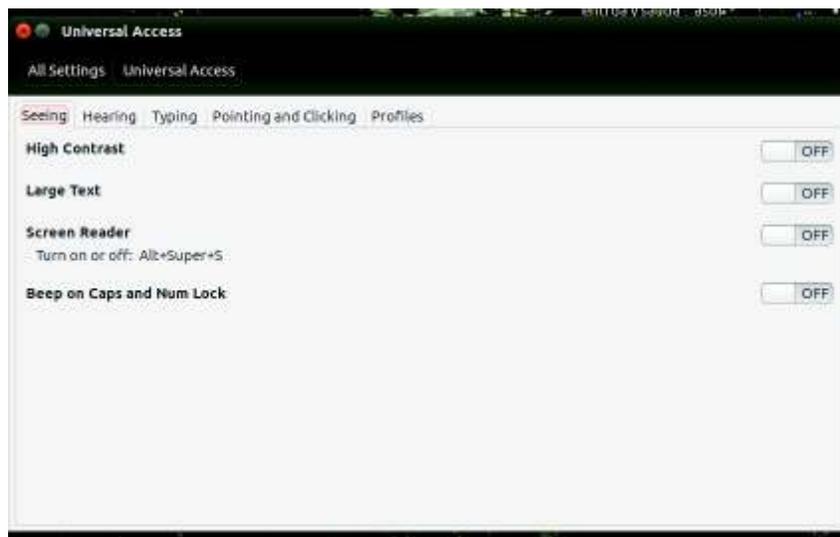


Figura 28. Ventana de opciones de accesibilidad.

Elaborado por: Los autores.

Lector de pantalla

El lector de pantalla de Ubuntu viene establecido con el idioma del sistema de manera que, al momento de utilizarlo, este empezara a describir los objetos según donde se encuentre resaltada la pantalla de color naranja como se muestra en la Figura 29.

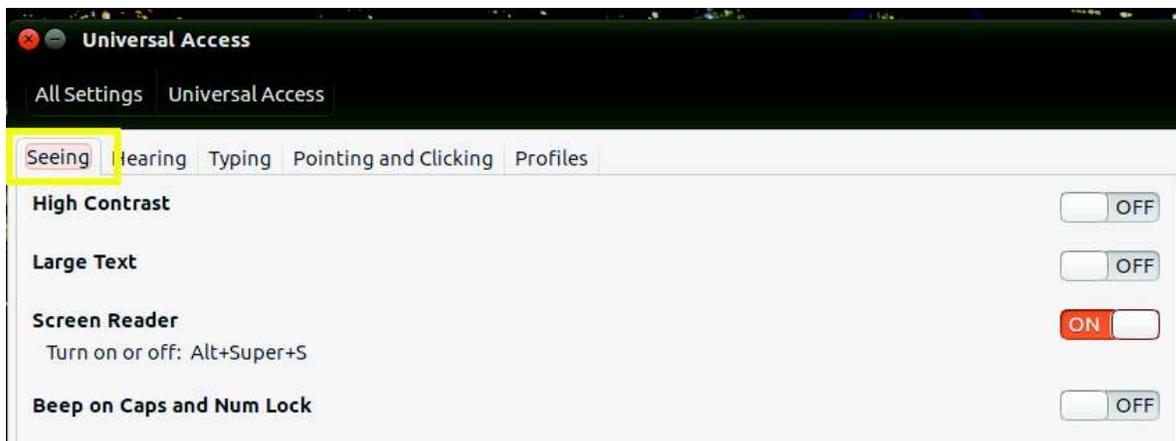


Figura 29. Lector de pantalla activo.

Elaborado por: Los autores.

Contraste alto

La Figura 30 muestra el uso del alto contraste en Ubuntu, facilitando la visibilidad de cierto conjunto de imágenes, que el usuario es incapaz de identificar o que le resulta complicado identificar, permitiendo a los usuarios cambiar el contraste, de manera que el usuario se sienta cómodo y no tenga ningún inconveniente con el manejo del sistema operativo.

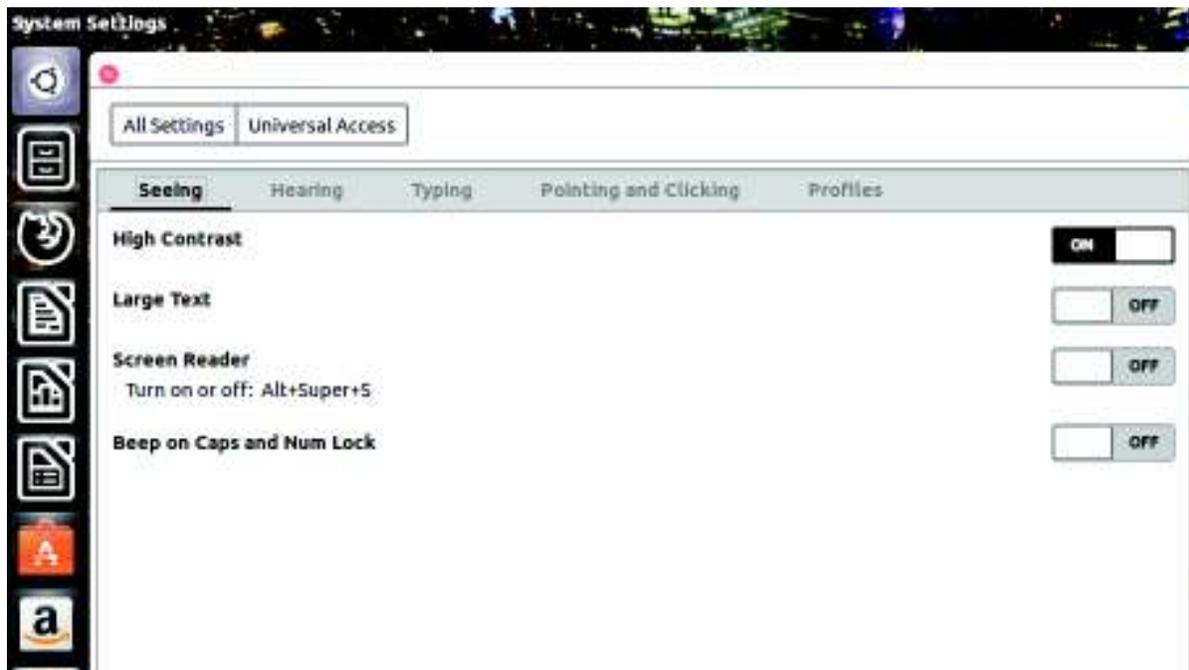


Figura 30. Alto contraste activo.

Elaborado por: Los autores.

Texto grande

La Figura 31 muestra como la herramienta permite duplicar el tamaño del texto que se muestra en la pantalla, esta utilidad es de mucha ayuda para personas con baja visión que les resulta difícil leer el texto web que se encuentra con un tamaño de letra muy pequeño.

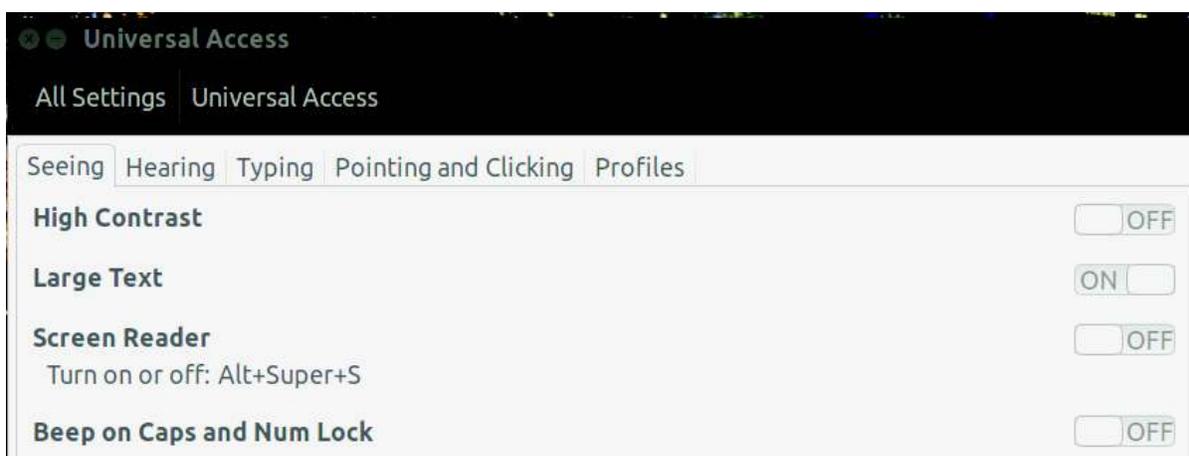


Figura 31. Texto grande activado.

Elaborado por: Los autores.

3.2. Resultados del segundo sprint

En el segundo sprint se llevó a cabo una investigación sobre patrones de diseño de software y sobre problemas existentes en la accesibilidad de aplicaciones web para usuarios con discapacidades visuales, tales como ceguera, visión borrosa y daltonismo dicromático. A partir de los resultados obtenidos se realizó un mapeo entre las barreras existentes para los usuarios, con los criterios de cumplimiento desarrollados para solventarlas en las pautas WCAG. Además, se clasificó estas dos premisas por el tipo de discapacidad a la que pertenecen. Finalmente, se desarrolló de los patrones de diseño de software correspondientes al mapeo previo y se elaboró la respectiva documentación de cada uno de estos.

3.2.1. Criterios de cumplimiento y su implementación

A continuación, se listan los criterios de cumplimiento tomados de las pautas WCAG que se utilizaron para el desarrollo del presente proyecto, cabe recalcar que solamente se incluyeron aquellos que engloban las discapacidades visuales establecidas en el alcance del proyecto dentro de los niveles de conformidad A y AA. Los métodos de implementación de cada uno de estos criterios comprenden componentes específicos de una aplicación web, e incluso funciones con cierto nivel de complejidad:

1. Criterio de Cumplimiento 1.1.1 Contenido no textual

- a. Implementar títulos o descripciones a los componentes del contenido.

Ejemplo:

```
<p>  
  <a href="home.html">  
      
    Home page  
  </a>  
</p>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

2. Criterio de Cumplimiento 1.2.1 Sólo audio y sólo video (grabado)

- a. ImplementTimeBasedMediaAlternative()

Descripción:

Método que implementa una alternativa de audio al contenido de video al cual se aplica.

3. Criterio de Cumplimiento 1.2.3 Audiodescripción o medio alternativo (grabado)

a. ImplementTimeBasedMediaAlternative()

Descripción:

Método que implementa una descripción de audio al contenido de video al cual se aplica.

4. Criterio de Cumplimiento 1.2.5 Audiodescripción (grabado)

a. ImplementAudioDescription()

Descripción:

Método que implementa una descripción de audio a todo contenido de video grabado.

5. Criterio de Cumplimiento 1.3.1 Información y relaciones

a. Definir regiones a través de su componente (aria-labelledby).

Ejemplo:

```
<div id="datos">Datos personales</div>
<div>
  <div id="nombre">Nombre</div>
  <input type="text" aria-labelledby="primer nombre"/>
</div>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

6. Criterio de Cumplimiento 1.3.2 Secuencia significativa

a. Seguir una secuencia coherente en la programación de contenidos.

7. Criterio de Cumplimiento 1.3.3 Características sensoriales

a. ChangeColors()

Descripción:

Método que cambia los colores que puedan causar problemas en su interpretación de la información.

8. Criterio de Cumplimiento 1.4.1 Uso del color

a. ImplementAlternativeVisualMean()

Descripción:

Añade otros medios de interpretación visual además del color.

9. Criterio de Cumplimiento 1.4.2 Control de audio

a. ControlAudio()

Descripción:

Implementa mecanismos para el control de audio, como pausar o detener.

10. Criterio de Cumplimiento 1.4.3 Contraste (mínimo)

a. ApplyContrastRatio(Size)

Descripción:

Añade otros medios de interpretación visual además del color.

11. Criterio de Cumplimiento 1.4.4 Cambiar el tamaño del texto

a. ResizeText()

Descripción:

Aumenta el tamaño del texto.

12. Criterio de Cumplimiento 1.4.5 Imágenes de texto

a. Utilizar texto envés de imágenes de texto.

13. Criterio de Cumplimiento 1.4.10 Cambiar el tamaño del contenido

a. ResizeContent()

Descripción:

Realiza un zoom del contenido.

14. Criterio de Cumplimiento 1.4.11 Contraste de gráficos

a. ApplyContrastRatio(Color)

Descripción:

Se aplica contraste de color.

15. Criterio de Cumplimiento 2.1.1 Teclado

a. Implementar atributos o componentes que faciliten la navegación (tabindex).

Ejemplo:

```
<a href="https://www.facebook.com/" tabindex="0">Facebook</a>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

16. Criterio de Cumplimiento 2.1.2 Sin trampas para el foco del teclado

- a. Utilizar los atajos de teclado recomendados por el S.O. para una mayor accesibilidad (keyboard shortcuts).

17. Criterio de Cumplimiento 2.2.1 Tiempo ajustable

- a. ControlTiming()

Descripción:

Añade control sobre el tiempo impuesto en el contenido de la aplicación web.

18. Criterio de Cumplimiento 2.2.2 Pausa, detener, ocultar

- a. ControllInformationActions()

Descripción:

Añade control sobre las acciones que se ejecutan con la información de la aplicación web.

19. Criterio de Cumplimiento 2.3.1 Umbral de tres destellos o menos

- a. FlashingThreshold()

Descripción:

Añade control sobre cantidad de veces que puede destellar un contenido dentro de la página web.

20. Criterio de Cumplimiento 2.4.1 Evitar bloques

- a. BypassBlocks()

Descripción:

Añade un mecanismo que evita bloques de contenido repetidos en diferentes páginas de la aplicación web.

21. Criterio de Cumplimiento 2.4.2 Titulado de páginas

- a. Implementar un componente descriptivo (<title>)

Ejemplo:

```
<p title="Escuela Politécnica Nacional">epn.edu.ec</p>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

22. Criterio de Cumplimiento 2.4.3 Orden del foco

- a. Implementar un componente de orden lógico (tabindex).

Ejemplo:

```
<a href="https://www.google.com/" tabindex="0">Google</a>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

23. Criterio de Cumplimiento 2.4.4 Propósito de los enlaces (en Contexto)

- a. Implementar un componente descriptivo ("Text").

Ejemplo:

```
<address>  
Written by <a href="mailto:santiagof11@gmail.com">Santiago  
Gualotuña</a>.<br>  
Visit us at:<br>  
epn.edu.ec<br>  
Pichincha, Quito<br>  
Ecuador  
</address>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

24. Criterio de Cumplimiento 2.4.5 Múltiples vías

- a. Implementar un componente de navegacion (href).

Ejemplo:

```
<a href="#top">Ir arriba</a>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

25. Criterio de Cumplimiento 2.4.6 Encabezados y etiquetas

- a. Implementar un componente de etiqueta (h1 - h6).

Ejemplo:

```
<h1> Título 1</h1>  
<h2> Título 2</h2>  
<h3> Título 3</h3>  
<h4> Título 4</h4>  
<h5> Título 5</h5>  
<h6> Título 6</h6>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

26. Criterio de Cumplimiento 2.4.7 Foco Visible

- a. Uso de herramienta de navegación (focus).

Ejemplo:

```
document.getElementById("ejercicio1").focus();
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

27. Criterio de Cumplimiento 3.1.1 Idioma de la página

- a. Implementar un atributo de idioma (lang).

Ejemplo:

```
<html lang="en">  
...  
</html>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

28. Criterio de Cumplimiento 3.1.2 Idioma de las partes

- a. Implementar un atributo de idioma (lang).

Ejemplo:

```
<p lang="fr">A tout le monde.</p>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

29. Criterio de Cumplimiento 3.2.1 Al revivir el foco

- a. Implementar un componente de navegación (active).

Ejemplo:

```
a: active {  
  background-color: grey;  
}
```

Compatibilidad:

				
4.0	7.0	2.0	3.1	9.6

30. Criterio de Cumplimiento 3.2.2 Al recibir entradas

- a. Implementar un atributo de navegación (submit).

Ejemplo:

```
<form action="/action_page.php" method="get" id="form1">  
  First name: <input type="text" name="fname"><br>  
  Last name: <input type="text" name="lname"><br>  
</form>  
  
<button type="submit" form="form1" value="Submit">Submit</button>
```

Compatibilidad:

				
10.0	Not supported	4.0	5.1	9.5

31. Criterio de Cumplimiento 3.2.3 Navegación coherente

- a. Implementar un componente de navegación constante en todas las pantallas (title, footer).

Ejemplo:

```
<footer>
  <p>Creado por: Santiago Gualotuña</p>
  <a href="home.html">Regresar a la página principal</a>
</footer>
```

Compatibilidad:

				
6.0	9.0	4.0	5.0	11.1

32. Criterio de Cumplimiento 3.2.4 Identificación coherente

- a. Implementar un componente de información (alt).

Ejemplo:

```

```

Compatibilidad:

Element					
area	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
img	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
input	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

33. Criterio de Cumplimiento 3.3.1 Identificación de errores

- a. Implementar un atributo de navegación (aria-invalid).

Ejemplo:

```
<script>
...
...
  if($('#first').val() === ''){
    $('#first').attr("aria-invalid", "true");
    $("label[for='first']").addClass('failed');
  }
</script>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

34. Criterio de Cumplimiento 3.3.2 Etiquetas o instrucciones

- a. Implementar un componente de descriptivo (aria-label).

Ejemplo:

```
<button aria-label="cerrar" onclick="form.close()">X</button>
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

35. Criterio de Cumplimiento 3.3.3 Sugerencias ante errores

- a. Implementar un componente de requerimiento (aria-required).

Ejemplo:

```
<input id="discapacidad" type="text" aria-required="true" />
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

36. Criterio de Cumplimiento 3.3.4 Prevención de errores (legales, financieros, datos)

- a. Implementar un componente de confirmación (checkbox).

Ejemplo:

```
<form action="/registrarDiscapacidad.php">  
  <input type="checkbox"  
    name="discapacidad" value="Daltonismo"> Daltonismo<br>  
  <input type="checkbox"  
    name="discapacidad" value="Ceguera" checked>Ceguera<br>  
  <input type="submit" value="Submit">  
</form>
```

Compatibilidad:

				
1.0	2.0	1.0	1.0	1.0

37. Criterio de Cumplimiento 4.1.1 Procesamiento

- a. Implementar un componente de validación (validate).

Ejemplo:

```
function validateForm() {  
  var x = document.forms["page"]["nombre"].value;  
  if (x == "") {  
    alert("Ingresar el nombre");  
    return false;  
  }  
}
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

38. Criterio de Cumplimiento 4.1.2 Nombre, función, valor

- a. Implementar un componente de navegación (aria-label).

Ejemplo:

```
<label for="discapacidad">Discapacidad:</label>  
<input type="text" name="discapacidad" id="discapacidad" />
```

Compatibilidad:

				
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

3.2.2. Mapeo de barreras y criterios de cumplimiento por discapacidad

Con la finalidad de satisfacer los objetivos principales planteados en el alcance del presente proyecto, en esta sección se realiza un mapeo, como se muestra en las Tablas 17,18 y 19, entre las barreras de accesibilidad correspondientes a cada una de las tres discapacidades visuales en cuestión y los criterios de cumplimiento de las pautas WCAG que solventan estas limitantes. Se toman en cuenta criterios solamente de los niveles de conformidad A y AA.

Visión borrosa	
Barreras de Accesibilidad	Criterios y Niveles
<ul style="list-style-type: none"> • Textos de sitios web mal estructurados con lo cual se pierde su significado. • Imágenes y contenido web mal adaptado a la pantalla del usuario (borroso). • Texto e imágenes con contraste insuficiente entre combinaciones de colores de primer plano y de fondo. • Contenido de sitios web presentados en imágenes (texto no claro). • Contenido web que no se adapta a las pantallas del usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de Cumplimiento 1.1.1 Contenido no textual (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.2.1 Sólo audio y sólo video (grabado) (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.2.3 Audio descripción o medio alternativo (grabado) (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.2.5 Audio descripción (grabado) (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 1.3.1 Información y relaciones (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.3.2 Secuencia significativa (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.4.2 Control de audio (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.4.3 Contraste (mínimo) (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 1.4.4 Cambiar de tamaño del texto (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 1.4.5 Imágenes de texto (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 1.4.10 Cambiar el tamaño del contenido (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.3.1 Umbral de tres destellos o menos (Nivel A)

	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de Cumplimiento 2.4.6 Encabezados y etiquetas (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 2.4.7 Foco visible (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.2.4 Identificación coherente (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.3.3 Sugerencias ante errores (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.3.4 Prevención de errores (legales, financieros, datos) (Nivel AA)
--	--

Tabla 17. Mapeo de barreras y criterios de cumplimiento para visión borrosa.

Elaborado por: Los autores.

Ceguera	
Barreras de Accesibilidad	Criterios y Niveles
<ul style="list-style-type: none"> • Lectores de pantalla solo leen la información del texto alternativo más describen la imagen. • Sitios web sin encabezados no permiten una navegabilidad adecuada. • Sitios web con eventos de JavaScript dependientes de un clic o del movimiento del ratón. • Contenido web presentado en un orden no lineal dificultando el entendimiento al usar lectores de pantalla. • Tener que acceder al contenido web solo desde el teclado del ordenador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de Cumplimiento 1.1.1 Contenido no textual (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.2.1 Sólo audio y sólo video (grabado) (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.2.3 Audio descripción o medio alternativo (grabado) (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.2.5 Audio descripción (grabado) (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 1.3.1 Información y relaciones (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.3.2 Secuencia significativa (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.4.2 Control de audio (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.1.1 Teclado (Nivel A)

	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de Cumplimiento 2.1.2 Sin trampas para el foco del teclado (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.2.1 Tiempo ajustable (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.2.2 Pausa, detener, ocultar (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.4.1 Evitar bloques (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.4.2 Titulado de páginas (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.4.3 Orden del foco (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.4.4 Propósito de los enlaces (en contexto) (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 2.4.5 Múltiples vías (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 2.4.6 Encabezados y etiquetas (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.1.1 Idioma de la página (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 3.1.2 Idioma de las partes (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.2.1 Al recibir el foco (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 3.2.2 Al recibir entradas (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 3.2.3 Navegación coherente (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.2.4 Identificación coherente (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.3.1 Identificación de errores (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 3.3.2 Etiquetas o instrucciones (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 3.3.3 Sugerencias ante errores (Nivel AA)
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de Cumplimiento 3.3.4 Prevención de errores (legales, financieros, datos) (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 4.1.1 Procesamiento (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 4.1.2 Nombre, función, valor (Nivel A)
--	--

Tabla 18. Mapeo de barreras y criterios de cumplimiento para ciegos.

Elaborado por: Los autores.

Daltonismo dicromático	
Barreras de Accesibilidad	Criterios y Niveles
<ul style="list-style-type: none"> • Sitios web, navegadores web y herramientas de autoría que no admiten el uso de combinaciones de colores personalizadas. • Contenido e información presente en sitios web no debe estar sólo a través de imágenes. • Texto e imágenes con contraste insuficiente entre combinaciones de colores de primer plano y de fondo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de Cumplimiento 1.2.1 Sólo audio y sólo video (grabado) (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.2.3 Audio descripción o medio alternativo (grabado) (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.2.5 Audio descripción (grabado) (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 1.3.1 Información y relaciones (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.3.3 Características sensoriales (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.4.1 Uso del color (Nivel A) • Criterio de Cumplimiento 1.4.5 Imágenes de texto (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 1.4.11 Contraste de gráficos (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.2.4 Identificación coherente (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.3.1 Identificación de errores (Nivel A)

	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio de Cumplimiento 3.3.3 Sugerencias ante errores (Nivel AA) • Criterio de Cumplimiento 3.3.4 Prevención de errores (legales, financieros, datos) (Nivel AA)
--	---

Tabla 19. Mapeo de barreras y criterios de cumplimiento para daltonismo dicromático.

Elaborado por: Los autores.

3.2.3. Patrón Base

El patrón base desarrollado en este trabajo describe el proceso de registro e ingreso de usuarios a la aplicación web, implementa un método de validación de discapacidad que registra el usuario en caso de que exista alguna, lo que permite enviar una petición específica para el tipo de interfaz que se desplegará adaptada a las necesidades de accesibilidad del usuario.

Documentación

La documentación del patrón de diseño base se lleva a cabo en el idioma inglés debido a que a futuro es publicarlo en la web para que quienes lo implementen puedan corroborar su validez y sugerir, si es el caso, cambios o mejoras.

Element	Sub-element	Request
Identification	Name	Authentication
	Key	Adapter authentication
	Author(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Santiago Gualotuña Fajardo • Angel Molina Ortiz • Sandra Sánchez Gordon
	Date	16 – 06 – 2017
	Category	Structural
	Keyword	Authentication accessibility
	Related patterns	Adapter Decorator Facade
Context of use	User	User with blindness, dichromatic dullness and Blurry Vision: Users that need the default web page to be adapted to their necessities.
	Tasks	<ul style="list-style-type: none"> • Register or authenticate the user with their disability if any. • Give access to the registered user. • Send a specific request depending of the user's disability.
	Platform capabilities	The information displayed through a web page that implements the authentication accessibility pattern for blindness, blurry vision and/or dichromatic dullness users must be accessible

		regardless of the browser and the device in which it is displayed.
Problem	Most web applications do not have a content accessibility level of type AA [23] [24]. Is it possible for users with these disabilities to have the same user experience as users which don't have any disability?	
Forces	<ul style="list-style-type: none"> • User Registration <ul style="list-style-type: none"> ○ Personal information ○ Disability ○ Username ○ Password • User Login <ul style="list-style-type: none"> ○ Username ○ Password • Adapter Request <ul style="list-style-type: none"> ○ Receive request from target • Adaptation Specific Request <ul style="list-style-type: none"> ○ Receive specific request ○ Send a response with the adaptation 	
Solution	Adapting the interface and the content of web applications, according to accessibility guidelines for web design [25], providing a good experience in user-application interaction for blindness, blurry vision or/and dichromatic dullness users.	
Implementation	Structure	See Figure 32. Also available online: http://creately.com/diagram/example/j4td49d41
	Strategy	See ANNEX 1.
Consequences	Pros	<ul style="list-style-type: none"> • Accessible Login website. • Accessible Register website. • Set the type of disability per user. • Only registered user can get access. • Access by e-mail and password. • Adaptation by user disability.
	Cons	<ul style="list-style-type: none"> • Longer development time. • Update the pattern if the WCAG guidelines have new content
	Quality factors and metrics	<ul style="list-style-type: none"> • Functional suitability measures The pattern suits well according to the requirements of login and registration for users with visual disabilities. The pattern can be evaluated into different kinds of measures. The list below represents the suitability measures that can be applied to the authentication pattern. <ul style="list-style-type: none"> ○ Functional completeness measures. ○ Functional correctness measures. ○ Usability measures. • The authentication pattern can be evaluated with the usability measure. The pattern improves the accessibility effectivity and efficiency of a web

		<p>application. Nevertheless, the pattern can be evaluated more specifically by the next list of measures:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Operability measures. ○ Accessibility measures. ○ Reliability measures. <ul style="list-style-type: none"> • The applications of the authentication pattern have been excellent due to its structure. Any web application can implement the pattern without troubles. It can be evaluated by: <ul style="list-style-type: none"> ○ Maturity measures. ○ Availability measures. ○ Maintainability measures. • The authentication pattern can be adapted by any developer according to their necessities and circumstances. The maintainability measures can be divided into: <ul style="list-style-type: none"> ○ Modularity measures. ○ Reusability measures. ○ Analyzability measures. ○ Modifiability measures. ○ Testability measures.
--	--	--

Tabla 20. Documentación del patrón base.

Elaborado por: Los autores.

Estructura

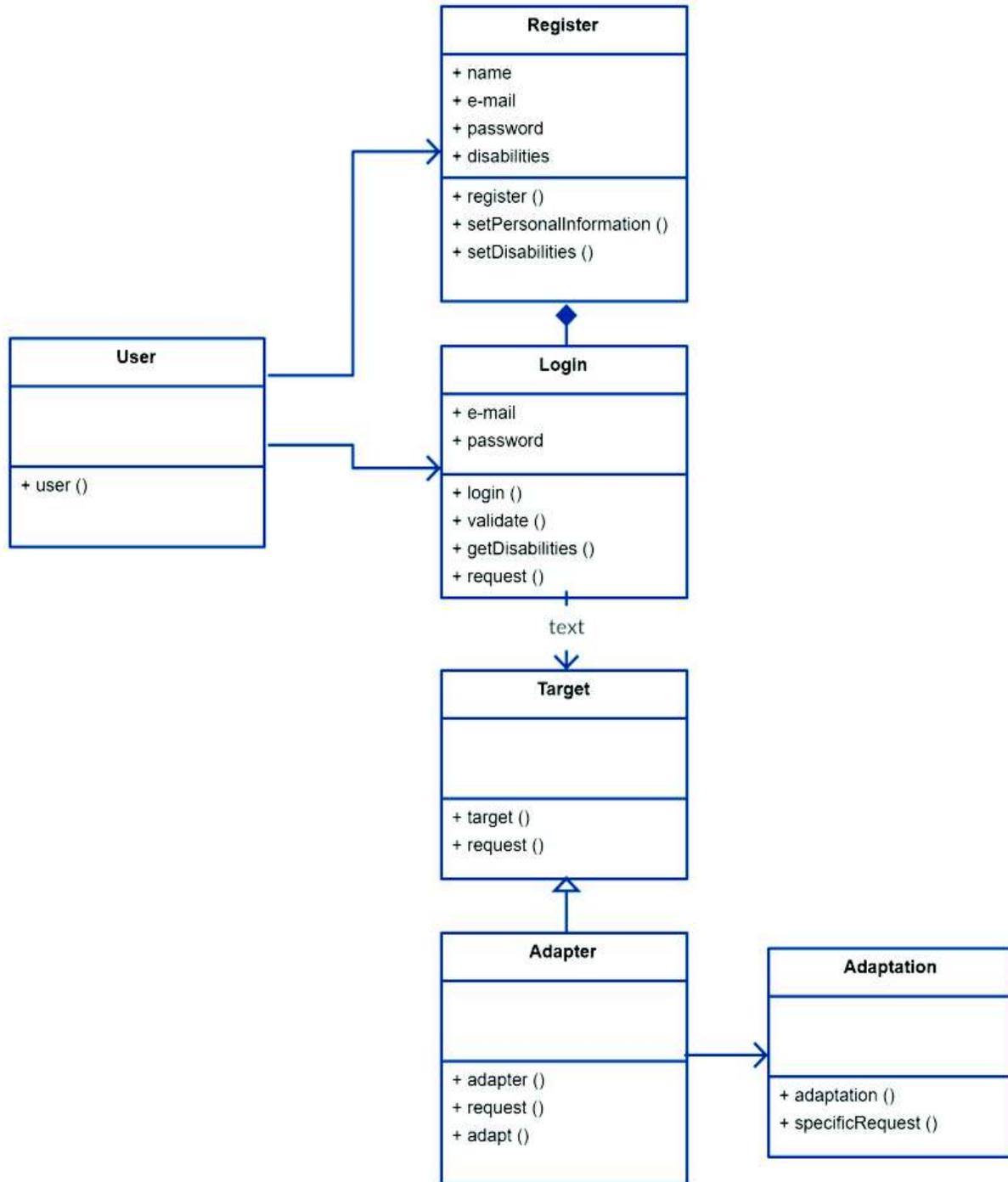


Figura 32. Diagrama UML del patrón base.

Elaborado por: Los autores.

3.2.4. Patrón de Ceguera

El patrón de ceguera describe el proceso de adaptación de las interfaces de la aplicación web para usuarios que hayan sido registrados con esta discapacidad, implementa un método de recepción de la petición específica para este tipo de interfaz. Este patrón disminuye el impacto de las barreras presentes en los usuarios con ceguera adaptándose a las necesidades de accesibilidad del usuario por medio de las guías establecidas en la norma WCAG 2.1 e implementadas en este patrón de diseño.

Documentación

La documentación del patrón de diseño de ceguera se lleva a cabo en el idioma inglés debido a que posteriormente será publicado en la web para que quienes lo implementen puedan corroborar su validez y sugerir, si es el caso, algún cambio o mejora.

Element	Sub-element	Request	
Identification	Name	Accessibility Adapter for Blindness User	
	Key	Blindness Adapter	
	Authors	<ul style="list-style-type: none"> • Santiago Gualotuña Fajardo • Angel Molina Ortiz • Sandra Sánchez Gordon 	
	Date	16 – 06 – 2017	
	Category	Structural	
	Keyword	Blindness, Accessibility	
	Related patterns		Adapter
			Decorator
		Facade	
Context of use	User	User with blindness i.e. users that cannot see any kind of visual representation.	
	Task	<ul style="list-style-type: none"> • Receive the specific request. • Provide the adapted page for blindness users: <ul style="list-style-type: none"> ○ Facilitate keyboard navigation. ○ Define a coherent sequence in the content programming. ○ Implement alternative media for images and videos. 	
	Platform capabilities	The information displayed through a web page that implements the accessibility pattern for blindness users must be accessible regardless of the browser, screenreader and the device in which it is displayed.	
Problem	Most web applications do not have a content accessibility level of type AA [23] [24]. Is it possible for blindness users to have the same user experience as users which don't have this disability?		
Forces	<p>According to the WCAG 2.1 guidelines: [26]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Success Criterion 1.1.1 Non-text Content. <ul style="list-style-type: none"> ○ Add titles or descriptions to content components. 		

	<ul style="list-style-type: none"> • Success Criterion 1.2.1 Audio-only and Video-only(Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement time based media alternatives (subtitles or audio descriptions). • Success Criterion 1.2.3 Audio Description or Media Alternative (Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement time based media alternatives (subtitles or audio descriptions). • Success Criterion 1.2.5 Audio Description (Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Add audio descriptions to the content. • Success Criterion 1.3.2 Meaningful Sequence. <ul style="list-style-type: none"> ○ Follow a consistent sequence in content programming. • Success Criterion 1.4.2 Audio Control. <ul style="list-style-type: none"> ○ Add a mechanism to pause, stop or control the volume of any audio that plays automatically in the web page for more than 3 seconds. • Success Criterion 2.1.1 Keyboard. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement attributes or components that facilitate navigation (tabindex). • Success Criterion 2.1.2 No Keyboard Trap. <ul style="list-style-type: none"> ○ Use the keyboard shortcuts recommended by the OS for greater accessibility. • Success Criterion 2.2.1 Timing Adjustable. <ul style="list-style-type: none"> ○ The user can control every time limit that is set by the content. • Success Criterion 2.2.2 Pause, Stop, Hide. <ul style="list-style-type: none"> ○ Control information actions. • Success Criterion 2.4.1 Bypass Blocks. <ul style="list-style-type: none"> ○ Pasar por alto bloques de contenido repetidos. • Success Criterion 2.4.2 Page Titled. <ul style="list-style-type: none"> ○ Web pages have titles that describe topic or purpose. • Success Criterion 2.4.3 Focus Order. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a logical order component (tabindex). • Success Criterion 2.4.4 Link Purpose (In Context). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a descriptive component ("Text"). • Success Criterion 2.4.5 Multiple Ways. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a navigation component (href). • Success Criterion 2.4.6 Headings and Labels. <ul style="list-style-type: none"> ○ Headings and labels describe topic or purpose. • Success Criterion 3.1.1 Language of Page. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a language attribute (lang) • Success Criterion 3.1.2 Language of Parts. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a language attribute (xml: lang) • Success Criterion 3.2.1 On Focus. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a navigation component (active). • Success Criterion 3.2.2 On Input. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a navigation attribute (submit). • Success Criterion 3.2.3 Consistent Navigation. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a constant navigation component on all screens (title, footer). • Success Criterion 3.2.4 Consistent Identification. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement an information component (alt).
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Success Criterion 3.3.1 Error Identification. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a navigation attribute (aria-invalid). • Success Criterion 3.3.2 Labels or Instructions. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a descriptive component (aria-label). • Success Criterion 3.3.3 Error Suggestion. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a requirement component (aria-required). • Success Criterion 3.3.4 Error Prevention (Legal, Financial, Data). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a confirmation component (checkbox). • Success Criterion 4.1.1 Parsing. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implementar un componente de validación (xmlvalidate). • Success Criterion 4.1.2 Name, Role, Value. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a navigation component (aria-label). 	
Solution	Modifying the content of web applications, according to accessibility guidelines for web design [25], provides a good experience in user-application interaction for blindness users.	
Implementation	Structure	See Figure 33. Also available online: http://creately.com/diagram/example/j4tbuwf52
	Strategy	See ANNEX 2.
Consequences	Pros	<ul style="list-style-type: none"> • Blindness' accessible website. • Specific adaptation for blindness' users. • Increment website's usability.
	Cons	<ul style="list-style-type: none"> • Longer development time. • Update the pattern if the WCAG guidelines have new content.
	Quality factors and metrics	<ul style="list-style-type: none"> • Functional suitability measures The pattern suits well according to the requirements of blindness user's accessibility. The pattern can be evaluated into different kinds of measures. The list bellow represents the suitability measures that can be applied to the blindness pattern. <ul style="list-style-type: none"> ○ Functional completeness measures. ○ Functional correctness measures. ○ Usability measures • The blindness pattern can be evaluated with the usability measure. The pattern improves the accessibility effectivity and efficiency of a web application. Nevertheless, the pattern can be evaluated more specifically by the next list of measures: <ul style="list-style-type: none"> ○ Operability measures. ○ Accessibility measures. ○ Reliability measures • The applications of the blindness pattern have been excellent due to its structure.

		<p>Any web application can implement the pattern without troubles. It can be evaluated by:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Maturity measures. ○ Availability measures. ○ Maintainability measures <ul style="list-style-type: none"> • The blindness pattern can be adapted by any developer according to their necessities and circumstances. The maintainability measures can be divided into: <ul style="list-style-type: none"> ○ Modularity measures ○ Reusability measures ○ Analyzability measures ○ Modifiability measures ○ Testability measures
--	--	--

Tabla 21. Documentación del patrón de ceguera.

Elaborado por: Los autores.

Estructura

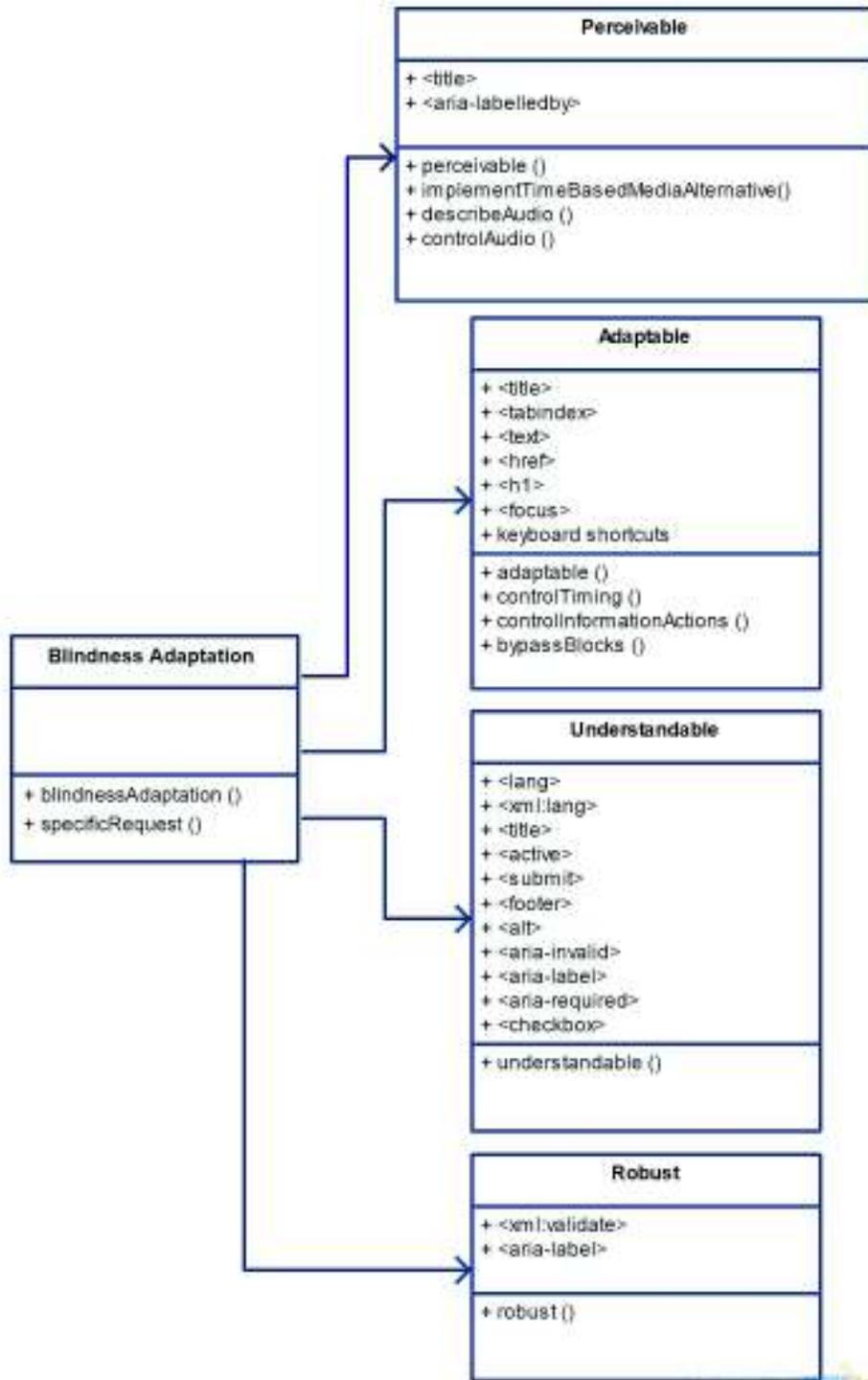


Figura 33. Diagrama UML patrón de ceguera.

Elaborado por: Los autores.

3.2.5. Patrón de Daltonismo Dicromático

El patrón de daltonismo dicromático describe el proceso de adaptación de las interfaces de la aplicación web para usuarios que hayan sido registrados con esta discapacidad, implementa un método de recepción de la petición específica para este tipo de interfaz. Este patrón disminuye el impacto de las barreras que enfrentan los usuarios con daltonismo dicromático adaptándose a las necesidades de accesibilidad del usuario en base a las pautas WCAG.

Documentación

La documentación del patrón de diseño de daltonismo dicromático se lleva a cabo en el idioma inglés debido a que la intención futura es publicarlo en la web para que quienes lo implementen puedan corroborar su validez y sugerir, si es el caso, cambios o mejoras.

Element	Sub-element	Request
Identification	Name	Accessibility Adapter for Dichromatic Dullness User
	Key	Dichromatic Dullness Adapter
	Authors	<ul style="list-style-type: none"> Santiago Gualotuña Fajardo Angel Molina Ortiz Sandra Sánchez Gordon
	Date	16 – 06 – 2017
	Category	Structural
	Keyword	Dichromatic Dullness, Accessibility
	Related patterns	Adapter Decorator Facade
Context of use	User	User with dichromatic dullness i.e. users that don't have a proper distinction of red, green, blue and yellow colours.
	Task	<ul style="list-style-type: none"> Receive the specific request Provide the adapted page for dichromatic dullness users: <ul style="list-style-type: none"> Implement use of color. Implement graphics contrast. Implement mistakes IDs. Facilitate navigation of images through informative text. Implement alternative media for images and videos.
	Platform capabilities	The information displayed through a web page that implements the accessibility pattern for dichromatic dullness users must be accessible regardless of the browser and the device in which it is displayed.
Problem	Most web applications do not have a content accessibility level of type AA [23] [24]. Is it possible for dichromatic dullness users to have the same user experience as users which don't have this disability?	

Forces	<p>According to the WCAG 2.1 guidelines: [26]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Success Criterion 1.2.1 Audio-only and Video-only (Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement time based media alternatives (subtitles or audio descriptions). • Success Criterion 1.2.3 Audio Description or Media Alternative (Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement time based media alternatives (subtitles or audio descriptions). • Success Criterion 1.2.5 Audio Description (Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Add audio descriptions to the content. • Success Criterion 1.3.1 Info and Relationships. <ul style="list-style-type: none"> ○ Define regions in the web page (aria-labelledby), or explain the navigation trough text. • Success Criterion 1.3.3 Sensory Characteristics. <ul style="list-style-type: none"> ○ Avoid using colors (red, green and blue) to convey information. Replace them if necessary. • Success Criterion 1.4.1 Use of Color. <ul style="list-style-type: none"> ○ Avoid using colors (red, green and blue) as the only way to convey information. Implement an alternative visual media. • Success Criterion 1.4.5 Images of Text. <ul style="list-style-type: none"> ○ Use text instead of text images. • Success Criterion 1.4.11 Graphics Contrast. <ul style="list-style-type: none"> ○ Apply color contrast ratio to the graphics in the web page. • Success Criterion 3.2.4 Consistent Identification. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement an information component (alt). • Success Criterion 3.3.1 Error Identification. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a navigation attribute (aria-invalid). • Success Criterion 3.3.3 Error Suggestion. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a navigation attribute (aria-invalid). • Success Criterion 3.3.4 Error Prevention (Legal, Financial, Data). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a confirmation component (checkbox). 	
Solution	<p>Modifying the content of web applications, according to accessibility guidelines for web design [25], provides a good experience in user-application interaction for dichromatic dullness users.</p>	
Implementation	Structure	<p>See Figure 34. Also available online: http://creately.com/diagram/example/j4tbuwf51</p>
	Strategy	<p>See ANNEX 3.</p>
Consequences	Pros	<ul style="list-style-type: none"> • Dichromatic Dullness' accessible website. • Specific adaptation for dichromatic dullness' users. • Increment website's usability
	Cons	<ul style="list-style-type: none"> • Longer development time. • Update the pattern if the WCAG guidelines have new content
	Quality factors and metrics	<ul style="list-style-type: none"> • Functional suitability measures <p>The pattern suits well according to the requirements of dichromatic dullness user's accessibility. The pattern can be evaluated into different kinds of measures. The list bellow represents the suitability measures</p>

		<p>that can be applied to the dichromatic dullness pattern.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Functional completeness measures. ○ Functional correctness measures. ○ Usability measures <ul style="list-style-type: none"> ● The dichromatic dullness pattern can be evaluated with the usability measure. The pattern improves the accessibility effectivity and efficiency of a web application. Nevertheless, the pattern can be evaluated more specifically by the next list of measures: <ul style="list-style-type: none"> ○ Operability measures. ○ Accessibility measures. ○ Reliability measures. ● The applications of the dichromatic dullness pattern have been excellent due to its structure. Any web application can implement the pattern without troubles. It can be evaluated by: <ul style="list-style-type: none"> ○ Maturity measures. ○ Availability measures. ○ Maintainability measures ● The dichromatic dullness pattern can be adapted by any developer according to their necessities and circumstances. The maintainability measures can be divided into: <ul style="list-style-type: none"> ○ Modularity measures ○ Reusability measures ○ Analyzability measures ○ Modifiability measures ○ Testability measures
--	--	--

Tabla 22. Documentación del patrón de daltonismo dicromático.

Elaborado por: Los autores.

Estructura

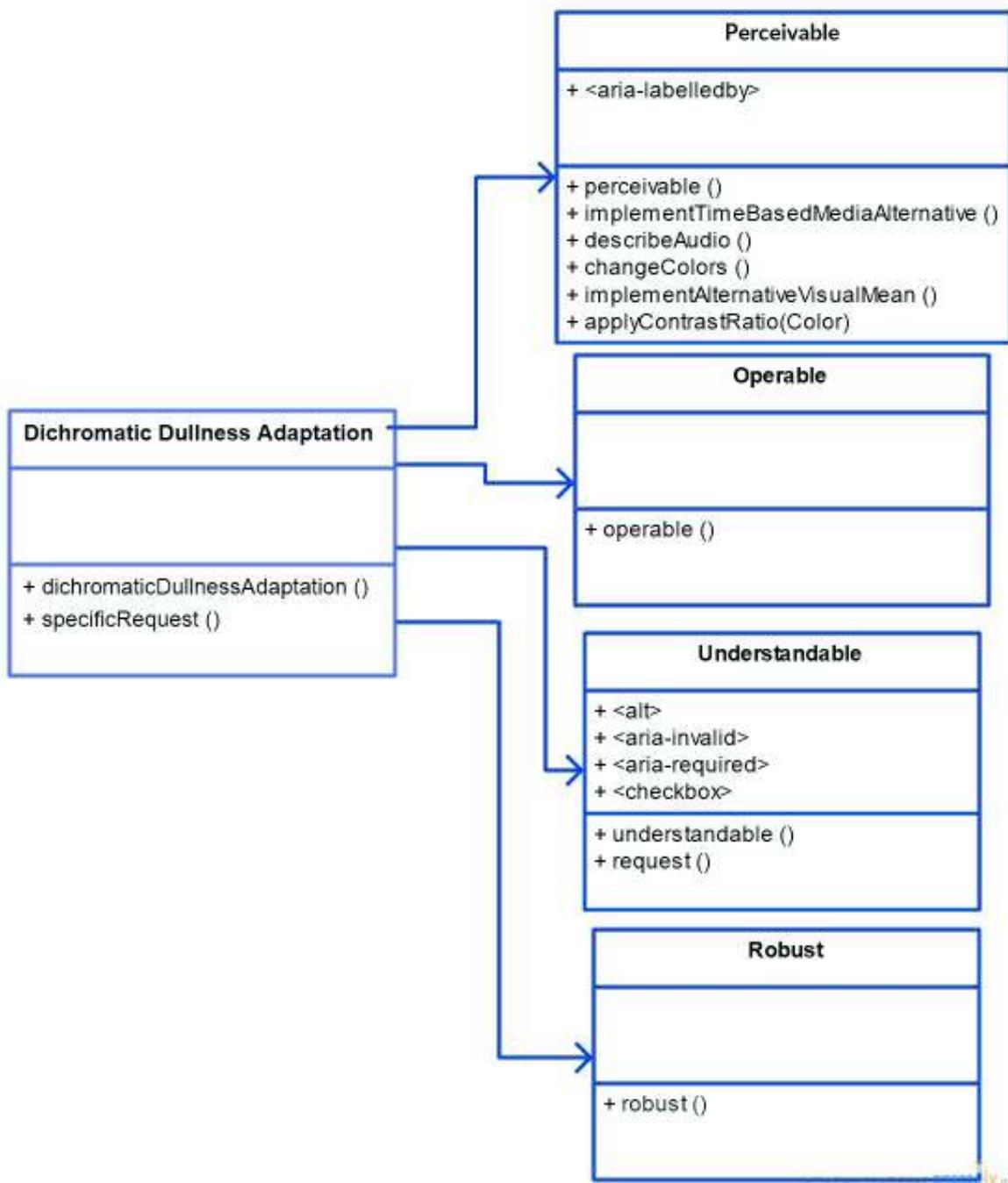


Figura 34. Diagrama UML patrón de daltonismo dicromático.

Elaborado por: Los autores.

3.2.6. Patrón de Visión Borrosa

El patrón de visión borrosa describe el proceso de adaptación de las interfaces de la aplicación web para usuarios que hayan sido registrados con esta discapacidad, implementa un método de recepción de la petición específica para este tipo de interfaz. Este patrón disminuye el impacto de las barreras presentes en los usuarios con visión borrosa adaptándose a las necesidades de accesibilidad del usuario en base a las pautas WCAG.

Documentación

La documentación del patrón de diseño de visión borrosa se lleva a cabo en el idioma inglés debido a que posteriormente será publicado en la web para que quienes lo implementen puedan corroborar su validez y sugerir, si es el caso, algún cambio o mejora.

Element	Sub-element	Request
Identification	Name	Accessibility Adapter for Blurry Vision User
	Key	Blurry vision
	Authors	<ul style="list-style-type: none"> • Santiago Gualotuña Fajardo • Angel Molina Ortiz • Sandra Sánchez Gordon
	Date	06 – 07 – 2017
	Category	Structural
	Keyword	Blurry Vision, Accessibility
	Related patterns	Adapter Decorator Facade
Context of use	User	User with blurry Vision i.e. users that don't have a proper visibility of the content in a web page. For example, its size is too small, its quality is bad or/and they can't understand its meaning.
	Task	<ul style="list-style-type: none"> • Receive the specific request • Provide the adapted page for blurry vision users: <ul style="list-style-type: none"> ○ Use content with sufficient quality. ○ Resize text images. ○ Facilitate navigation of images through informative text. ○ Implement alternative media for images and videos.
	Platform capabilities	The information displayed through a web page that implements the accessibility pattern for blurry vision users must be accessible regardless of the browser and the device in which it is displayed.
Problem	Most web applications do not have a content accessibility level of type AA. [23] [24] Is it possible for blurry vision users to have the same user experience as users which don't have this disability?	
Forces	According to the WCAG 2.1 guidelines: [26]	

	<ul style="list-style-type: none"> • Success Criterion 1.1.1 Non-text Content. <ul style="list-style-type: none"> ○ Add titles or descriptions to content components. • Success Criterion 1.2.1 Audio-only and Video-only (Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement time based media alternatives (subtitles or audio descriptions). • Success Criterion 1.2.3 Audio Description or Media Alternative (Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement time based media alternatives (subtitles or audio descriptions). • Success Criterion 1.2.5 Audio Description (Prerecorded). <ul style="list-style-type: none"> ○ Add audio descriptions to the content. • Success Criterion 1.3.1 Info and Relationships. <ul style="list-style-type: none"> ○ Define regions in the web page (aria-labelledby), or explain the navigation through text. • Success Criterion 1.3.2 Meaningful Sequence <ul style="list-style-type: none"> ○ Follow a consistent sequence in content programming. • Success Criterion 1.4.2 Audio Control. <ul style="list-style-type: none"> ○ Add a mechanism to pause, stop or control the volume of any audio that plays automatically in the web page for more than 3 seconds. • Success Criterion 1.4.3 Contrast (Minimum). <ul style="list-style-type: none"> ○ Take care of the recommended size ratio in the WCAG guidelines. • Success Criterion 1.4.4 Resize text. <ul style="list-style-type: none"> ○ Take care of the recommended resizing percent in the WCAG guidelines. • Success Criterion 1.4.5 Images of Text. <ul style="list-style-type: none"> ○ Use text instead of text images. • Success Criterion 1.4.10 Zoom content. <ul style="list-style-type: none"> ○ Take care of the zooming capability recommended by the guidelines. • Success Criterion 2.3.1 Three Flashes or Below Threshold. <ul style="list-style-type: none"> ○ Take care of the maximum amount of flashes allowed. • Success Criterion 2.4.6 Headings and Labels. <ul style="list-style-type: none"> ○ Headings and labels describe topic or purpose. • Success Criterion 2.4.7 Focus Visible. <ul style="list-style-type: none"> ○ Use of navigation tool (focus). • Success Criterion 3.2.4 Consistent Identification. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement an information component (alt). • Success Criterion 3.3.3 Error Suggestion. <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a navigation attribute (aria-invalid). • Success Criterion 3.3.4 Error Prevention (Legal, Financial, Data) <ul style="list-style-type: none"> ○ Implement a confirmation component (checkbox). 	
Solution	Modifying the content of web applications, according to accessibility guidelines for web design [25], provides a good experience in user-application interaction for blurry vision users.	
Implementation	Structure	See Figure 35. Also available online: http://creately.com/diagram/example/j4td49d42
	Strategy	See ANNEX 4.
Consequences	Pros	<ul style="list-style-type: none"> • Blurry vision accessible website. • Specific adaptation for blurry vision' users. • Increment website's usability

	Cons	<ul style="list-style-type: none"> • Longer development time. • Update the pattern if the WCAG guidelines have new content.
	Quality factors and metrics	<ul style="list-style-type: none"> • Functional suitability measures The pattern suits well according to the requirements of blurry vision user's accessibility. The pattern can be evaluated into different kinds of measures. The list below represents the suitability measures that can be applied to the blurry vision pattern. <ul style="list-style-type: none"> ○ Functional completeness measures. ○ Functional correctness measures. ○ Usability measures • The blurry vision pattern can be evaluated with the usability measure. The pattern improves the accessibility effectivity and efficiency of a web application. Nevertheless, the pattern can be evaluated more specifically by the next list of measures: <ul style="list-style-type: none"> ○ Operability measures. ○ Accessibility measures. ○ Reliability measures • The applications of the blurry vision pattern have been excellent due to its structure. Any web application can implement the pattern without troubles. It can be evaluated by: <ul style="list-style-type: none"> ○ Maturity measures. ○ Availability measures. ○ Maintainability measures • The blurry vision pattern can be adapted by any developer according to their necessities and circumstances. The maintainability measures can be divided into: <ul style="list-style-type: none"> ○ Modularity measures ○ Reusability measures ○ Analyzability measures ○ Modifiability measures ○ Testability measures

Tabla 23. Documentación del patrón de visión borrosa.

Elaborado por: Los autores.

Estructura

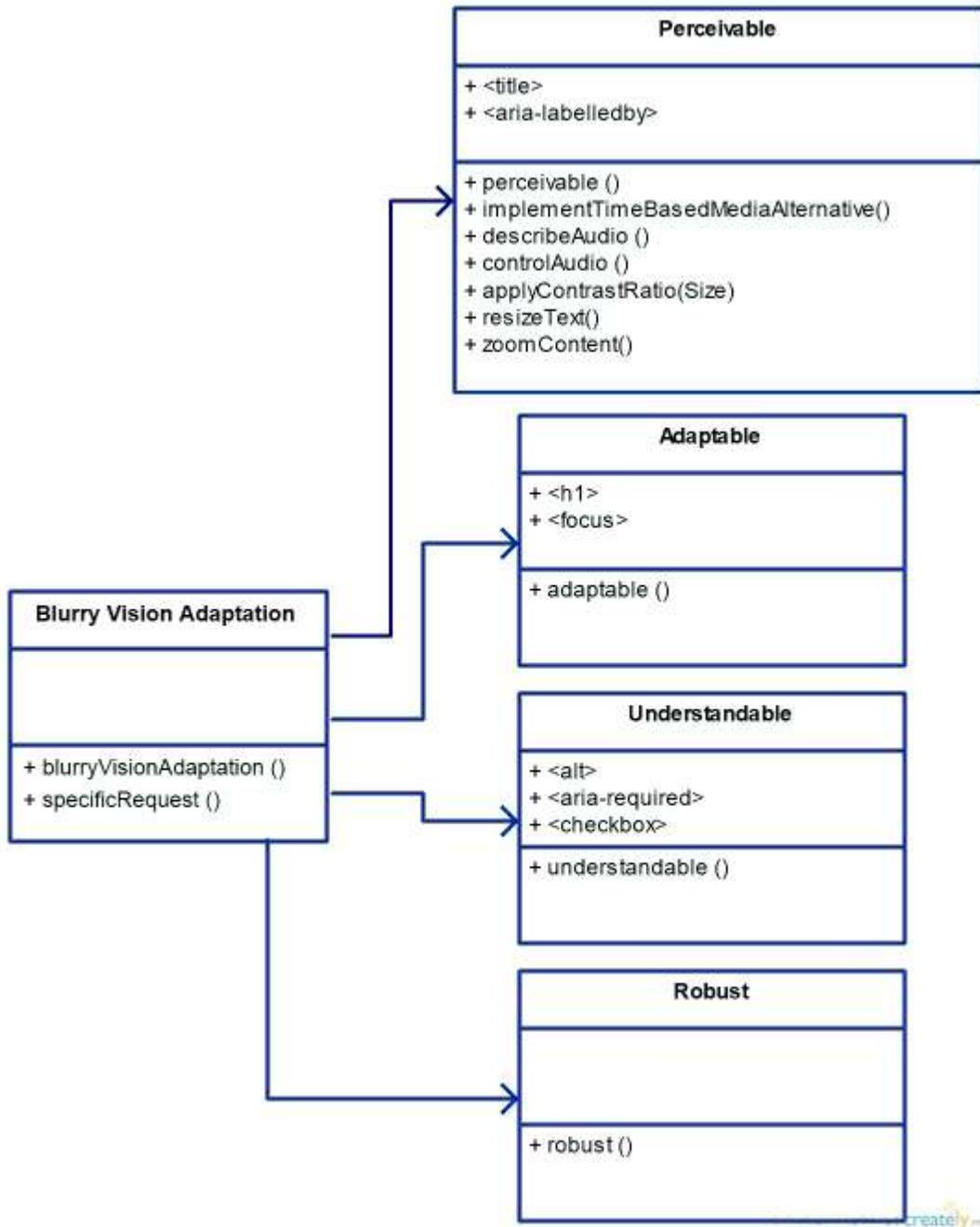


Figura 35. Diagrama UML patrón de visión borrosa.

Elaborado por: Los autores.

3.3. Resultados del tercer sprint

En el tercer sprint se llevó a cabo el desarrollo de un prototipo de aplicación web utilizando los patrones de diseño resultantes, de tal manera que sea accesible para usuarios con ceguera legal, daltonismo dicromático y visión borrosa. Para lograr este fin se implementaron parcialmente todos los patrones de diseño desarrollados, de tal manera, que se logre demostrar la importancia de estos, basándonos en los resultados obtenidos de las pruebas y evaluaciones del prototipo.

3.3.1. Prototipo de aplicación web accesible

El prototipo desarrollado tiene como temática un Curso de Inglés En Línea Accesible para Personas con Ceguera, Daltonismo Dicromático y Visión Borrosa. El prototipo en línea consta de un inicio de sesión, de un registro, de una página principal, de una lección de inglés básico, de la evaluación de la lección y de los resultados que obtiene cada usuario. Se hace distinción de cada discapacidad para poder ofrecer una accesibilidad personalizada.

3.3.2. Implementación de los patrones de diseño

La implementación de los patrones de diseño desarrollados consta de dos etapas. Análisis y programación.

Análisis

Durante la implementación de los patrones de diseño resultantes, al prototipo desarrollado se identificaron dos opciones posibles de cumplir con este proceso, las cuales son:

- **Codificar desde cero:** Es posible desarrollar todo completamente desde cero, es decir, se puede crear un nuevo lector de pantalla, se puede codificar una herramienta para generar subtítulos para archivos multimedia como videos, etc.
- **Uso de herramientas de terceros:** Es posible utilizar APIs ya existentes, por ejemplo, videos accesibles directamente desde plataformas como YouTube que ya cuentan con subtítulos y demás consideraciones para ofrecer una mejor accesibilidad a los usuarios, lectores de pantalla que faciliten al usuario con ceguera la navegación como ChromeVox, etc.

La opción seleccionada para la implementación de los métodos que encontramos en los patrones de diseño depende de la finalidad del proyecto, es decir, para alguien que busca crear su propia herramienta de accesibilidad la opción elegida obviamente será codificar desde cero la aplicación. Por otro lado, si solamente se busca aumentar el nivel de

accesibilidad existente en una aplicación web o integrar accesibilidad a esta, el uso de herramientas de terceros es la mejor opción.

Además, para facilitar el proceso de desarrollo de la aplicación existen recomendaciones sobre las posibles implementaciones de los criterios de éxito de las pautas WCAG [26] en la cual se basan los patrones de diseño resultantes.

Programación

Inicialmente se implementó el patrón base que facilita el desarrollo del registro e ingreso de usuarios al curso accesible de inglés en línea.

La página de ingreso implementa el inicio de sesión de los usuarios y las respectivas validaciones, así como la redirección a la página de registro en caso de que el usuario no se encuentre registrado.

Ingreso:

```
<div class="form-group">
  <label for="correo" id="lblCorreo" class="col-2 col-form-label">Correo</label>
  <div class="input-group">
    <span class="input-group-addon"><span class="glyphicon glyphicon-envelope"></span></span>
    <input type="email" id="correo" name="email" class="form-control" value="<?php echo $email; ?>" maxlength="40" aria-labelledby="lblCorreo" tabindex="0"/>
  </div>
  <span class="text-danger"><?php echo $emailError; ?></span>
</div>
<div class="form-group">
  <label for="contrasena" id="lblContrasena" class="col-2 col-form-label">Contraseña</label>
  <div class="input-group">
    <span class="input-group-addon"><span class="glyphicon glyphicon-lock"></span></span>
    <input id="contrasena" type="password" name="pass" class="form-control" maxlength="15" aria-labelledby="lblContrasena" tabindex="0"/>
  </div>
  <span class="text-danger"><?php echo $passError; ?></span>
</div>
```

Registro:

```
<div class="form-group">
  <label for="correo">Correo</label>
  <div class="input-group">
```

```

    <span class="input-group-addon"><span class="glyphicon glyphicon-
envelope"></span></span>
    <input type="email" id="correo" name="email" class="form-control" maxlength="40"
    value="<?php echo $email ?>" aria-label="correo electronico" tabindex="0"/>
</div>
<span class="text-danger"><?php echo $emailError; ?></span>
</div>
<div class="form-group">
    <label for="psw">Contraseña</label>
    <div class="input-group">
        <span class="input-group-addon"><span class="glyphicon glyphicon-
lock"></span></span>
        <input type="password" id="psw" name="pass" class="form-control" maxlength="15"
        aria-label="Contraseña" tabindex="0"/>
    </div>
    <span class="text-danger"><?php echo $passError; ?></span>
</div>

```

Almacenamiento de los usuarios en la base de datos:

```

$query = "INSERT INTO users(userName,userEmail,userPass,userDis)
VALUES('$name','$email','$password','$dis')";
$res = mysql_query($query);

```

Cuando un usuario inicia sesión se llama a la clase adaptador, la cual compara con los datos del usuario registrados si este presenta alguna discapacidad y lo clasifica según sea esta para que se realice la adaptación respectiva.

Adaptador:

```

<?php
    function adapter($userDisability){
        $userDisability = str_replace(' ', '', $userDisability);
        if (strtoupper($userDisability)=="DALTONISMO") {
            return "daltonismo";
        } else if (strtoupper($userDisability)=="CEGUERA") {
            return "ceguera";
        } else if (strtoupper($userDisability)=="VISIONBORROSA") {
            return "visionBorrosa";
        } else {
            return "sinDiscapacidad";
        }
    }
?>

```

Consulta de datos del usuario:

```
// if session is not set this will redirect to login page
if( !isset($_SESSION['user']) ) {
    header("Location: index.php");
    exit;
}
// select loggedin users detail
$res=mysql_query("SELECT * FROM users WHERE userId=".$_SESSION['user']);
$userRow=mysql_fetch_array($res);
```

Adaptación:

```
<?php
    if ((adapter($userRow['userDis'])=='ceguera')){
        $discapacidad=adapter($userRow['userDis']);
    }else if ((adapter($userRow['userDis'])=='daltonismo')){
        $discapacidad=adapter($userRow['userDis']);
    }else if ((adapter($userRow['userDis'])=='visionBorrosa')){
        $discapacidad=adapter($userRow['userDis']);
    }else {
        $discapacidad=adapter($userRow['userDis']);
    }
}

?>

<link rel="stylesheet" href="Patrones/<?php echo $discapacidad?>.css" type="text/css" />
```

Finalmente se implementaron los patrones de diseño correspondientes a cada discapacidad, los mismos que contemplan las recomendaciones de implementación para los criterios de éxito que intervienen en la norma de referencia. Cabe recalcar que no se implementaron todos los criterios de éxito, ya que es un desarrollo muy extenso para la finalidad del prototipo que es solamente demostrar la factibilidad de implementación de los patrones de diseño resultantes y la mejora en la accesibilidad de las aplicaciones web como consecuencia.

Etiquetas:

```
<a href="#" class="dropdown-toggle" data-toggle="dropdown" role="button" aria-
    haspopup="true" aria-expanded="false">
    <h1 class="text-center" tabindex="0"><strong>Verbo to be</strong></h1>

    <html lang="es">
    <title>Bienvenido - <?php echo $userRow['userName']; ?></title>
    <body id="<?php echo adapter($userRow['userDis']);?>">
```

Estilos:

 ceguera	10/09/2017 21:26	Archivo CSS	1 KB
 datonismo	10/09/2017 21:26	Archivo CSS	1 KB
 sinDiscapacidad	10/09/2017 21:26	Archivo CSS	1 KB
 visionBorrosa	10/09/2017 21:26	Archivo CSS	1 KB

Figura 36. Estilos según la discapacidad a la que se adapta el target.

Elaborado por: Los autores.

Estilos del patrón de ceguera:

```
#ceguera {
    background-color: white;
    color: black;
    font-family: 'Noticia Text', serif;
}

#banner{
    width: 100%;
}

#dina4 {
    width: 210mm;
    height: 365mm;
    padding: 20px 60px;
    border: 3px solid black;
    background: #e6ffff;
    margin: 10px auto;
    font-family: 'Noticia Text', serif;
}
```

```

*{
  margin:0;
  padding:0;
}

#login-form {
  margin:5% auto;
  max-width:500px;
}

/* home page */
#wrapper{
  padding-top:50px;
}

#divConceptoImagen
{height: 250px;}

#concepto{
  clear: both;
  height: 100px;
}

```

Estilos del patrón de daltonismo dicromático:

```

#daltonismo {
  background-color: white;
  color: black;
  font-family: 'Acme', sans-serif;
}
#banner{
  width: 100%;
}

#dina4 {
  width: 210mm;
  height: 365mm;
  padding: 20px 60px;
  border: 3px solid brown;
  background: #fff;
  margin: 10px auto;
}
*{
  margin:0;
}

```

```

        padding:0;
    }
    #login-form {
        margin:5% auto;
        max-width:500px;
    }
    /* home page */
    #wrapper{
        padding-top:50px;
    }

    #divConceptoImagen
    {height: 250px;}

    #concepto{
        clear: both;
        height: 100px;
    }

```

Estilos del patrón de visión borrosa:

```

#visionBorrosa {
    font-size: 28px;
    background-color: white;
    color: black;
    font-family: 'Archivo Black', sans-serif;
}

#barraMenu{
    font-size: 20px;
    color: #c4319d;
}

#banner{
    width: 100%;
}

#dina4 {

    width: 310mm;
    height: 555mm;
    padding: 20px 60px;
    border: 6px solid #c4319d;
}

```

```

        background: #ffe9f9;
        margin: 10px auto;
        color: black;
        font-size: 38px;
        font-family: 'Archivo Black', sans-serif;
    }

    *{
        margin:0;
        padding:0;
    }
    #login-form {
        margin:5% auto;
        max-width:500px;
    }
    /* home page */
    #wrapper{
        padding-top:50px;
    }

    #divConceptoImagen
    {height: 250px;}

    #concepto{
        clear: both;
        height: 100px;
    }

```

3.3.3. Validación del prototipo con herramientas

A continuación, se muestran los resultados de las evaluaciones realizadas al prototipo con dos herramientas de evaluación de accesibilidad, obteniendo resultados positivos para la validez de la implementación de los patrones de diseño utilizados en el desarrollo de la aplicación, además asegurando el nivel de conformidad AA de las pautas WCAG 2.1.

ACHECKER

Esta herramienta comprueba que las páginas web que evalúa cumplan con las pautas WCAG de accesibilidad para asegurar que el contenido pueda ser accedido por todos. ACHECKER identifica 3 tipos de problemas: problemas conocidos que se han identificado con certeza como barreras de accesibilidad, problemas probables que se han identificado como barreras probables, pero requieren que un ser humano tome una decisión y problemas potenciales que la herramienta no puede identificar y requieren de una decisión humana.

Al utilizar la herramienta de evaluación de accesibilidad ACHECKER se comprobó el nivel AA de conformidad con la norma WCAG 2.0, que era uno de los resultados esperados. Además, se obtuvo como resultado que no existe ningún problema conocido conforme a la norma.

A continuación, se muestran los resultados de las evaluaciones individuales que se realizaron a cada una de las páginas que conforman el prototipo de aplicación web desarrollado.

La primera parte evaluada de la aplicación web es la página de registro de usuarios, como se puede observar en las capturas esta página cumple con el nivel AA de conformidad de las pautas WCAG y no presenta ningún problema de accesibilidad.

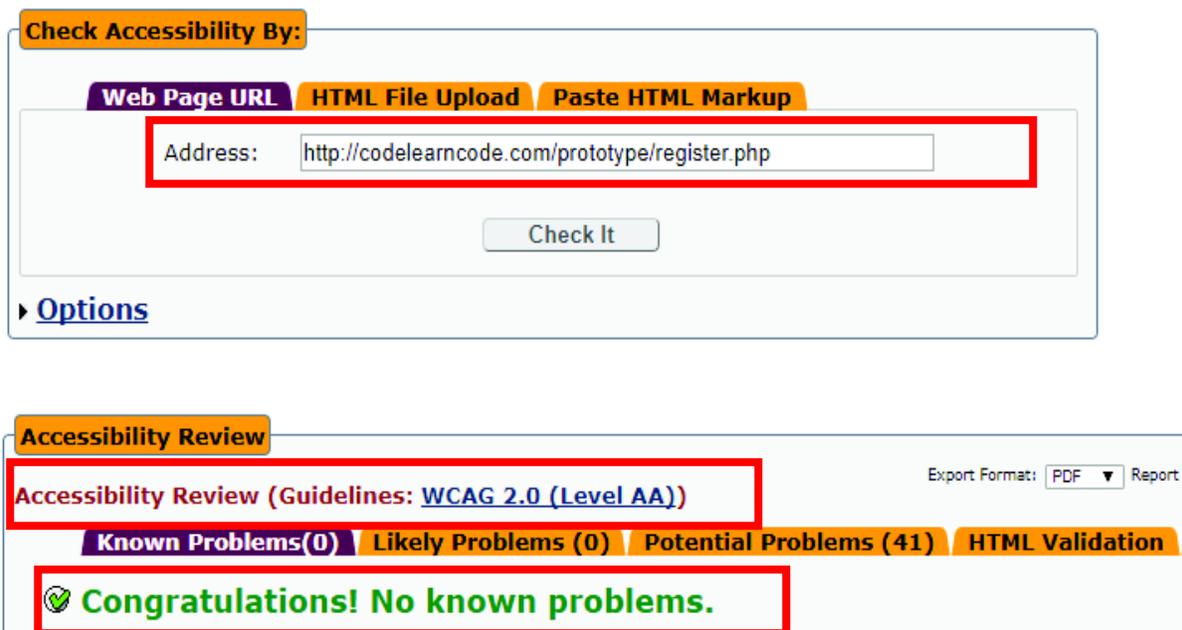


Figura 37. Resultado de la página de Registro con AChecker.

Elaborado por: Los autores.

La segunda parte evaluada de la aplicación web es la página de inicio de sesión de usuarios, como se puede observar en las capturas esta página cumple con el nivel AA de conformidad de las pautas WCAG y no presenta ningún problema de accesibilidad.

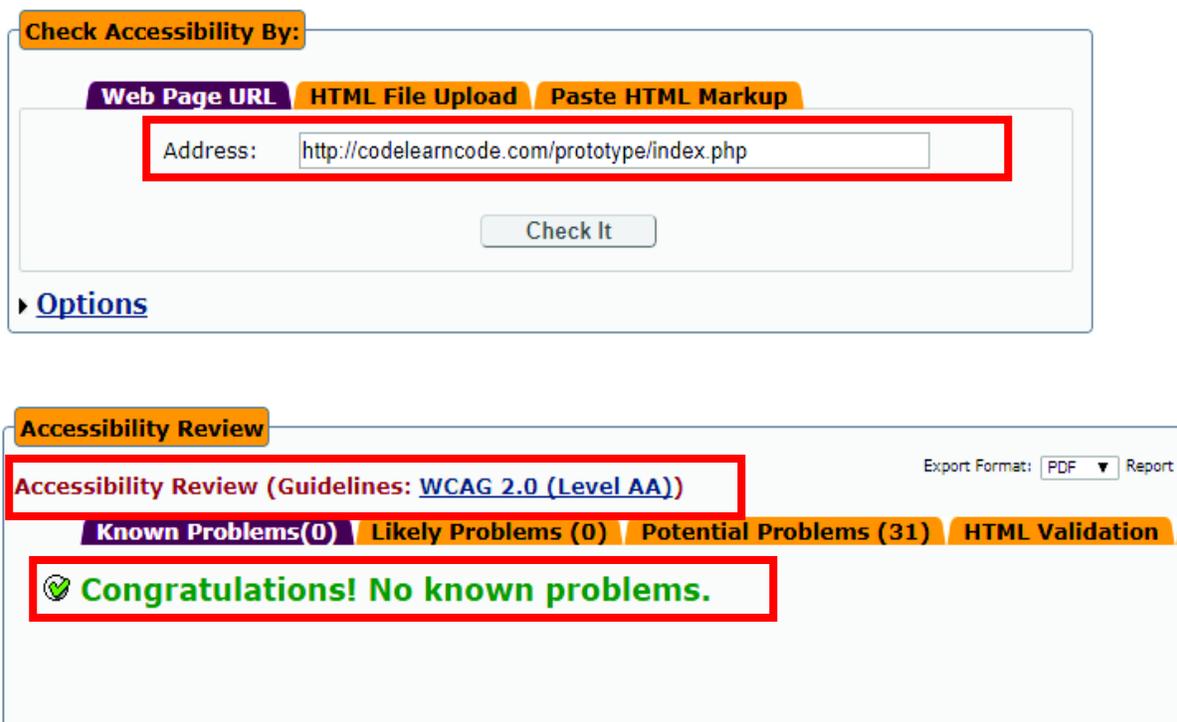


Figura 38. Resultado de la página de Inicio de sesión con AChecker.

Elaborado por: Los autores.

La tercera parte evaluada de la aplicación web es la página principal del prototipo, como se puede observar en las capturas esta página cumple con el nivel AA de conformidad de las pautas WCAG y no presenta ningún problema de accesibilidad.

The image shows two screenshots of the AChecker accessibility checker interface. The top screenshot is the 'Check Accessibility By:' section, which includes three tabs: 'Web Page URL', 'HTML File Upload', and 'Paste HTML Markup'. The 'Web Page URL' tab is selected, and the 'Address:' field contains the URL 'http://codelearncode.com/prototype/home.php'. A 'Check It' button is located below the input field. The bottom screenshot is the 'Accessibility Review' section, which displays the results of the audit. It shows 'Accessibility Review (Guidelines: WCAG 2.0 (Level AA))' and 'Export Format: PDF Report'. The results summary shows 'Known Problems (0)', 'Likely Problems (0)', and 'Potential Problems (31)'. A green checkmark icon is displayed next to the text 'Congratulations! No known problems.', indicating a successful audit.

Figura 39. Resultado de la página Principal con AChecker.

Elaborado por: Los autores.

La cuarta parte evaluada de la aplicación web es la lección del curso de inglés accesible, como se puede observar en las capturas esta página cumple con el nivel AA de conformidad de las pautas WCAG y no presenta ningún problema de accesibilidad.

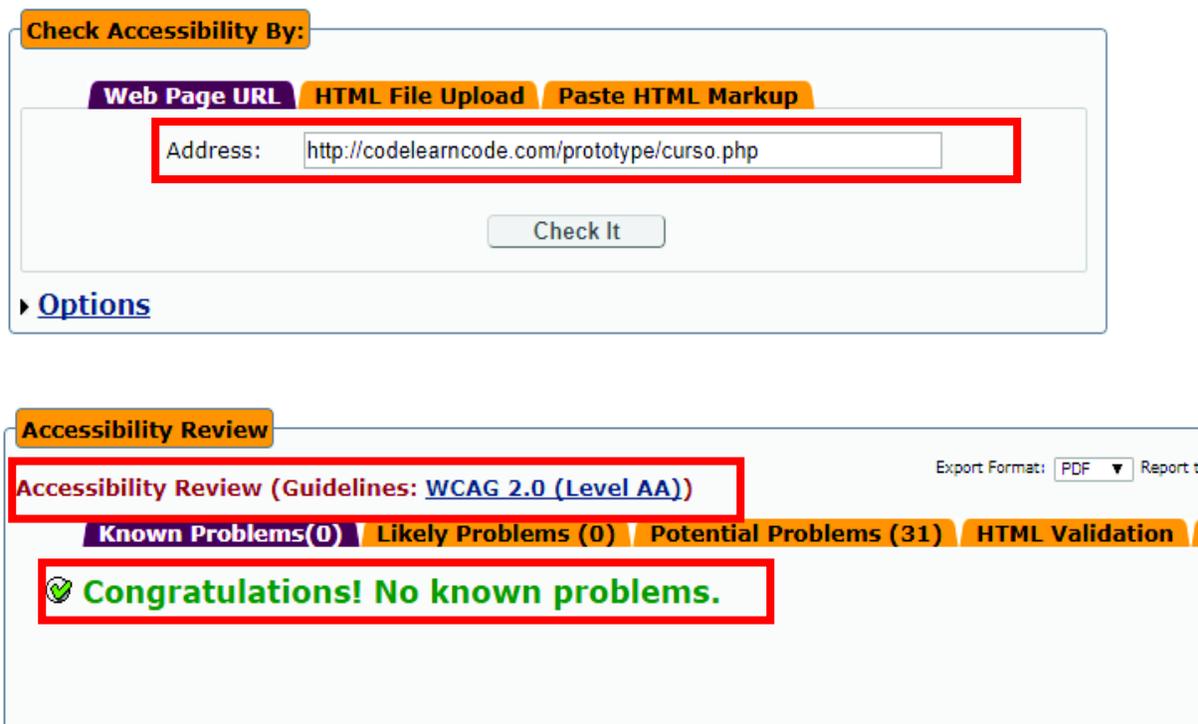


Figura 40. Resultado de la página de la Lección con AChecker.

Elaborado por: Los autores.

La última parte evaluada de la aplicación web es la evaluación de la lección del curso de inglés accesible, como se puede observar en las capturas esta página cumple con el nivel AA de conformidad de las pautas WCAG y no presenta ningún problema de accesibilidad.

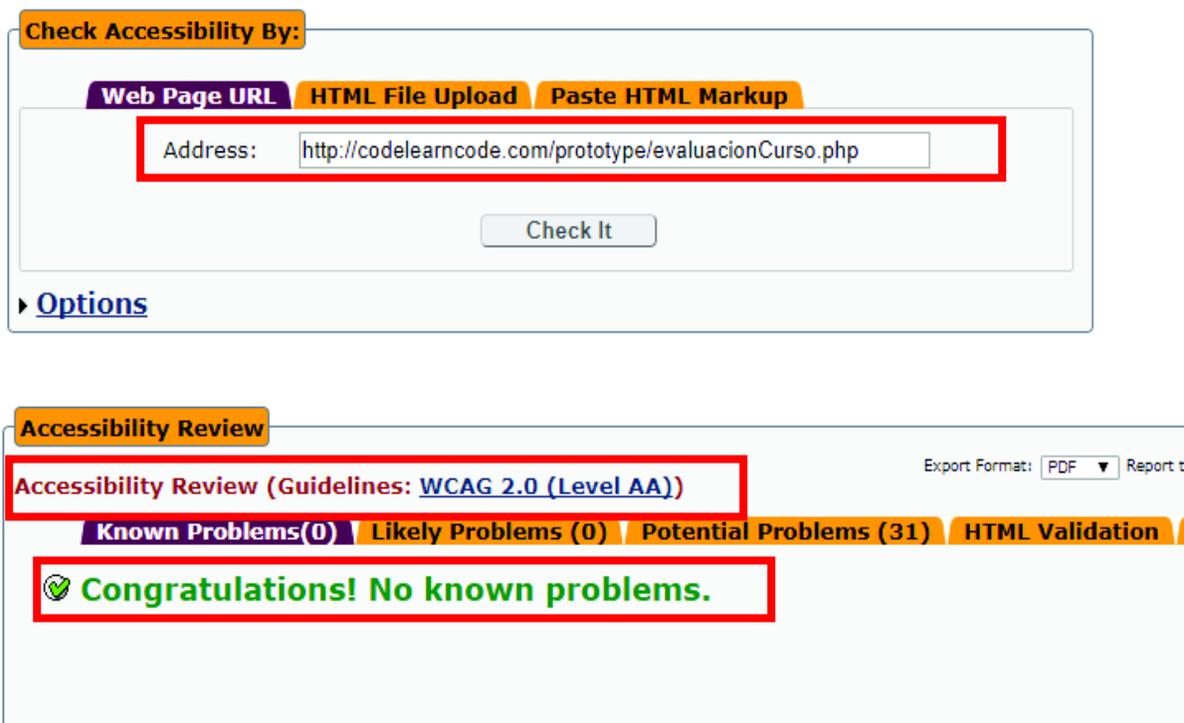


Figura 41. Resultado de la página de Evaluación con AChecker.

Elaborado por: Los autores.

WAVE

Es una herramienta de evaluación de la accesibilidad web desarrollada por WebAIM.org, proporciona retroalimentación sobre la accesibilidad del contenido web de la aplicación evaluada mediante la inyección de iconos e indicadores en las páginas que esta presenta. Todo el análisis se realiza completamente dentro del navegador lo que permite una valoración segura.

Al utilizar la extensión de Chrome WAVE para la validación del prototipo accesible los resultados obtenidos para cada pantalla del prototipo, como son: registro, inicio de sesión, página principal, lección y evaluación. Muestran que el prototipo consta de un buen nivel de accesibilidad de buen uso de etiquetas HTML5 y además no presentan ningún error.

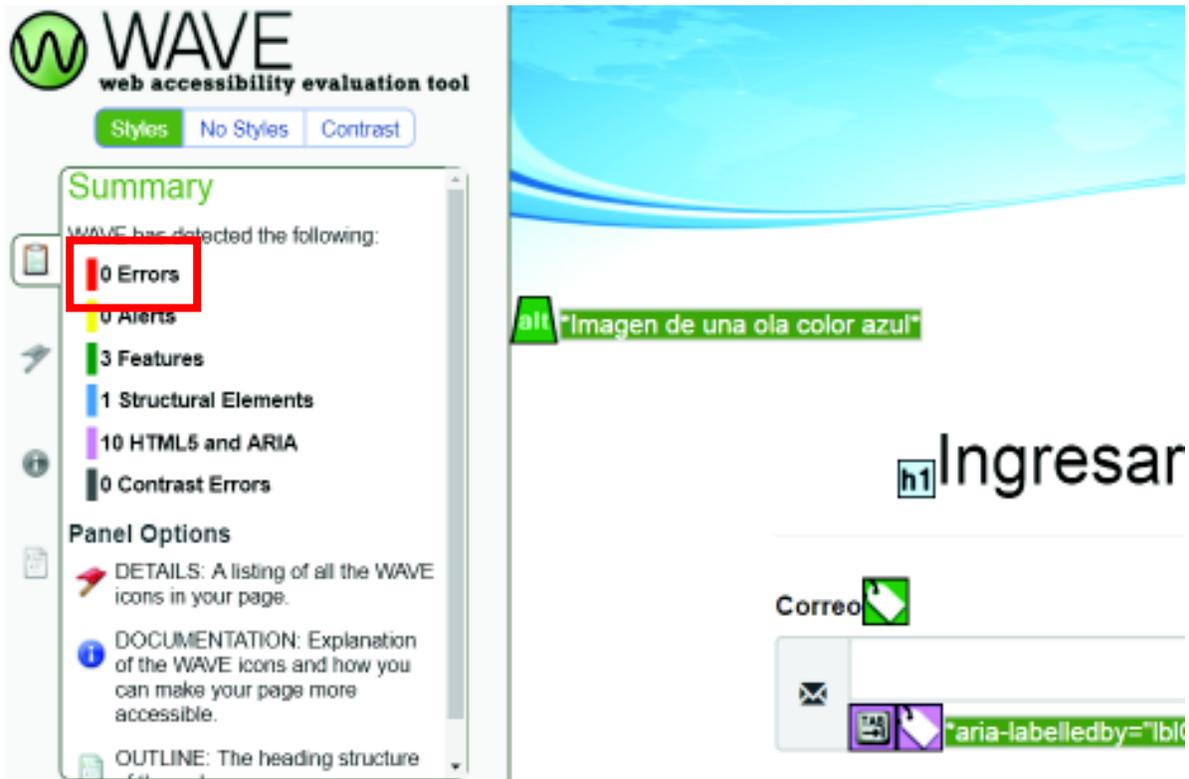


Figura 42. Resultados de la página de Inicio de Sesión con Wave.

Elaborado por: Los autores.

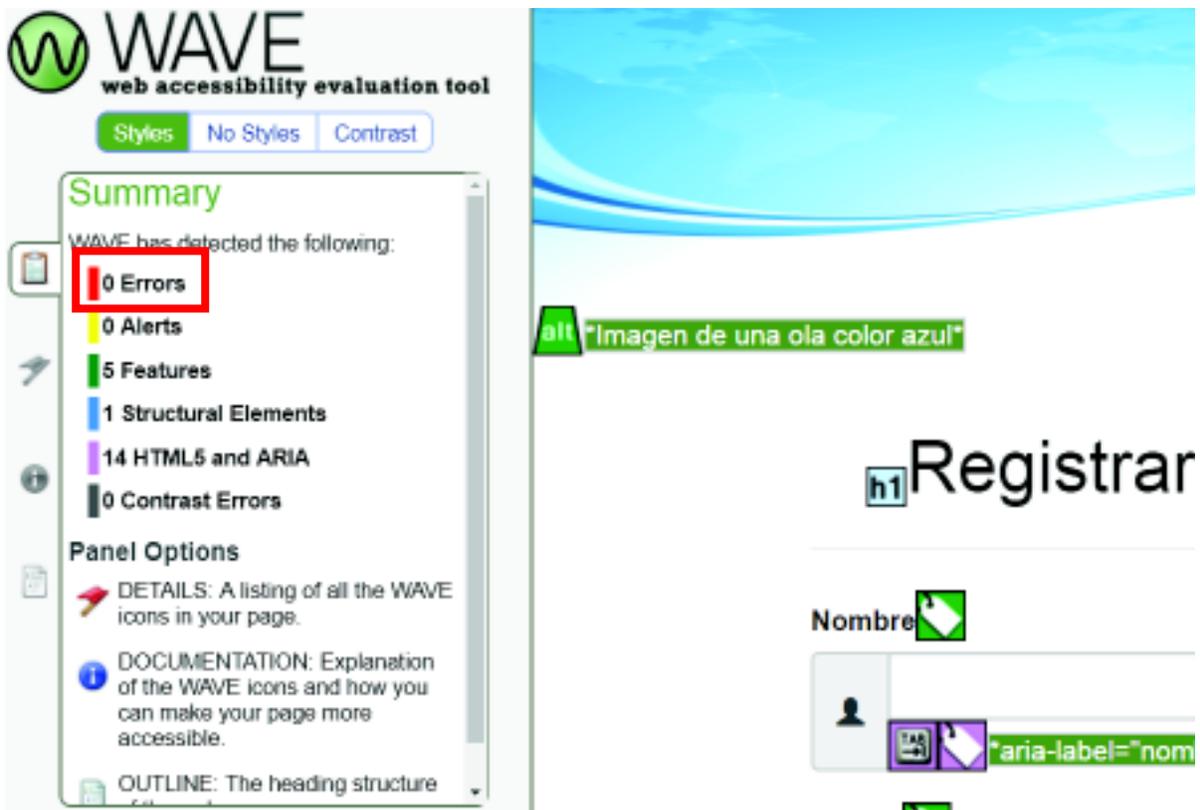


Figura 43. Resultados de la página de Registro con Wave.

Elaborado por: Los autores.



Figura 44. Resultados de la página Principal con Wave.

Elaborado por: Los autores.

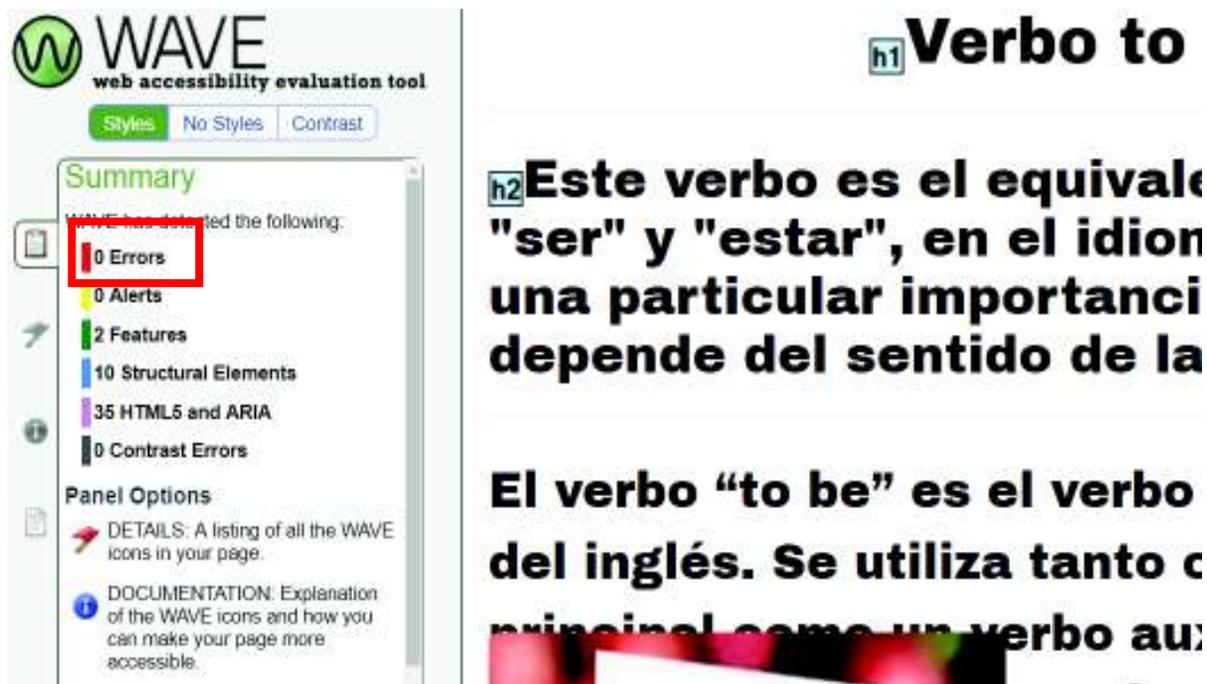


Figura 45. Resultados de la página de la Lección con Wave.

Elaborado por: Los autores.

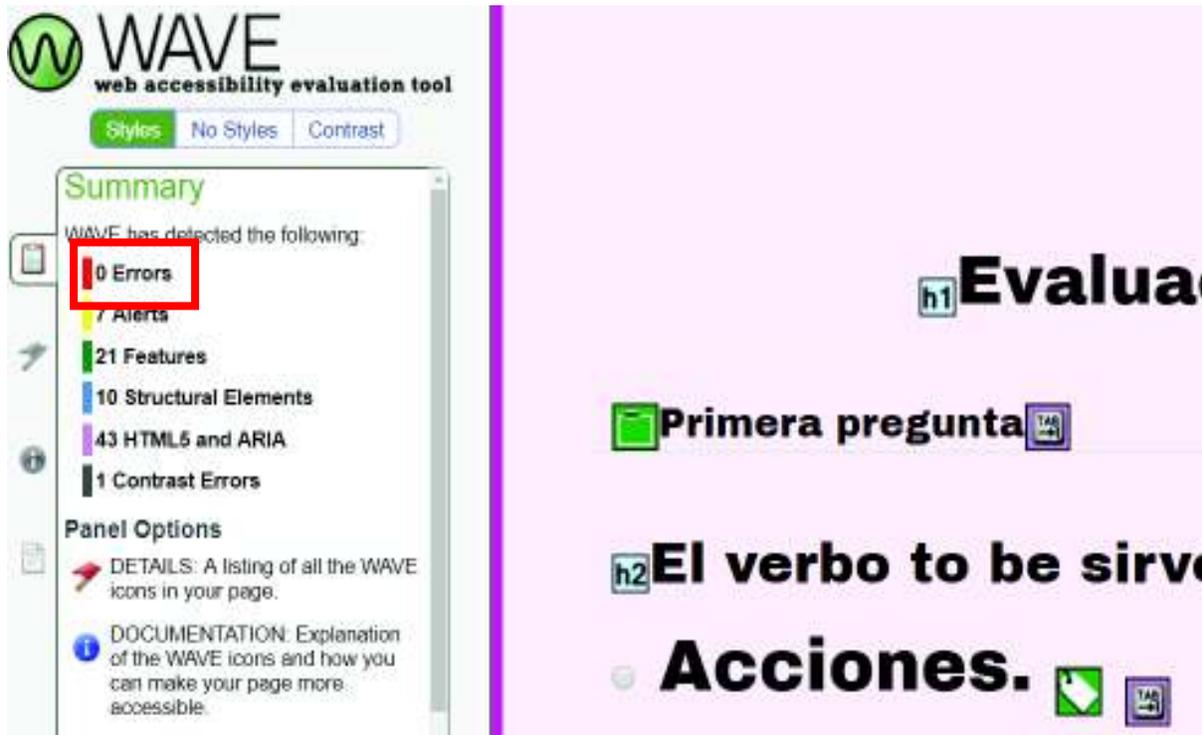


Figura 46. Resultado de la página Evaluación con Wave.

Elaborado por: Los autores.

3.3.4. Validación del prototipo con simuladores

A continuación, se muestran capturas de los resultados obtenidos con los tres simuladores de discapacidades visuales que utilizamos, los cuales validan la validez de la implementación de los patrones de diseño desarrollados.

NOCOFFE

Es una extensión gratuita para Chrome, que puede ser útil para comprender los problemas a los que se enfrentan las personas con problemas de visión leves a extremos, como: Ceguera, Daltonismo, Visión borrosa, Obstrucción visual, etc. Para la simulación se estableció una configuración del simulador con varios parámetros clave que simule un usuario con visión, el cual accede al sitio web.

Un usuario con visión borrosa de un grado leve/medio no representa mayor problema para el prototipo ya que, aumentando el tamaño de imágenes y fuentes, se solventa esta dificultad.

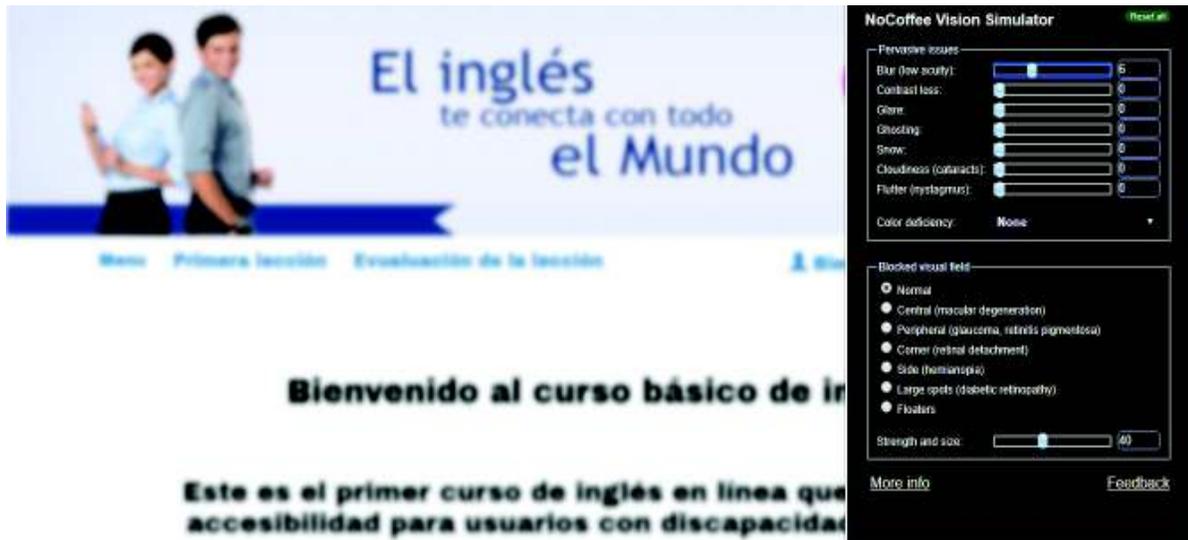


Figura 47. Vista de la página Principal a través de Nocofoe para visión borrosa leve.

Elaborado por: Los autores.

Pero en caso de que la visión borrosa sea grave el usuario necesitará ayuda de la navegación por el teclado. Como se muestra en la figura 48.

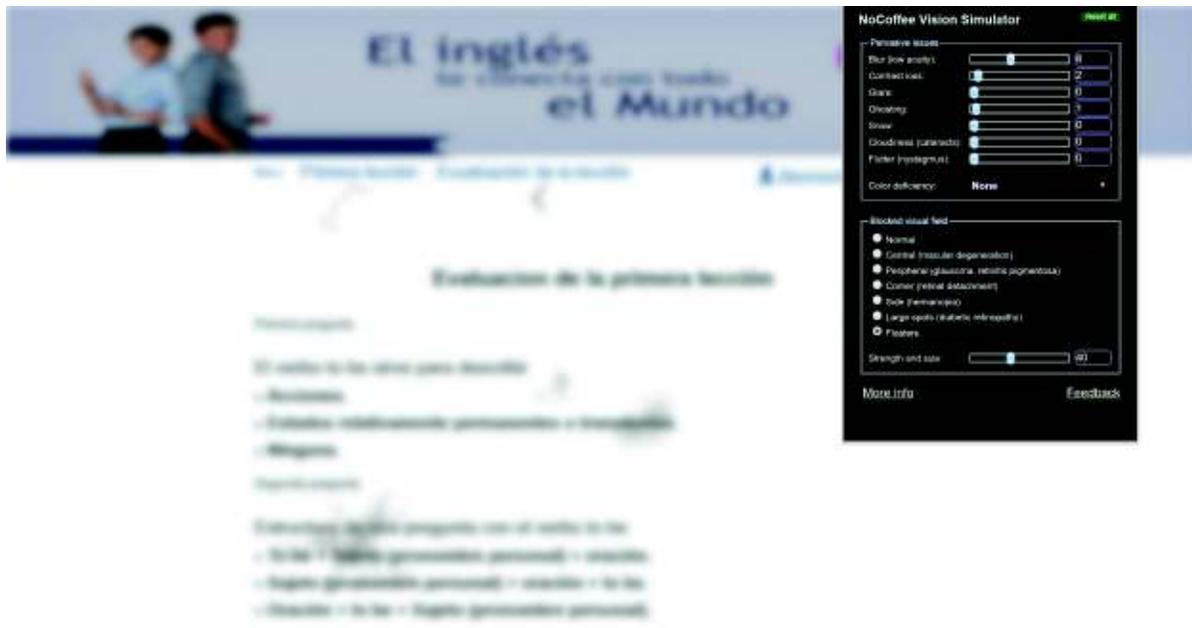


Figura 48. Vista de la página Principal a través de Nocofoe para visión borrosa grave.

Elaborado por: Los autores.

La navegación y utilización del sitio web es posible gracias al uso del lector de pantalla. Para la simulación se utilizó la extensión chromeVox junto con el emulador. El cual se encarga de dar al usuario una experiencia igual a la de un usuario sin discapacidades visuales. Una

correcta navegación se da gracias al correcto uso de la tabulación, en el prototipo se usó la etiqueta `tabindex="0"` dentro de cada componente HTML.

IMPAIRMENT SIMULATOR

El simulador de pérdida de visión y audición es una aplicación instalable que permite aplicar un impedimento de visión simulado, exportar los resultados a un archivo de imagen, escuchar clips de audio con impedimentos auditivos simulados, simular el deterioro en las diferentes condiciones de la visión y comunicar los problemas del mundo real a otros.

La utilización de impairment simulator es de suma importancia al momento del desarrollo de sitios web accesibles, gracias a esta herramienta se puede tener una idea de cómo se visualizará el sitio web sin haberlo programado aun tan solo con una imagen o bosquejo de lo que queremos programar. Con este simulador se realizó la prueba de visión borrosa, pero para personas que tienen cataratas con un grado de severidad del 80 por ciento, como se muestra en la Figura 49.

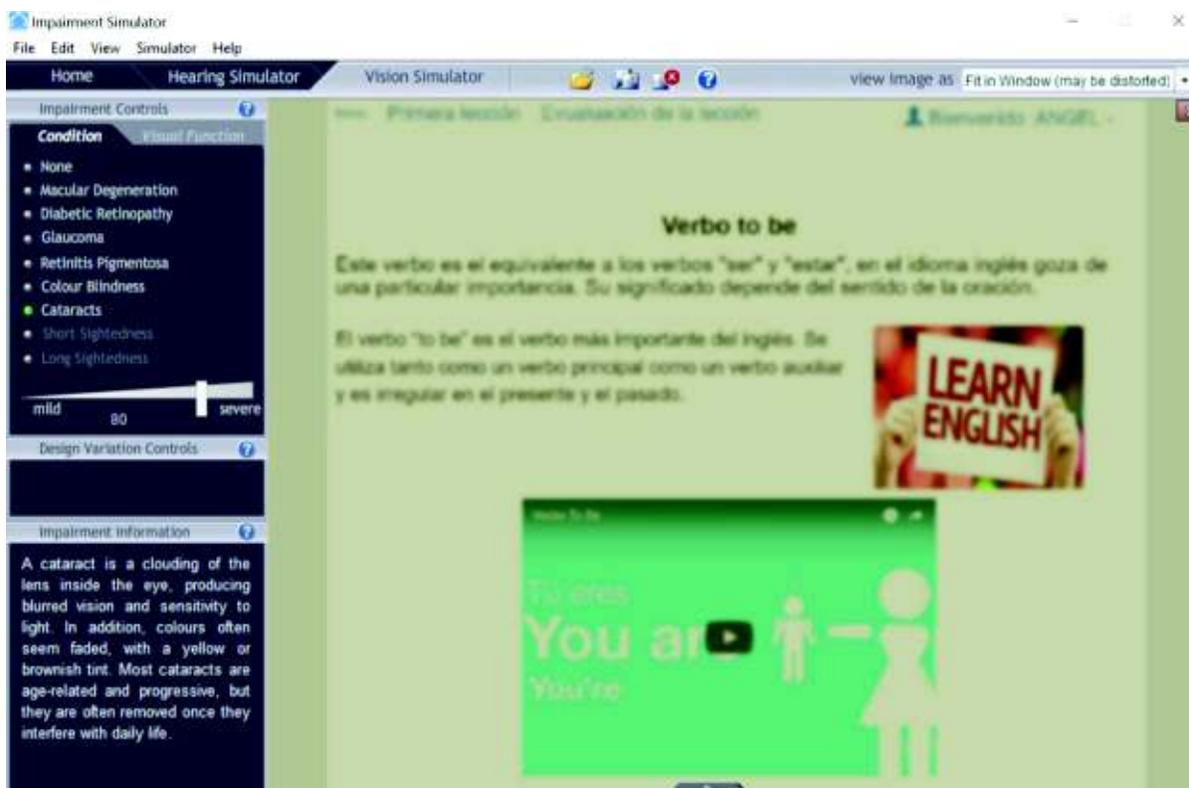


Figura 49. Vista de la página de la Lección a través de Impairment Simulator para visión borrosa cataratas.

Elaborado por: Los autores.

SPECTRUM

Esta extensión ayuda a probar páginas web para personas con diferentes tipos de deficiencias de visión de color. Es particularmente útil para sitios web con visualizaciones de datos, porque algunos colores pueden no ser distinguibles de otros colores en los gráficos. En este caso será utilizada para simular la manera en que se visualiza la aplicación para un usuario con daltonismo dicromático.

Al realizar la simulación del daltonismo dicromático con el emulador podemos observar que el sitio web sigue siendo accesible y no presenta mayor dificultad, por lo que se concluye que una persona con discapacidad visual tipo falencia de colores puede acceder al sitio, realizar el curso y tomar la evaluación si ningún inconveniente, como se muestra en la figura 50.



Figura 50. Vista de la página de Lección a través de Spectrum para daltonismo dicromático.

Elaborado por: Los autores.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se caracterizó el problema de la falta de accesibilidad en el desarrollo de aplicaciones web, a través de las consecuencias que genera en los usuarios discapacitados tanto a nivel personal como social.
- Se desarrollaron patrones de diseño de software para la implementación de aplicaciones web accesibles para usuarios con ceguera legal, daltonismo dicromático y visión borrosa. Mejorando su estructuración, orden, diseño, control, relaciones entre clases y además facilitan el uso de buenas prácticas de programación y la documentación del proyecto.
- Se desarrolló un prototipo de aplicación web accesible para usuarios con ceguera legal, daltonismo dicromático y visión borrosa, que implementa los patrones de diseño desarrollados.
- Se comprobó la validez del prototipo de aplicación web accesible desarrollado mediante el uso de la herramienta de evaluación de accesibilidad ACHECKER.
- Se validó el nivel aceptable de accesibilidad del prototipo de aplicación web accesible desarrollado mediante el uso de la herramienta de evaluación de accesibilidad WAVE.
- Se validó la correcta adaptación del prototipo de aplicación web accesible desarrollado mediante el uso de simuladores según las necesidades de cada discapacidad visual simulada.
- La accesibilidad en una aplicación además de posibilitar la inclusión de personas discapacitadas, incrementan la usabilidad para usuarios que no presentan discapacidades mejorando la experiencia de usuario.
- Las interfaces de registro y autenticación deben ser por definición accesibles, ya que al momento de su utilización se desconoce el tipo de discapacidad del usuario.
- Las interfaces adicionales se deben adaptar dinámicamente acorde al tipo de discapacidad del usuario que se autentica.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda diferir la elección del lenguaje de implementación hasta después de tener claros los requerimientos y la arquitectura del producto de software.
- Tener en cuenta que el desarrollo de un sitio web accesible se facilita a medida que se va validando cada entregable con herramientas o extensión que comprueban la accesibilidad del sitio web en producción, reduciendo así tiempos de entrega.

- Para futuros desarrollos de diseño de patrones se recomienda crear un patrón general para cada tipo de discapacidad, en lugar de tomar a cada discapacidad de manera específica.
- Se recomienda incluir pruebas de aceptación con usuarios finales antes de poner un software a producción.

REFERENCIAS

- [1] M. O. Cambridge, "Scrum Summary", de *The Scrum Papers: Nut, Bolts, and Origins of an Agile Framework*, scruminc, 2012, p. 14.
- [2] Scrummanager, "Open Knowledge Scrum", scrummanager.net, [En línea]. Available: http://www.scrummanager.net/files/sm_proyecto.pdf. [Último acceso: Julio 2017].
- [3] W3C, "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview", www.w3.org, [En línea]. Available: <https://www.w3.org/WAI/intro/wcag>. [Último acceso: Julio 2017].
- [4] W3C, "How WAI Develops Accessibility Guidelines through the W3C Process", www.w3.org, [En línea]. Available: <https://www.w3.org/WAI/intro/w3c-process.php>. [Último acceso: Julio 2017].
- [5] Fundación Sidar, "Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0", <http://www.sidar.org/>, [En línea]. Available: <http://www.sidar.org/traducciones/wcag20/es/>. [Último acceso: Julio 2017].
- [6] Accessible ICT Procurement Toolkit, "EN 301 549 Overviews", mandate376.standards.eu, [En línea]. Available: <http://mandate376.standards.eu/overviews>. [Último acceso: Julio 2017].
- [7] Accessible ICT Procurement Toolkit, "Functional Accessibility Requirements - Mandate 376", mandate376.standards.eu, [En línea]. Available: <http://mandate376.standards.eu/standard/technical-requirements/>. [Último acceso: Julio 2017].
- [8] Architectural and Transportation Barriers Compliance Board, "United States Access Board", access-board.gov, [En línea]. Available: <https://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/communications-and-it/about-the-ict-refresh/final-rule>. [Último acceso: Julio 2017].
- [9] IBM, "Age and Ability", www.ibm.com, [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/blogs/age-and-ability/2015/12/01/taking-control-of-enterprise-accessibility/>. [Último acceso: Julio 2017].
- [10] Web Accessibility Initiative (WAI) | W3C, "WAI Mission and Organization", www.w3.org, [En línea]. Available: <https://www.w3.org/WAI/about.html>. [Último acceso: Julio 2017].
- [11] Google, "Google Accesibilidad", www.google.com, [En línea]. Available: <https://www.google.com/accessibility/>. [Último acceso: Julio 2017].
- [12] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson y J. Vlissides, *Design Patterns Elements of reusable Object-Oriented Software*, Oxford University Press, Inc., 2009.
- [13] C. Kruschitz y M. Hitz, "IARIA journals", iariajournals.org, [En línea]. Available: <http://www.iariajournals.org/software/>. [Último acceso: Julio 2017].
- [14] A. Seffah, "A Schema for a Generalized Pattern Model", de *Patterns of HCI Design and HCI Design of Patterns*, Switzerland, Springer International, 2015, p. 238.

- [15] A. Seffah, "Patterns of HCI Design and HCI Design of Patterns", de *An Extended Schema for Representing Patterns*, Switzerland, Springer International, 2015, p. 228.
- [16] The World Bank, "Social Inclusion", www.worldbank.org, [En línea]. Available: <http://www.worldbank.org/en/topic/socialdevelopment/brief/social-inclusion>. [Último acceso: Julio 2017].
- [17] Centers for Disease Control and Prevention, "Disability Barriers", cdc.gov, [En línea]. Available: <https://www.cdc.gov/ncbddd/disabilityandhealth/disability-barriers.html> . [Último acceso: Marzo 2017].
- [18] World Report on Disability, "refworld", refworld.org, [En línea]. Available: <http://www.refworld.org/docid/50854a322.html> . [Último acceso: Julio 2017].
- [19] Centers for Disease Control and Prevention, "Disability Inclusion Strategies", cdc.gov, [En línea]. Available: <https://www.cdc.gov/ncbddd/disabilityandhealth/disability-strategies.html>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [20] Sanchez-Gordon, Sandra; Luján-Mora, Sergio. Web Accessibility Requirements for Massive Open Online Courses. Can MOOCs be really universal and open to anyone? In Proc. International Conference on Quality and Accessibility of Virtual Learning (CAFVIR 2014), pp.530-535, Antigua Guatemala (Guatemala), May 14-16, 2014. ISBN: 978-9929-40-497-7. [En línea]. Available: <http://www.esvial.org/cafvir2014/documentos/LibroActasCAFVIR2014.pdf> [Último acceso: Abril 2017].
- [21] Web Accesibility in Mind, "WebAIM", webaim.org, [En línea]. Available: <http://webaim.org/intro/> . [Último acceso: Marzo 2017].
- [22] Sanchez-Gordon, Sandra; Luján-Mora, Sergio. Design, Implementation and Evaluation of MOOCs to Improve Inclusion of Diverse Learners, In R. Mendoza-Gonzalez (Ed.), *User-Centered Design Strategies for Massive Open Online Courses (MOOCs)*, pp. 115-141. IGI Global. January 2016. ISBN: 1466697431. doi:10.4018/978-1-4666-9743-0.ch008. [En línea]. Available: <http://www.igi-global.com/chapter/design-implementation-and-evaluation-of-moocs-to-improve-inclusion-of-diverse-learners/143438>. [Último acceso: Julio 2017].
- [23] W3C, "WCAG 2.1 Conformance", www.w3.org, [En línea]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/#conformance>. [Último acceso: Julio 2017].
- [24] W3C, "Accesibility", www.w3.org, [En línea]. Available: <https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>. [Último acceso: Julio 2017].
- [25] W3C, "Web Content Accessibility Guidelines", www.w3.org, [En línea]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. [Último acceso: Julio 2017].
- [26] W3C, "How to Meet WCAG 2.0", www.w3c.org, [En línea]. Available: <https://www.w3.org/WAI/WCAG20/quickref/>. [Último acceso: Julio 2017].

ANEXOS

Los anexos se incluyen en formato digital en el CD adjunto.

ANEXO 1. ACCESIBILIDAD Y HERRAMIENTAS DE ACCESIBILIDAD

A continuación, se muestra un estudio a mayor detalle de las organizaciones de accesibilidad web, las cuales plantean varios de los conceptos utilizados en el desarrollo de este proyecto. Además, se da una breve descripción de las herramientas de accesibilidad más utilizadas y las organizaciones tecnológicas a las cuales pertenecen.

ACCESIBILIDAD EN ORGANIZACIONES

La accesibilidad se ha convertido en un aspecto crítico para las organizaciones de todo el mundo. Actualmente es necesario garantizar un acceso igualitario para todas las personas sin importar las discapacidades que presenten, mejorando así la experiencia de usuario, a través de la creación de un ambiente de trabajo inclusivo, apoyando el cumplimiento de este enfoque y gestionando las barreras que puedan presentarse [9]. Es importante que las organizaciones tengan una amplia visibilidad de las iniciativas de accesibilidad y su gestión.

Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI)

La Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) desarrolla estrategias, directrices y recursos para ayudar a que la Web sea accesible para las personas con discapacidades. Esta iniciativa desarrolla su trabajo a través del proceso consensuado del Consorcio WWW (W3C) involucrando a diferentes partes interesadas en accesibilidad web. Estos incluyen la industria, las organizaciones de personas con discapacidades, el gobierno, las organizaciones de investigación en accesibilidad, entre otros. Cumpliendo con el compromiso del W3C de llevar la web a todo su potencial, incluyendo promover un alto grado de usabilidad para las personas con discapacidades y promover iniciativas de diseño inclusivo [10].

Diseño para la inclusión

El diseño inclusivo, el diseño para todos, la inclusión digital, la usabilidad universal y otros esfuerzos similares se ocupan de una amplia gama de cuestiones relacionadas con la puesta a disposición de la tecnología y su utilización por todas las personas, independientemente de sus capacidades, edad, situación económica, educación, ubicación geográfica, idioma, etc. La accesibilidad se enfoca en personas con discapacidades - personas con impedimentos auditivos, cognitivos, neurológicos, físicos, del habla y visuales.

WebAIM

WebAIM (Web Accessibility In Mind) ha proporcionado soluciones integrales de accesibilidad web desde 1999. Estos años de experiencia han hecho de WebAIM uno de los principales proveedores de experticia en accesibilidad web a nivel internacional. WebAIM es una

organización sin fines de lucro basada en el Centro de Personas con Discapacidades de la Universidad Estatal de Utah [13].

Proporciona un amplio rango de opciones para la creación de contenido web accesible. Permite entrenarse en accesibilidad, certificar si un sitio es accesible, tener asistencia técnica sobre accesibilidad y solicitar evaluaciones de accesibilidad. Una de las ventajas de WebAIM es que permite conocer aspectos importantes de accesibilidad para cada tipo de discapacidad [21].

Discapacidad visual

Dentro del uso del contenido web existen varias dudas sobre si una persona con cierta discapacidad visual está utilizando el contenido adecuado, es decir, que le permita entender claramente lo que está visualizando. Por ello, se categoriza a las discapacidades visuales en varios tipos siendo las tres principales: ceguera, daltonismo y baja visión. Existen aspectos clave a considerar en cada una de ellas.

Ceguera

El término "ceguera" se usa típicamente para describir individuos sin visión utilizable o solo con capacidad de percibir luz. Las personas con esta discapacidad visual pueden nacer con pérdida de la visión o desarrollar una discapacidad visual más adelante en la vida como resultado de un accidente o enfermedad ocular [15]. Alrededor del mundo existen 39 millones de personas con ceguera [16]. Se considera ceguera legal cuando se obtiene un resultado por debajo de 20/200, 10% en evaluaciones de la visión en cada ojo [20].

Aspectos clave:

Percibible: porque no pueden percibir (ver) información visual como gráficos, diseño o señales basadas en color.

Operable: porque normalmente dependen de un teclado para operar (navegar) la funcionalidad de contenido web, en lugar de un ratón.

Comprensible: porque no pueden entender el contenido que se presenta en un orden lineal ilógico o que contiene texto extraño no destinado a ser leído palabra por palabra o carácter por carácter, como direcciones web largas o nombres de archivos.

Robusto: porque las tecnologías de ayuda utilizadas por las personas con ceguera no siempre son asequibles, especialmente si esas tecnologías son nuevas.

Daltonismo

El daltonismo es una deficiencia en la visión del color. Hay diferentes causas para esta discapacidad, la gran mayoría de las personas con esta condición genética la heredan de su madre, aunque algunas personas se vuelven daltónicos como resultado de otras enfermedades como la diabetes y la esclerosis múltiple o adquieren la condición en el tiempo debido al proceso de envejecimiento, medicamentos, etc. Afecta aproximadamente a 1 de cada 12 hombres (8%) y 1 de cada 200 mujeres en el mundo [18]. Existen tres tipos de daltonismo [19]:

Acromático:

Las personas con daltonismo monocromático no pueden ver ningún color en absoluto y su mundo se compone de diferentes tonos de gris que van desde el negro al blanco. Ya que no tienen ninguno de los tres tipos de conos o poseen alguna anomalía neurológica.

Dicromático:

Las personas con daltonismo dicromático tienen sólo dos tipos de conos. Lo que les dificulta establecer la diferencia entre el color rojo y verde o entre el color azul y amarillo.

Tricromático anómalo:

Las personas con daltonismo tricromático anómalo los tres tipos de conos, pero con una deficiencia en los mismos, que impide su funcionamiento perfectamente normal.

Aspectos clave:

Percibible: porque no pueden percibir (ver) la diferencia entre ciertas combinaciones de colores.

Baja visión

La baja visión se considera cuando una persona ha perdido cierta cantidad de vista. Con esta discapacidad presente es difícil o imposible hacer muchas de sus tareas normales. A veces la baja visión se puede mejorar con medicamentos, cirugía, anteojos u otras opciones [20].

Visión borrosa:

La visión borrosa es la pérdida de nitidez de la vista, haciendo que los objetos aparezcan fuera de foco y confusos. Las causas primarias de la visión borrosa son los errores de refracción (miopía, hipermetropía y astigmatismo o presbicia). Pero la visión

borrosa también puede ser un síntoma de problemas más graves, incluyendo una enfermedad ocular potencialmente amenazante para la vista o un trastorno neurológico.

Aspectos clave:

Percibible: porque no pueden percibir (ver) contenido que es pequeño, no se agranda bien, o que no tiene suficiente contraste de color.

Google

“Todo el mundo debería poder acceder a Internet y disfrutar de la web, y tenemos el compromiso de hacerlo realidad”. El concepto de accesibilidad que rige dentro de la compañía Google engloba a todas las personas que utilizan sus productos. Esto implica que por parte de los desarrolladores se logre entender la importancia de productos accesibles en una sociedad en la cual todos los individuos que la conforman tengan los mismos derechos de acceso a la información [11].

Productos

Google maneja guías y recursos dentro de su portal web que se encuentra dividido en varios módulos en los cuales el desarrollador puede navegar y guiarse según el tipo de accesibilidad que desea tratar. Dentro del apartado de productos y funciones, se puede encontrar una lista de los aplicativos que ofrece la compañía, tales como:

- Accessibility Scanner
- Android OS
- Navegador Chrome
- Chrome OS
- Classroom
- Vista previa de Contactos
- Gmail
- Google Calendar
- Documentos de Google
- Dibujos de Google
- Google Drive
- Formularios de Google
- Grupos de Google
- Hangouts de Google
- Google Maps
- Google Fotos

- Búsqueda de Google
- Hojas de cálculo de Google
- Google Sites
- Presentaciones de Google
- Google+
- Inbox by Gmail
- WalkyTalky
- YouTube

Al hablar de las funciones de accesibilidad, cada producto cuenta con recursos de accesibilidad respectivos, y sus respectivas guías, con las cuales se puede entender el funcionamiento y el motivo por el cual son importantes.

Recursos para desarrolladores

Un objetivo de Google es que las personas que desarrollan software no solo creen aplicativos accesibles, sino que logren entender la importancia de la accesibilidad dentro del desarrollo web. Esto se debe a que actualmente existe una gran cantidad de personas que utilizan la web y dentro de este grupo a su vez se encuentra un amplio número de personas que poseen algún tipo de discapacidad.

Android O.S.

Se centra en tres funciones de accesibilidad principales que son:

- Respuesta al tacto
- Síntesis de voz
- Navegación con pad direccional

Chrome

La accesibilidad dentro de este producto se la puede mejorar mediante extensiones que proporcionen una mejor experiencia al usuario. Google ha desarrollado el lector de pantalla ChromeVox para Chrome. ChromeVox se puede utilizar como una extensión del navegador. Esta extensión permite probar las aplicaciones web con un lector de pantalla dentro del navegador para que el desarrollador pueda utilizar sus productos como lo haría un usuario con ceguera y así realizar mejores pruebas de accesibilidad.

YouTube

Para crear un contenido más accesible a las personas, Youtube contiene un motor que permite la creación de subtítulos automáticamente. Adicionalmente permite crear archivos de

texto que contienen los subtítulos de los videos. La API de datos de YouTube permite a los desarrolladores interactuar con los subtítulos y cargarlos.

Recursos para empresas

Una forma en la cual Google beneficia a las empresas es proveerles de un catálogo en el cual pueden encontrar de una guía completa con ejemplos, que les permite a los administradores, desarrolladores y a las personas interesadas en temas de accesibilidad, implementar los aplicativos de su empresa cubriendo las necesidades de accesibilidad necesarias para que todos sus empleados puedan acceder a la información.

Microsoft

La misión de Microsoft es asegurar que sus productos y servicios están diseñados con transparencia, responsabilidad e inclusión y son para personas con todo tipo de capacidades. Y bajo el lema de que no hay límites a lo que la gente puede lograr cuando la tecnología refleja la diversidad de todos los que la utilizan [22].

Windows O.S.

Principales herramientas:

Centro de facilidad de acceso

Proporciona una ubicación centralizada donde puede realizar ajustes y encontrar programas de accesibilidad. También proporciona recomendaciones sobre ajustes.

Lupa

Amplía la pantalla o una parte de la pantalla para hacer que el texto, las imágenes y los objetos sean más fáciles de ver.

Teclado en pantalla

Un teclado visual en pantalla con todas las teclas estándar que se puede utilizar en lugar de un teclado físico. El teclado en pantalla permite escribir e introducir datos con un ratón u otro dispositivo señalador.

Narrador

Lee en voz alta el texto en pantalla y describe algunos eventos que ocurren, o mensajes de error que aparecen.

Reconocimiento de voz

Permite al usuario interactuar con su computadora usando solo su voz mientras mantiene, o incluso aumenta su productividad.

Cambiar el tamaño del texto

Permite hacer texto y objetos más grandes y fáciles de ver sin perder calidad gráfica.

Personalización

Permite cambiar el tema, color, sonidos, fondo de escritorio, protector de pantalla, tamaño de fuente, entre otros.

Toque

Permite tocar la pantalla de una manera más directa y natural para trabajar en un monitor de pantalla táctil. Utilizando los dedos para desplazarse, cambiar el tamaño de las ventanas, reproducir medios, y panorámica y zoom.

Atajos de teclado

Combinaciones de teclado de dos o más teclas que, cuando se presiona, se pueden utilizar para realizar una tarea que normalmente requeriría un ratón u otro dispositivo señalador. Los accesos directos de teclado pueden facilitar la interacción con la computadora, ahorrándole tiempo y esfuerzo.

Teclas pegajosas

En lugar de tener que presionar tres teclas a la vez (por ejemplo, cuando se debe presionar las teclas Ctrl., Alt. y Borrar simultáneamente para iniciar sesión en Windows), se puede presionar una tecla cada vez cuando se enciende el botón Sticky Keys.

Teclas del ratón

En lugar de utilizar el ratón, se puede utilizar las teclas de flecha del teclado numérico para mover el puntero.

Claves de filtrado

Ignora las pulsaciones de teclas que se producen en sucesión rápida y pulsaciones de teclas que se mantienen presionadas durante varios segundos involuntariamente.

Notificaciones visuales

Permite ver sonidos del sistema por señales visuales, como un flash en la pantalla, para que las alertas del sistema se anuncien con notificaciones visuales en lugar de sonidos.

Office 365

Aspectos clave

- **Productividad para todos**

Office 365 facilita a las personas con discapacidades de visión, audición, habla, movilidad y aprendizaje crear, comunicarse y colaborar en el contenido. Aumenta la usabilidad de las experiencias de usuarios con tecnologías de asistencia, facilidad de configuración de acceso y dispositivos de entrada alternativos. También ofrece ajustes integrados para mejorar las experiencias de lectura y escritura.

- **Interacciones inclusivas**

Las aplicaciones de Office 365 ofrecen varias funciones integradas que facilitan crear contenido accesible sin barreras para personas con discapacidades, compartir contenido en canales accesibles haciendo que las reuniones virtuales sean más inclusivas.

- **Cumplimiento**

Microsoft cree en la transparencia y ayuda a que las organizaciones tengan la información que necesitan para entender cómo los productos que usan cumplen con las leyes y estándares de accesibilidad. Las aplicaciones de Office 365 en varias plataformas están diseñadas teniendo en cuenta los requerimientos de EN 301 549, WCAG 2.0 AA y US Sección 508.

Apple

Apple considera firmemente que la tecnología debe ser accesible para todos. Además, la tecnología más poderosa en el mundo es la tecnología que todos, incluyendo personas con discapacidades, pueden usar para: trabajar, crear, comunicarse, mantenerse en forma y divertirse. Entre la gama de productos que ofrece la compañía Apple, esta Mac OS, la funcionalidad que más destaca es que permite la edición de video sin necesidad de utilizar mouse o TrackPad.

VoiceOver

Permite escuchar lo que nos muestra el Ordenador Mac. Describe cada componente de la pantalla, proporciona sugerencias para mejorar la experiencia de usuario. La ventaja del software VoiceOver es que permite trabajar con aplicaciones recientemente desarrolladas al instante. A su vez proporciona atajos que facilitan la utilización de la aplicación, tocar el trackpad permite escuchar descripciones de elementos, entre otras.

A su vez el asistente inteligente Siri no solo se encuentra integrado con dispositivos móviles sino también con Mac OS. Permitiendo mejorar la experiencia de usuario en ordenadores. Dentro de Mac OS, se encuentran las opciones de accesibilidad descritas a continuación.

Dictado

Permite hablar donde se escribe en más de 40 idiomas. Por lo tanto, permite responder a un correo electrónico, buscar en la Web o escribir un informe utilizando sólo su voz.

Zoom

Zoom facilita la visualización de contenido ampliando la pantalla hasta 20 veces, para que pueda ver mejor lo que está en la pantalla. Se puede utilizar en pantalla completa parcial.

Tamaño del cursor

Mac OS permite ampliar el cursor para que sea más fácil ver dónde se encuentra y seguir a lo largo de que se mueven alrededor de su Mac. Establecer el tamaño del cursor una vez y se mantiene magnificado, incluso cuando su forma cambia.

Opciones de contraste

MacOS le permite invertir colores o activar la escala de grises en pantalla. Una vez que establezca sus preferencias, se aplican en todo el sistema, por lo que obtiene la misma vista en cada aplicación. También puede activar Aumentar contraste para mejorar la definición y reducir la transparencia en algunas aplicaciones.

Reduce Motion

Si se ve afectado por el movimiento de elementos de pantalla, puede activar Reducir el movimiento para disminuir el movimiento en áreas como Espacios, Centro de notificaciones y el Dock.

IBM

El portal de accesibilidad de IBM nos provee varios casos de éxito en los cuales enmarcan las soluciones que permitan mejorar la experiencia del usuario.

IBM tiene un fuerte compromiso con las personas con discapacidades que comenzó en 1914 cuando contrataron a su primer empleado discapacitado. De acuerdo con ese compromiso de accesibilidad, IBM apoya firmemente el uso del gobierno federal de los Estados Unidos de la accesibilidad como un criterio en la adquisición de tecnología de la información electrónica (Electronic Information Technology - EIT).

Servicios de consultoría

La accesibilidad inicia con la conformidad, pero se extiende a través de regulaciones y estándares web. La accesibilidad refleja el compromiso de las organizaciones de remover las barreras que pueden inhibir interacciones con la información y servicios. Incorporando usabilidad y personalización dentro de los planes de crecimiento que hacen de la experiencia de trabajar con las organizaciones más positivas.

Dentro de este apartado existe varios compromisos en los cuales se pueden investigar más a fondo los temas de accesibilidad como:

- Aplicación y diseño Web.
- Diagnóstico de evaluación.
- Descubriendo talleres.
- Diseño E-Learning y entrega.
- Planeación de estrategias y hojas de ruta.

Educación de accesibilidad

Uno de los beneficios que posee IBM es que permite el libre acceso a contenido sobre accesibilidad, certificado en el cual se puede.

Líneas guía para desarrolladores

Se considera que el primer paso para remover las barreras es pensar que el software que se está desarrollando engloba a un gran conjunto de personas. Los estándares de accesibilidad a los cuales se rige IBM están proporcionados por estándares de Estados Unidos, recomendaciones de W3C e investigaciones de IBM.

La guía Web proporciona herramientas de información que facilitan la creación de aplicativos accesibles, delimitado por secciones y sub-índices ordenados que marcan la pauta para un desarrollo adecuado.

ANEXO 2. ESTRATEGIA DEL PATRÓN BASE

A continuación, se muestran la estructura del patrón base y las interfaces que resultaron de su implementación en el desarrollo del prototipo.

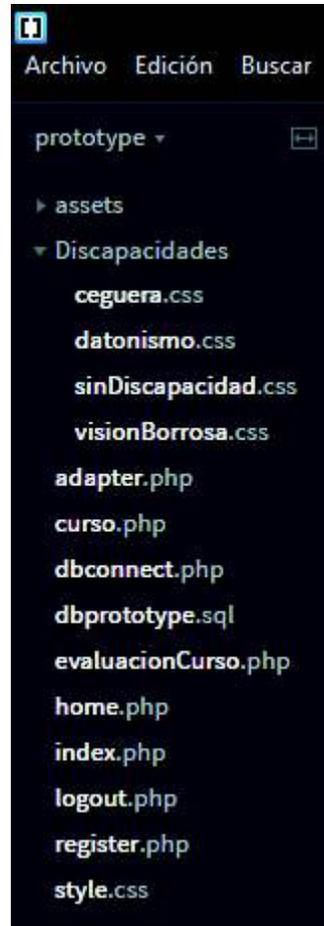


Figura A2.1. Estructura del patrón base.

Elaborado por: Los autores.

La página de ingreso al curso debe tener un nivel de accesibilidad aceptable, ya que previamente al ingreso del usuario no se sabe el tipo de discapacidad que pueda tener.



The image shows a login form with the following elements:

- Ingresar**: The main title of the form.
- Correo**: A label for the email input field, which includes an envelope icon.
- Contraseña**: A label for the password input field, which includes a lock icon.
- Ingresar**: A blue button to submit the login information.
- Registrarse**: A link to the registration page.

Figura A2.2. Página de ingreso.

Elaborado por: Los autores.

Al igual que la página de ingreso al curso, la página de registro debe tener un nivel de accesibilidad aceptable, ya que previamente al registro e ingreso del usuario no se sabe el tipo de discapacidad que pueda tener.

Figura A2.3. Página de registro.

Elaborado por: Los autores.

La base de datos de los usuarios del prototipo tiene la siguiente estructura.

id	userName	userEmail	userPass	userDis
1	Fernando Ruiz	fernando@ruiz.com	8d969eef6ecad3c29a3a629280e686cf0c3f5d5a86aff3ca12...	Ninguna
2	Luis Mendoza	luis@mendoza.com	8d969eef6ecad3c29a3a629280e686cf0c3f5d5a86aff3ca12...	Ceguera
3	Luis Reyes	luis@reyes.com	8d969eef6ecad3c29a3a629280e686cf0c3f5d5a86aff3ca12...	Daltonismo
4	Maribel Hernandez	maribel@hernandez.com	8d969eef6ecad3c29a3a629280e686cf0c3f5d5a86aff3ca12...	Vision Borrosa

Figura A2.4. Base de datos de usuarios del prototipo.

Elaborado por: Los autores.

ANEXO 3. ESTRATEGIA DEL PATRÓN DE CEGUERA

A continuación, se muestran la estructura del patrón de ceguera y las interfaces que resultaron de su implementación en el desarrollo del prototipo.

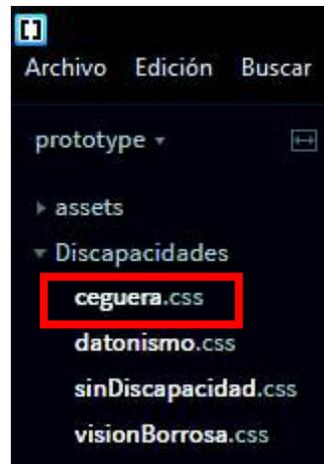


Figura A3.1. Estructura del patrón de ceguera.

Elaborado por: Los autores.

La estructuración de las páginas que se muestran a continuación es el resultado de la adaptación que se realiza con los estilos y etiquetas específicamente aplicadas al implementar el patrón de ceguera.

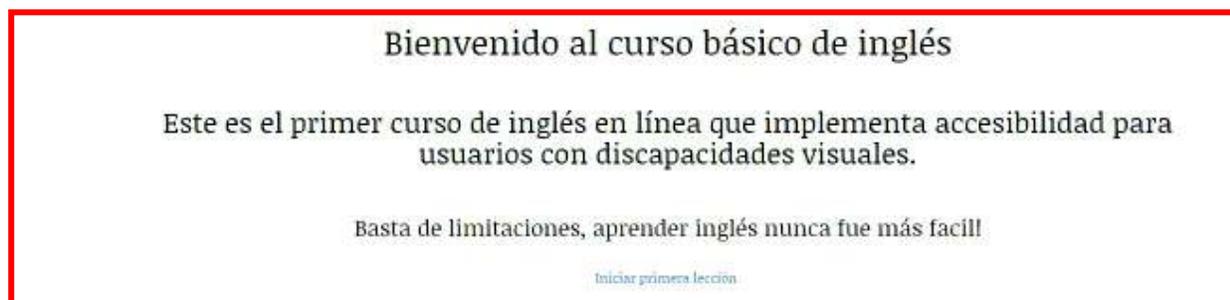


Figura A3.2. Resultado de la adaptación del patrón de ceguera en la página principal del prototipo.

Elaborado por: Los autores.



Menú Primera lección Evaluación de la lección Bienvenido: LUIS MENDOZA +

Evaluación de la Primera Lección

Primera pregunta

El verbo to be sirve para describir

Acciones.

Figura A3.3. Resultado de la adaptación del patrón de ceguera en la página de evaluación del prototipo.

Elaborado por: Los autores.

ANEXO 4. ESTRATEGIA DEL PATRÓN DE DALTONISMO DICROMÁTICO

A continuación, se muestran la estructura del patrón de daltonismo dicromático y las interfaces que resultaron de su implementación en el desarrollo del prototipo.

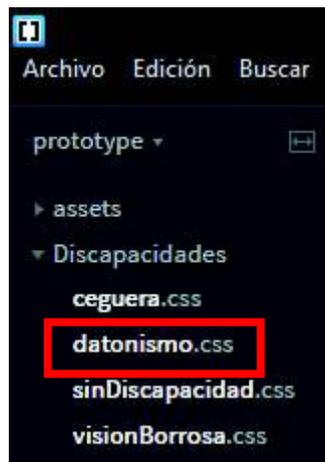


Figura A4.1. Estructura del patrón de daltonismo dicromático.

Elaborado por: Los autores.

La estructuración de las páginas que se muestran a continuación es el resultado de la adaptación que se realiza con los estilos y etiquetas específicamente aplicadas al implementar el patrón de daltonismo dicromático.



Figura A4.2. Resultado de la adaptación del patrón de daltonismo dicromático en la página de la lección del prototipo.

Elaborado por: Los autores.



Figura A4.3. Resultado de la adaptación del patrón de daltonismo dicromático en la página de evaluación del prototipo.

Elaborado por: Los autores.

ANEXO 5. ESTRATEGIA DEL PATRÓN DE VISIÓN BORROSA

A continuación, se muestran la estructura del patrón de visión borrosa y las interfaces que resultaron de su implementación en el desarrollo del prototipo.



Figura A5.1. Estructura del patrón de visión borrosa.

Elaborado por: Los autores.

La estructuración de las páginas que se muestran a continuación es el resultado de la adaptación que se realiza con los estilos y etiquetas específicamente aplicadas al implementar el patrón de visión borrosa.

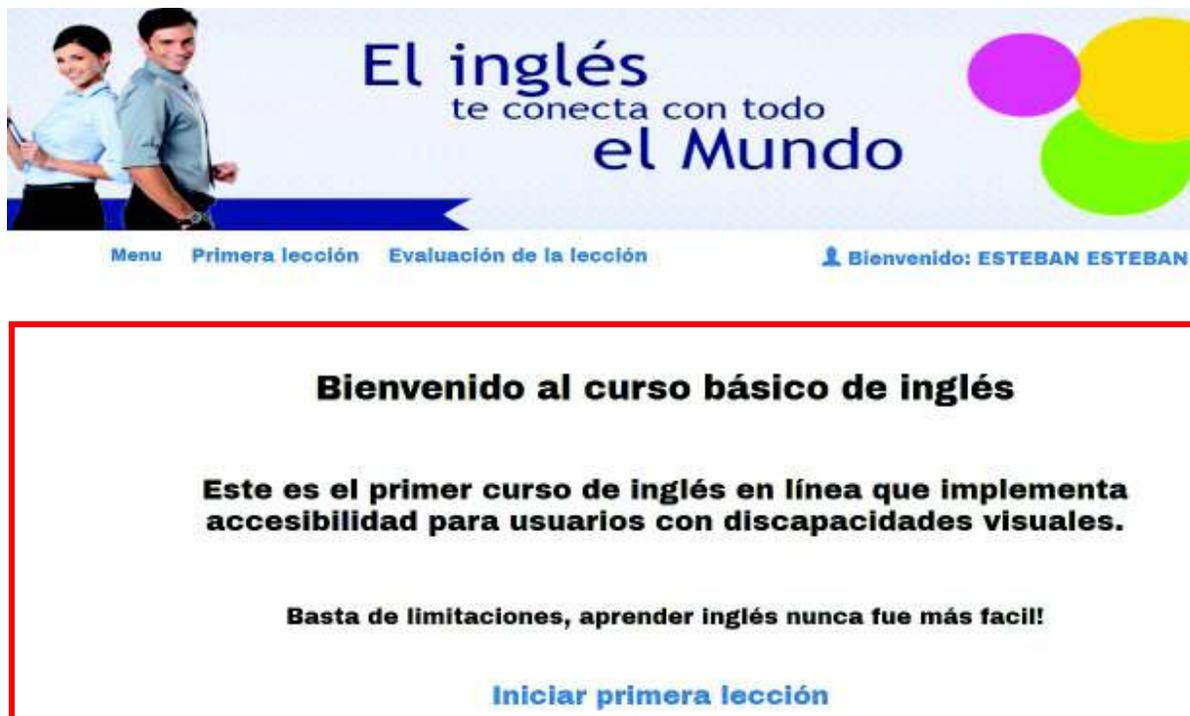


Figura A5.2. Resultado de la adaptación del patrón de visión borrosa en la página principal del prototipo.

Elaborado por: Los autores.



Verbo to be

Este verbo es el equivalente a los verbos "ser" y "estar", en el idioma inglés goza de una particular importancia. Su significado depende del sentido de la oración.

El verbo "to be" es el verbo más importante del inglés. Se utiliza tanto como un verbo principal como un verbo auxiliar y es irregular en el



Figura A5.3. Resultado de la adaptación del patrón de visión borrosa en la página de la lección del prototipo.

Elaborado por: Los autores.