

MODELO DE INDICADORES DE ACCESIBILIDAD DIGITAL  
PARA ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE EN EDUCACIÓN SUPERIOR

SERGIO PEÑALOZA ROJAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
MAESTRIA EN GESTION DE PROYECTOS INFORMATICOS  
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER  
2018

MODELO DE INDICADORES DE ACCESIBILIDAD DIGITAL  
PARA ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE EN EDUCACIÓN SUPERIOR

SERGIO PEÑALOZA ROJAS

Trabajo de grado para optar al título de  
Magíster en Gestión de Proyectos Informáticos

Director  
LUIS ALBERTO ESTEBAN VILLAMIZAR  
Magíster en informática

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA  
MAESTRIA EN GESTION DE PROYECTOS INFORMATICOS  
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER  
2018

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Pamplona, febrero de 2018

## Dedicatoria

A Dios, con él todo se puede, que me permitió dar un nuevo paso en mi formación profesional.

A mi esposa Claudia, por su paciencia, por su apoyo constante, por hacer que el tiempo para dedicarle a mi proyecto fuese posible.

A mis hijos Alejandro y Andrés, que son mi motivación para seguir avanzando en cada etapa de mi vida.

A mi madre Eulalia, por ser la mejor, por sus oraciones.

A mi hermana Diana, por su apoyo incondicional.

A la memoria de mi padre Alvaro, por ser parte integral de mí esencia.

## Agradecimientos

A mi director de proyecto, mi amigo Luis Alberto Esteban Villamizar, por su confianza, por su sabiduría y por sus importantes aportes en la consolidación de este proyecto.

A mis docentes de maestría en Gestión de Proyectos Informáticos, quienes con sus conocimientos contribuyeron en mi formación profesional.

A mi Universidad de Pamplona, por formarme como profesional y ofrecer las herramientas necesarias para contribuir con este sueño personal.

## **Resumen**

Este trabajo a través de un análisis del estado del arte de accesibilidad digital en educación virtual, propone un modelo de indicadores desde la diversidad funcional que permite medir la accesibilidad de los recursos educativos digital para la web, mediante indicadores simplificados y principalmente que tengan en cuenta los usuarios con diversidad funcional de dichos cursos; más allá de los que piden los estándares, se trata de que el modelo permita evaluar la accesibilidad dependiendo del usuario. El modelo aquí propuesto se validó mediante la opinión de expertos.

## **Abstract**

This work through an analysis of the state of the art of digital accessibility in virtual education, proposes a model of indicators from the functional diversity that allows measuring the accessibility of digital educational resources for the web, through simplified indicators and mainly that take into account users with functional diversity of said courses; beyond those that ask for the standards, it is about that the model allows to evaluate the accessibility depending on the user. The model proposed here was validated through expert opinion.

## Tabla de contenido

	Pág.
Introducción.....	1
1. Generalidades.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo General .....	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
1.4. Metodología de la investigación .....	6
1.4.1. Enfoque de la investigación.....	6
1.4.2. Alcance de la investigación.....	7
1.4.3. Diseño de la investigación .....	7
1.4.3.1. Alcance del primer objetivo.....	7
1.4.3.2. Alcance del segundo objetivo.....	8
1.4.3.3. Alcance del tercer objetivo.....	8
1.4.4. Fuente de información .....	9
2. Marco Teórico.....	10
2.1. Antecedentes.....	10
2.2. Marco Conceptual.....	14
2.2.1. Accesibilidad.....	14
2.2.1.1. Principios de Accesibilidad .....	15
2.2.1.2. Estándares para la accesibilidad digital .....	18
2.2.1.3. Comparativo entre las WCAG 2.0 de W3C, Norma Técnica 1194.22 de la Section 508 de US y la Guía de Accesibilidad Web 6.1 de IBM .....	20
2.2.1.4. Métricas para la Accesibilidad Web.....	25
2.2.2. Diversidad Funcional .....	29
2.2.2.1. Diversidad Funcional para WAI (Iniciativa de Accesibilidad Web).....	30
2.2.2.2. Diversidad Funcional para la WebAIM (Accesibilidad Web en la Mente) .....	31
2.2.2.3. Diversidad Funcional en la Educación Superior en Colombia .....	31
2.2.2.4. Habilidades funcionales.....	33



2.2.3.	Las TIC .....	34
2.2.3.1.	Las TIC en la educación a distancia.....	36
2.2.3.2.	La Web en la educación a distancia.....	37
2.2.3.3.	La accesibilidad digital en la educación virtual .....	39
2.2.3.4.	La accesibilidad en entornos virtuales de aprendizaje .....	41
3.	Modelo de Indicadores de Accesibilidad Digital desde la Diversidad Funcional .....	45
3.1.	Diversidad Funcional.....	47
3.2.	Limitaciones vs Factores .....	47
3.2.1.	Limitaciones de los Usuarios .....	48
3.2.2.	Factores.....	50
3.3.	Necesidades vs Características.....	50
3.3.1.	Necesidad de los Usuarios.....	50
3.3.2.	Características .....	54
3.4.	Aspectos a evaluar vs indicadores.....	55
3.4.1.	Aspectos e Indicadores para la Diversidad Funcional Cognitiva .....	55
3.4.2.	Aspectos e Indicadores para la Diversidad Funcional Motora .....	62
3.4.3.	Aspectos e Indicadores para la Diversidad Funcional Auditiva.....	65
3.4.4.	Aspectos e Indicadores para la Diversidad Funcional Visual .....	67
3.5.	Resumen de Indicadores de Accesibilidad Digital .....	74
3.6.	Evaluación .....	76
3.6.1.	Plantilla.....	76
3.6.2.	Medición .....	78
3.7.	Validación del Modelo de Indicadores de Accesibilidad Digital .....	80
3.7.1.	Instrumento .....	80
3.7.2.	Evaluación .....	84
3.7.3.	Resultados.....	85
4.	Conclusiones y Recomendaciones .....	87
4.1.	Conclusiones .....	87
4.2.	Recomendaciones.....	88
	Bibliografía.....	89
	Anexos .....	98

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Nivel educativo alcanzado según principal alteración en estructuras o funciones corporales afectadas	32
Tabla 2. Nivel educativo según dificultades para el desarrollo de actividades cotidianas	33
Tabla 3. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional cognitiva	48
Tabla 4. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional motora	48
Tabla 5. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional auditiva - baja audición	49
Tabla 6. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional auditiva - sordera	49
Tabla 7. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional visual - baja visión	49
Tabla 8. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional visual - visión al color	49
Tabla 9. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional visual - ceguera	49
Tabla 10. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional cognitiva	51
Tabla 11. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional motora	52
Tabla 12. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional auditiva - baja audición	52
Tabla 13. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional auditiva - sordera	52
Tabla 14. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional visual - baja visión	53
Tabla 15. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional visual - visión al color	53
Tabla 16. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional visual - ceguera	53
Tabla 17. Características del factor percepción	54
Tabla 18. Características del factor atención	54
Tabla 19. Características del factor comprensión	55
Tabla 20. Características del factor operatividad	55
Tabla 21. Características del factor orientación	55
Tabla 22. Aspectos e indicadores de la característica percibir video para lo cognitivo	56
Tabla 23. Aspectos e indicadores de la característica percibir contenido no textual para lo cognitivo	56
Tabla 24. Aspectos e indicadores de la característica percibir texto para lo cognitivo	57
Tabla 25. Aspectos e indicadores de la característica percibir audio para lo cognitivo	57
Tabla 26. Aspectos e indicadores de la característica evitar distracciones para lo cognitivo	58
Tabla 27. Aspectos e indicadores de la característica pistas visuales para lo cognitivo	58
Tabla 28. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo cognitivo	59
Tabla 29. Aspectos e indicadores de la característica lenguaje para lo cognitivo	59
Tabla 30. Aspectos e indicadores de la característica revenir errores para lo cognitivo	60
Tabla 31. Aspectos e indicadores de la característica controlar errores para lo cognitivo	60
Tabla 32. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo cognitivo	61
Tabla 33. Aspectos e indicadores de la característica navegación para lo cognitivo	61
Tabla 34. Aspectos e indicadores de la característica búsqueda para lo cognitivo	61
Tabla 35. Aspectos e indicadores de la característica ubicación para lo cognitivo	62
Tabla 36. Aspectos e indicadores de la característica estructura para lo cognitivo	62

Tabla 37. Aspectos e indicadores de la característica evitar distracciones para lo motor	62
Tabla 38. Aspectos e indicadores de la característica pistas visuales para lo motor	63
Tabla 39. Aspectos e indicadores de la característica prevenir errores para lo motor	63
Tabla 40. Aspectos e indicadores de la característica controlar errores para lo motor	63
Tabla 41. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo motor	63
Tabla 42. Aspectos e indicadores de la característica estructura para lo motor	64
Tabla 43. Aspectos e indicadores de la característica navegación para lo motor	64
Tabla 44. Aspectos e indicadores de la característica búsqueda para lo motor	64
Tabla 45. Aspectos e indicadores de la característica ubicación para lo motor	64
Tabla 46. Aspectos e indicadores de la característica percibir audio para lo auditivo – baja audición	65
Tabla 47. Aspectos e indicadores de la característica evitar distracciones para lo auditivo – baja audición	65
Tabla 48. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo auditivo – baja audición	65
Tabla 49. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo auditivo – baja audición	66
Tabla 50. Aspectos e indicadores de la característica percibir audio para lo auditivo - sordera	66
Tabla 51. Aspectos e indicadores de la característica lenguaje para lo auditivo - sordera	66
Tabla 52. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo auditivo - sordera	66
Tabla 53. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo visual – baja visión	67
Tabla 54. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo visual – baja visión	67
Tabla 55. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo visual – visión al color	68
Tabla 56. Aspectos e indicadores de la característica percibir color para lo visual – visión al color	68
Tabla 57. Aspectos e indicadores de la característica percibir contenido no textual para lo visual – ceguera	69
Tabla 58. Aspectos e indicadores de la característica percibir color para lo visual – ceguera	69
Tabla 59. Aspectos e indicadores de la característica percibir video para lo visual – ceguera	70
Tabla 60. Aspectos e indicadores de la característica prevenir errores para lo visual – ceguera	70
Tabla 61. Aspectos e indicadores de la característica controlar errores para lo visual – ceguera	71
Tabla 62. Aspectos e indicadores de la característica lenguaje para lo visual – ceguera	71
Tabla 63. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo visual – ceguera	72
Tabla 64. Aspectos e indicadores de la característica navegación para lo visual – ceguera	72
Tabla 65. Aspectos e indicadores de la característica búsqueda para lo visual – ceguera	73
Tabla 66. Aspectos e indicadores de la característica estructura lo visual – ceguera	73
Tabla 67. Aspectos e indicadores de la característica ubicación para lo visual – ceguera	74
Tabla 68. Resumen de Indicadores de Accesibilidad Digital desde la diversidad funcional.	75
Tabla 69. Encabezado de la plantilla para evaluar la accesibilidad digital	76
Tabla 70. Factores, características e indicadores propios de la diversidad funcional para evaluar la accesibilidad digital	76
Tabla 71. Nivel de accesibilidad	79
Tabla 72. Rango de valores	80
Tabla 73. Aspectos a evaluar	81
Tabla 74. Criterios a evaluar del aspecto perceptible	81
Tabla 75. Criterios a evaluar del aspecto legible	81

Tabla 76. Criterios a evaluar del aspecto contextual	82
Tabla 77. Instrumento de validación	83
Tabla 78. Expertos	84
Tabla 79. Resultados del consenso	85
Tabla 80. Observaciones de los expertos	86
Tabla 81. Sugerencias de los expertos	86

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Comparativo entre las WCAG 2.0 de W3C, Norma Técnica 1194.22 de la Section 508 de US y la Guía de Accesibilidad Web 6.1 de IBM	21
Figura 2. Jerarquía de las Guías de Accesibilidad Web	21
Figura 3. Promedio de Violación de Accesibilidad	26
Figura 4. Accesibilidad para cada Tipo de Punto de Control	27
Figura 5. Promedio de Accesibilidad para cada Principio	27
Figura 6. Promedio Global de Accesibilidad	27
Figura 7. Promedio de Violaciones de Accesibilidad	27
Figura 8. Promedio de Probabilidad de la Barrera de Accesibilidad	28
Figura 9. Probabilidad de la Barrera de Accesibilidad	28
Figura 10. Proporción de las pruebas fallidas	28
Figura 11. Probabilidad de la Barrera de Accesibilidad	29
Figura 12. Las TIC y la web en la educación a distancia	36
Figura 13 Jerarquía del modelo	46
Figura 14. Resumen de Indicadores de Accesibilidad Digital desde la diversidad funcional	74
Figura 14. Tasas de accesibilidad por indicador	77
Figura 15. Valorar indicador	77
Figura 16. Valorar curso, factores y características	78

## Lista de Siglas

AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AEV	Ambientes Educativos Virtuales
AFA	Access For All
ARIA	Accessible Rich Internet Applications
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
ATAG	Authoring Tool Accessibility Guidelines
BIENE	Barrierefreies Internet eröffnet neue Einsichten
CBT	Computer-Based Training
CSWR	Client-Side Web Refactoring
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DRAE	Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española
EVA	Entornos Virtuales de Aprendizaje
GDALA	Guidelines for Developing Accessible Learning Applications
HFES	Human Factors and Ergonomics Society
IBM	International Business Machines
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
ICT	Information and Communications Technology
IMS GLC	Instructional Management System - Global Learning Consortium
ISO	International Organization for Standardization
LCMS	Learning Content Management System
LIP	Learner Information Package
LMS	Learning Management System
NTC	Norma Técnica Colombiana
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PNTIC	Plan Nacional de TIC
RIA	Rich Internet Applications
RLCPD	Registro para la Localización y Caracterización de las Personas con Discapacidad

TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UAAG	User Agent Accessibility Guidelines
UNAD	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNE	Una Norma Española
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNISUR	Universitaria del Sur de Bogotá
US	United States
UWEM	Unified Web Evaluation Methodology
VLE	Virtual Learning Environments
W3C	World Wide Web Consortium
WAB	Web Accessibility Barrier
WAI	Web Accessibility Initiative
WAQM	Web Accessibility Quantitative Metric
WBT	Web-Based Trainings
WCAG	Web Content Accessibility Guidelines
WebAIM	Web Accessibility In Mind

## **Introducción**

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a través de los tiempos se han convertido en una pieza fundamental para la sociedad actual. El no utilizar estas tecnologías en la educación implica verse alejado del acceso a la información o conocimiento. Aunque estas tecnologías permiten superar limitaciones geográficas, ayudando a acceder a la información de forma rápida, también generan nuevos obstáculos a la diversidad funcional de las personas en lo que respecta a la accesibilidad de los recursos digitales.

El presente documento recopila el proceso y los resultados de la investigación planteada; en el primer capítulo, abarca el planteamiento del problema, mencionando el problema, la justificación y los objetivos, y termina con la metodología que se utilizó; en el segundo capítulo, se describe el marco teórico, contextualizando las investigaciones previas sobre pautas, métodos y herramientas de accesibilidad y el marco conceptual sobre accesibilidad, diversidad funcional y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

El tercer capítulo, desarrolla el objetivo principal de esta investigación, la definición de un modelo de indicadores desde la diversidad funcional de los usuarios para la accesibilidad digital de los cursos virtuales. Inicialmente se clasifican las diversidades funcionales que contemplan diversas habilidades, las cuales determinan las necesidades de los usuarios, estas últimas generan los distintos aspectos a evaluar en cada recurso educativo digital. El cuarto capítulo, se plantea la validación mediante un instrumento en donde cada uno de los participantes de la validación expresó su opinión, lo cual arrojó como resultado el grado de aceptación del modelo de indicadores.

Finalmente, el quinto capítulo, presenta las conclusiones del trabajo y las recomendaciones.



## **1. Generalidades**

En este capítulo se presenta el problema y la justificación de la investigación, de igual manera el objetivo general y los objetivos específicos, y termina con la metodología de investigación.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Las instituciones de educación superior entre otras organizaciones, han involucrado las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones en sus procesos, ya que el uso y acceso a estas tecnologías se consideran de gran importancia para optimizar los procesos de las instituciones. Los entornos virtuales de aprendizaje forman parte de estas tecnologías los cuales ofrecen contenidos y servicios web a una gran diversidad de usuarios, y han tomado gran importancia en las instituciones de educación superior por medio de los cuales ofrecen educación virtual, o apoyan los procesos de la educación presencial.

La accesibilidad web proporciona facilidad para llegar a estos contenidos y servicios de un sitio web, permitiendo ser accedido y usado por diversidad de personas y sin enfrentarse a barreras tecnológicas.

La diversidad de usuarios involucra personas en situación de discapacidad (o con diversidad funcional), sin limitaciones y afectadas por la tecnología, es decir, la accesibilidad web debe ser un beneficio para todos (Observatorio de Políticas Públicas del Cuerpo de Administradores Gubernamentales de Argentina, 2010). Sin embargo, en la actualidad hay gran diversidad de contenidos web cada vez más complejos que son accedidos especialmente por personas sin limitaciones ni afectadas por la tecnología, dejando marginadas a las personas desfavorecidas.

En Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en su actuar del censo de 2005, afirma que el número de personas en situación de discapacidad está alrededor de 2.624.898 (DANE-Colombia, 2005). Sin embargo, el DANE en su actuar de

marzo de 2010, de acuerdo a la investigación sobre el Registro para la Localización y Caracterización de las Personas con Discapacidad (RLCPD), afirma que el número de personas en situación de discapacidad está alrededor de 857.132 (DANE-Colombia, 2010a).

La diferencia tan grande de personas con diversidad funcional entre el censo de 2005 y el RLCPD de 2010 se debe a las fuentes de información primaria y secundaria. En el censo de 2005, los datos se obtuvieron directamente de las propias personas o acudientes de las mismas; mientras que, en el RLCPD de 2010, los datos se obtuvieron de las alcaldías municipales, a través de sus Secretarías de Salud, Educación y Desarrollo Social, ante ellas se presentan las personas en situación de discapacidad o acudientes con su documento de identidad y soporte médico del diagnóstico o patología para ser censadas, lo que conlleva a que muchas de las personas con diversidad funcional no son censadas en estas entidades.

En cuanto al nivel educativo el 3% de las personas en situación de discapacidad alcanzan un nivel educativo en educación superior como técnico o tecnológico, universitario y postgrado, y se establece que de ese 3% solamente el 48% han terminado sus estudios y el 52% no terminaron o están en pleno proceso (DANE-Colombia, 2010a).

Las estadísticas muestran la poca presencia de personas en situación de discapacidad en la educación superior lo que significa que existen obstáculos para el acceso a la educación superior de esta diversidad de personas, en lo cual las tecnologías de la información y las comunicaciones pueden ser un factor clave en ampliar esta posibilidad de acceso.

Si bien, las nuevas tecnologías han superado barreras arquitectónicas, de movilidad o de comunicaciones, junto a esto aparece una nueva forma de exclusión social debido al reducido nivel de accesibilidad de los contenidos electrónicos que ofrecen las instituciones de educación superior (Alba Pastor, 2005). Esto se debe al bajo índice de sensibilidad y del conocimiento de técnica para el diseño de contenidos web accesibles, y

el bajo índice de conocimientos de legislaciones que exigen el diseño de contenidos web accesibles (Torres & Bueno, 2009).

Concebir una enseñanza virtual para la diversidad de personas es crear un entorno virtual sin exclusiones, abierto y flexible, que responda a las necesidades de todos los estudiantes (Zubillaga del Río, 2007).

Este contexto aquí planteado, genera la siguiente pregunta sobre la calidad de los contenidos web respecto al factor de accesibilidad.

¿Qué modelo de indicadores necesita cada uno de los usuarios con diversidad funcional para que sea accesible el contenido web de los cursos en entornos virtuales de aprendizaje en educación superior?

## **1.2. Justificación**

El propósito de un modelo de indicadores de accesibilidad digital para entornos virtuales de aprendizaje de educación superior, es facilitar la medición de la accesibilidad web de los cursos de acuerdo a la diversidad funcional de los usuarios presentes en dichos cursos.

En Colombia, en sus artículos 13 y 20 de la Constitución Política de Colombia garantizan la igualdad de condiciones: Artículo 13. “Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación...”. Artículo 20. “Se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información veraz e imparcial...” (República de Colombia, 1991). Por lo tanto, se puede deducir que el diseño de cursos en entornos virtuales de aprendizaje en forma accesible permite beneficiar y ampliar el número de usuarios potenciales incluyendo personas en situación de discapacidad, sin limitaciones y afectadas por la tecnología y garantizar así el acceso a la información.

Con un modelo de indicadores clasificados por diversidad funcional de usuarios, se permite medir fácilmente la accesibilidad de los cursos en entornos virtuales de aprendizaje, ya que los indicadores están definidos para un tipo específico de usuarios.

La accesibilidad de los cursos en entornos virtuales de aprendizaje se convierte en una necesidad; desde lo ético, implica hacer lo correcto para que una gran cantidad de personas tengan la opción de acceder a los cursos; desde lo social, permite ampliar los usuarios potenciales incluyendo personas en situación de discapacidad; desde lo político, promueven la democracia en donde la diversidad de usuarios se encuentre en situación de igualdad frente a los contenidos que ofrece el curso; desde lo legal, obliga a regular reglamentariamente el acceso a los cursos; desde lo económico, los usuarios acceden a mayor cantidad de contenidos de los cursos, logrando ahorrar tiempo y esfuerzo para que las diversidad de usuarios alcancen sus metas en un tiempo razonable (Observatorio de Políticas Públicas del Cuerpo de Administradores Gubernamentales de Argentina, 2010).

Dependiendo de la diversidad de usuarios la accesibilidad web proporciona alternativas de texto para contenidos no textuales, alternativas para multimedia, permitir que el contenido pueda ser presentando de diferentes maneras, que sea más fácil de ver y escuchar, permitir el acceso a las funcionalidades desde el teclado, que el usuario tenga el tiempo suficiente para leer y utilizar el contenido, que el contenido no provoque convulsiones, que el usuario pueda navegar fácilmente, encontrar información y determinar su ubicación, que el contenido del texto sea legible y comprensible, que los contenidos sean predecibles y consistentes, proporciona ayudar a los usuarios para evitar y corregir errores, y que el contenido sea compatible con herramientas de usuario actuales y futuras (WAI-W3C, 2008).

### **1.3. Objetivos**

A continuación se presenta el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

### **1.3.1. Objetivo General**

Definir un modelo de indicadores de accesibilidad digital para entornos virtuales de aprendizaje en educación superior.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer el estado del arte sobre la accesibilidad digital con relación a los entornos virtuales de aprendizaje en educación superior.
- Determinar un modelo de indicadores desde la diversidad funcional de los usuarios para la accesibilidad digital de los cursos en entornos virtuales de aprendizaje en educación superior.
- Validar el modelo propuesto de indicadores de accesibilidad digital para los cursos en entornos virtuales de aprendizaje en educación superior, mediante la opinión de expertos y análisis de resultados, para determinar si se ajusta a la diversidad funcional de los usuarios.

## **1.4. Metodología de la investigación**

En este capítulo se presenta la metodología aplicada para lograr los objetivos de la investigación, así como la forma de abordar la investigación y la búsqueda de los resultados.

### **1.4.1. Enfoque de la investigación**

Este estudio se plantea desde un enfoque hermenéutico.

En el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (DRAE), la hermenéutica es “el arte de interpretar textos, originalmente textos sagrados. Desde la perspectiva filosófica de Hans-Georg Gadamer, es la teoría de la verdad y el método que expresa la universalización del fenómeno interpretativo desde la concreta y personal historicidad”. Para (Álvarez Tabáres, 2010), la investigación hermenéutica “es un proceso

interpretativo, es poner a un texto en su contexto para comprenderlo y después reconstruirlo para aplicarlo a un contexto actual que se requiere transformar”

Se alcanza un proceso interpretativo (comprender, construir y aplicar), al explorar las necesidades de cada uno de los tipos de usuarios con diversidad funcional que varían ampliamente y describir los requisitos de accesibilidad de los cursos en entornos virtuales de aprendizaje para dichos usuarios, y luego llegar a una perspectiva más general al formular posturas teóricas como el modelo de indicadores desde la diversidad funcional para la accesibilidad digital en entornos virtuales de aprendizaje en educación superior.

#### **1.4.2. Alcance de la investigación**

El alcance del estudio es descriptivo. Para (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010), la investigación descriptiva “Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice.”

Con este estudio se pretende describir los factores, las características y los indicadores que hace que el contenido web de los cursos en entornos virtuales de aprendizaje sean accesibles o no a los tipos de usuarios con diversidad funcional. Luego, plantear un modelo desde la diversidad funcional basado en las buenas prácticas de la accesibilidad web. Finalmente, aplicarlo en algunos cursos virtuales que se estén desarrollando en una institución de educación superior.

#### **1.4.3. Diseño de la investigación**

Para (Hernández Sampieri et al., 2010), el diseño de la investigación es “abierto, flexible, construido durante la realización del estudio”, eso sí, sin perder el rigor que requiere.

##### **1.4.3.1. Alcance del primer objetivo**

El estado de arte se desarrolló desde la heurística y hermenéutica. Desde la fase heurística, se procede a la búsqueda y recopilación de la información documental; y desde

la fase hermenéutica, se analizará y se clasificará la información obtenida; luego se integrará la información y finalmente se construirá el estado del arte.

Actividad 1. Búsqueda de información documental.

Actividad 2. Análisis y clasificación de la información obtenida.

Actividad 3. Integración de la información obtenida.

Actividad 4. Construcción del estado del arte.

#### **1.4.3.2. Alcance del segundo objetivo**

Fundamentado en el estado del arte se procedió a crear un modelo para la accesibilidad de los cursos virtuales en educación superior. Una revisión bibliográfica ayudará a determinar los tipos de usuario con diversidad funcional, a abstraer las necesidades de los usuarios con diversidad funcional y de igual forma a abstraer los requisitos de accesibilidad que se requieren en el entorno para dichos usuarios. Finalmente se construirá el modelo de indicadores.

Actividad 1. Descripción de las categorías de usuarios con diversidad funcional que proporciona el modelo.

Actividad 2. Descripción de las necesidades de los usuarios con diversidad funcional que proporciona el modelo.

Actividad 3. Definición de los requisitos de accesibilidad de los usuarios con diversidad funcional que proporciona el modelo.

Actividad 4. Construcción del modelo de indicadores.

#### **1.4.3.3. Alcance del tercer objetivo**

Para validar la funcionalidad del modelo se procedió a aplicarlo a un grupo de expertos; se elaboró un instrumento – encuesta – con aspectos e indicadores que evalúen el modelo, luego se aplicará el instrumento y se analizarán los resultados de la validación.

Actividad 1. Definición del proceso de validación.

Actividad 2. Realización de la validación.

Actividad 3. Análisis de los resultados de la validación.

#### **1.4.4. Fuente de información**

La recolección de datos se basa en fuentes de información consultadas como artículos científicos, trabajos de grado, tesis doctorales y libros, con el objetivo de determinar el estado actual de la accesibilidad en los entornos virtuales de aprendizaje de educación superior. De igual forma, realizar búsqueda documental en organismos internacionales como la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) del consorcio World Wide Web (W3C), la Section 508 de Normas para la Tecnología Electrónica y de la Información de Estados Unidos, BIENE award de Alemania y normas nacionales e internacionales relacionadas con accesibilidad web, para estructurar los datos y plantear el modelo de indicadores que necesita cada uno de los usuarios con diversidad funcional en entornos virtuales de aprendizaje en educación superior.



## **2. Marco Teórico**

Este capítulo cubre los temas que han sido fundamentales en el desarrollo del modelo de indicadores de accesibilidad propuesto en esta investigación, en primera lugar las investigaciones previas sobre pautas, métodos y herramientas de accesibilidad, y en segunda medida el marco conceptual sobre accesibilidad, diversidad funcional y las TIC.

### **2.1. Antecedentes**

En esta sección se despliega un recuento de investigaciones relacionadas con el objeto de estudio de esta investigación.

En un primer momento la investigación se centra en una metodología para implementar accesibilidad (Hernández, Quejada, & Diaz, 2016). También, se presenta una investigación sobre los métodos de evaluación de la accesibilidad (Baazeem & Al-Khalifa, 2015) y se finaliza con diferentes investigaciones sobre la aplicación de agentes inteligentes en el soporte a la accesibilidad web.

La bibliografía consultada sobre accesibilidad Web que se presenta a continuación, ha servido para saber que avances se ha realizado sobre pautas, métodos y herramientas de evaluación de accesibilidad Web en los últimos años.

(Hernández, Quejada, & Diaz, 2016) llevaron a cabo una investigación denominada “Guía Metodológica para el Desarrollo de Ambientes Educativos Virtuales Accesibles: una visión desde un enfoque sistémico”. Este trabajo propone una metodología para el desarrollo o rediseño de Ambientes Educativos Virtuales (AEV) accesibles a personas con diversidad funcional. La visión sistémica de los AEV define cuatro dimensiones (organizacional, pedagógica, comunidad académica y tecnológica) que deben ser consideradas en el desarrollo de un entorno virtual de aprendizaje.

La guía se enfoca en los aspectos relacionados con la accesibilidad, la cual comprende cuatro fases basadas en la guía del PMBOK de PMI; la metodología inicia con la fase del diagnóstico, cuyo objetivo es establecer las condiciones de accesibilidad de cada una de

las dimensiones del AEV, a partir de las cuales sigue la fase de planeación de las acciones necesarias que cada dimensión debe llevar a cabo en la fase de implementación posterior. Transversal al desarrollo de estas fases se realiza la fase de seguimiento y control de forma permanente que garantice el cumplimiento de los objetivos propuestos.

La guía provee herramientas prácticas para lograr que las personas con diversidad funcional puedan acceder realmente a procesos de formación apoyados por la educación virtual.

(Baazeem & Al-Khalifa, 2015) llevaron a cabo una revisión del estado del arte denominado “Avances en los métodos de evaluación de la accesibilidad Web: ¿Qué tan lejos estamos?”. El objetivo del estudio es averiguar cómo los métodos de evaluación de accesibilidad web han evolucionado entre el período de 2011 a 2015, lo cual llevó a investigar 23 estudios heterogéneos de evaluación de la accesibilidad (13 estudios sobre sitios gubernamentales, 4 comerciales, 2 educativos, 2 sociales, 1 de motores de búsqueda y 1 sobre algunas herramientas de evaluación).

El estudio arrojó que la norma más utilizada por los investigadores es WCAG 2.0 y le sigue la WCAG 1.0; por otro lado los investigadores de 14 estudios tienden a confiar en un solo método de evaluación (8 estudios por pruebas automatizadas, 3 por expertos y 3 por usuario), mientras que el resto utilizan una combinación de los métodos. La excesiva dependencia de herramientas autónomas puede producir falsos positivos o falsos negativos.

Otras investigaciones relevantes es sobre agentes inteligentes que asisten a los usuarios en la accesibilidad web. A continuación se presentan herramientas que usan agentes inteligentes para asistir a los usuarios con diversidad funcional.

(Doush, Alkhateeb, Maghayreh, & Al-Betar, 2013) llevaron a cabo un trabajo denominado “Diseño de la herramienta de evaluación de accesibilidad de RIA”. Este trabajo propone un framework conceptual para la evaluación automática de la accesibilidad de los RIAs

(Rich Internet Applications). El framework consta de diferentes componentes y la evaluación comienza con un “robot web” que dispara diferentes eventos en la aplicación web. Luego, los contenidos web resultantes se “evalúan” según las directrices de WAI-ARIA. La ontología WAI-ARIA que proporciona semántica sobre widgets, estructuras y comportamientos, se utiliza para validar los elementos dinámicos en la página web. Por último, se generará un “informe” de evaluación sobre los diferentes problemas de accesibilidad en la aplicación web y se resaltarán los problemas de accesibilidad encontrados en la página web para su revisión manual.

(Chen, Harper, Lunn, & Brown, 2013) llevaron a cabo un trabajo denominado “Identificación de widgets: un enfoque de alto nivel para la accesibilidad”. Este estudio presenta un método para identificar automáticamente el contenido dinámico que está presente en una página web, consta de diferentes elementos y comienza con la propuesta de una técnica que analiza la combinación de propiedades (*tell-sings*) de los diferentes tipos de Widgets que están presentes en una página web. Luego, propone una ontología para clasificar o caracterizar los widgets de alto nivel con los que los usuarios interactúan. Finalmente, concluyen que el método podría usarse para desarrollar herramientas que ayude en la fase de diseño del sitio web, la herramienta podría sugerir el marcado (*markup*) apropiado que debería agregarse a la página para mejorar la accesibilidad.

(Garrido et al., 2013) en su investigación “Accesibilidad Web Personalizada usando Refactorización del Lado del Cliente” propone adaptar el enfoque de refactorización para mejorar la accesibilidad web, en donde el usuario puede seleccionar en su propio navegador su refactorización de interfaz para personalizar la accesibilidad Web.

La investigación propone el enfoque *Client-Side Web Refactoring* (CSWR), dicho enfoque permite la creación automática de diferentes vistas personalizadas de la misma aplicación Web para resolver los problemas particulares que cada usuario percibe de la aplicación, preservando su contenido y funcionalidades de la aplicación Web al mismo tiempo que eliminando problemas de usabilidad y accesibilidad.

El enfoque CSWR tiene dos ventajas clave:

- Mantenimiento más simple: los desarrolladores mantienen una aplicación de núcleo único, aplicando refactorizaciones de usabilidad Web que se dirigen a una audiencia general, mientras que diferentes versiones de refactorizaciones de accesibilidad Web pueden ser creadas por y para diferentes usuarios.
- Independencia de la arquitectura: el desarrollo de un CSWR requiere poco conocimiento de la arquitectura subyacente de la aplicación objetivo.

Los investigadores llevaron a cabo un estudio de caso sobre la versión HTML de Gmail con usuarios con diversidad funcional visual para validar la hipótesis de que “las refactorizaciones ofrecen una mejor experiencia cuando son personalizadas por los usuarios finales y adaptadas a su propia experiencia”.

La investigación arrojó como resultados la importancia de la personalización: porque los usuarios experimentados pueden desplazarse rápidamente por una página con combinaciones de teclado, prefieren páginas cargadas y rutas de navegación más cortas, una solución que frustra a los usuarios sin experiencia porque exige recorrer un montón de contenido cada vez que la página se vuelve a cargar.

(Puzis, 2012) llevó a cabo un trabajo denominado “Agente de interfaz para la automatización web no visual y accesible”. Este trabajo presenta un sistema de automatización accesible mediante el uso de un Asistente Automatizado (agente de interfaz) diseñado como un sistema de filtrado de información. El sistema de filtrado de información analiza un flujo de información entrante, filtra información menos importante o ruidosa y presenta al usuario la información más relevante. El Asistente Automatizado puede solicitar al usuario que confirme una acción o un conjunto de acciones antes de la ejecución, o validar una acción (o acciones) que se ha ejecutado, o puede actuar de manera completamente autónoma.

## **2.2. Marco Conceptual**

En esta sección se esboza los componentes relacionados con la accesibilidad digital para personas con diversidad funcional y el rol que ha tenido las TIC en la educación.

### **2.2.1. Accesibilidad**

En el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (DRAE), la accesibilidad es la “cualidad de accesible” (Real Academia Española, 2014a); accesible es “de fácil acceso; o de fácil comprensión” (Real Academia Española, 2014b). Es decir, la accesibilidad es la cualidad del fácil acceso.

En el estándar ISO 26800 sobre Ergonomía, define la accesibilidad como el “Grado en que los productos, sistemas, servicios, entornos e instalaciones pueden ser utilizados por personas de una población con la más amplia gama de características y capacidades para alcanzar un objetivo especificado en un contexto de uso específico”. (ISO, 2011)

Esto significa que la accesibilidad es el nivel de conformidad que deben cumplir los productos, servicios y entornos para que puedan ser accedidos o utilizados de forma satisfactoria por todas las personas.

En la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) del consorcio World Wide Web (W3C), la accesibilidad web hace referencia a un diseño web que va a permitir que las personas en situación de discapacidad o sin ella puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la web, aportando a su vez contenido. (WAI-W3C, 2005)

Por lo tanto, la accesibilidad web se refiere a la posibilidad de que cualquier usuario, independientemente de su situación de discapacidad, tenga acceso a toda la información y funcionalidades del sitio web, y que sean capaces de percibir, entender, navegar e interactuar con dicho sitio de forma satisfactoria.

La accesibilidad y diseño para todos es la bandera del siglo XXI a nivel mundial, para ello los estados han diseñado estrategias a corto, mediano y largo plazo de poner al alcance

de las personas las tecnologías de la información y las comunicaciones -TIC- (o ICT, Information and Communications Technology, en inglés).

El Gobierno Nacional ha considerado estratégicas las TIC para fomentar la competitividad y la igualdad de oportunidades en Colombia. Por ello, en el Plan Nacional de TIC 2008 - 2019 (PNTIC) se ha fijado como objetivo que al final de este periodo, todos los colombianos se informen y se comuniquen haciendo uso eficiente y productivo de las TIC, para mejorar la inclusión social y aumentar la competitividad (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, 2008).

El Plan Nacional de TIC 2008 - 2019 se estructura en una serie de políticas, acciones y proyectos alrededor de ocho grandes ejes, cuatro transversales (Investigación, desarrollo e innovación, Gobierno en línea, Comunidad y Marco regulatorio e incentivos) y cuatro verticales (Educación, Salud, Justicia y Competitividad empresarial) (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, 2008)

El concepto de accesibilidad nació en la década de los 30, haciendo referencia a la facilidad de acceder a los espacios físicos como edificios, vías, entre otros, y ha evolucionado hacia los espacios virtuales. Es así como la accesibilidad en la educación virtual formal/informal es una nueva forma de participación de las personas con diversidad funcional, ya que el acceso a la información y al conocimiento permite la inclusión de las personas independientemente de sus capacidades y diversidades a la sociedad de la información y del conocimiento.

#### **2.2.1.1. Principios de Accesibilidad**

La accesibilidad se sustenta en una serie de principios de inclusión del diseño universal, que tiene como objetivo el diseño de productos y entornos que puedan utilizar el mayor número posible de personas, sin necesidad de adaptación o de rediseño especializado.

El Centro de Diseño Universal de la “North Carolina State University” proporcional los siguientes principios de Diseño Universal versión 2.0 (NC State University, 1997):

- **Uso equitativo.** El diseño debe ser conveniente y apropiado para todas las personas independientemente de sus capacidades.
- **Flexibilidad en el uso.** El diseño debe adaptarse a un amplio rango de preferencias y habilidades individuales, permitiendo elegir el método de uso o adaptándose al ritmo del usuario.
- **Uso simple e intuitivo.** El diseño debe ser fácil de entender, sin importar la experiencia del usuario, el conocimiento, las habilidades, o nivel de concentración.
- **Información perceptible.** El diseño debe comunicar de manera efectiva la información necesaria para el usuario, independientemente de las condiciones ambientales o las capacidades sensoriales del usuario.
- **Tolerancia al error.** El diseño debe minimizar los riesgos y las consecuencias desfavorables de acciones accidentales o no intencionadas.
- **Esfuerzo físico bajo.** El diseño debe poder ser utilizado de manera eficiente y cómoda y con un mínimo esfuerzo.
- **Tamaño y espacio para el acceso y el uso.** Los tamaños y espacios deben ser proporcionados para el acceso, alcance, manipulación y uso, independientemente del tamaño, postura o movilidad del usuario.

El estándar “Pautas de Accesibilidad para Contenidos Web (WCAG) 2.0” (WAI-W3C, 2008) enumera los siguientes principios para conseguir la accesibilidad en la información, en los componentes y en la interfaz de usuario del contenido web:

- **Perceptible.** La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados a los usuarios de modo que ellos puedan percibirlos.
- **Operable.** Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables<sup>1</sup> para los usuarios.

---

<sup>1</sup> Ser operable significa que todos los enlaces, controles de formulario, botones y cualquier otro elemento de la interfaz de usuario, pueda ser usados por todos los usuarios.

- **Comprensible.** La información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser fáciles de entender para los usuarios.
- **Robusto.** El contenido debe ser suficientemente robusto<sup>2</sup> como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas.

La competencia BIENE (Internet sin Barreras Abre Nuevas Perspectivas) tenía el objetivo de distinguir y premiar cada año los sitios web accesibles más ejemplares de la lengua alemana, cuyo certamen se realizó por primera vez en el 2003 y su última premiación fue en el 2010. La competencia involucraba en los primeros años categorías como la educación, la ciencia y la investigación, cultura y sociedad, información y comunicación, compra y transacciones, entre otros. En el último certamen las categorías fueron empresa, gestión, organización y medios de comunicación.

El premio BIENE de Alemania enumera los siguientes principios para conseguir la accesibilidad en la información, en los controles y funciones contenidos en la página o sitio web (Biene, 2010):

- **Inteligibilidad.** La información y los controles contenidos en la página web deben ser fáciles de entender y exactamente formulados que beneficie a los usuarios.
- **Visibilidad.** La información y las funciones contenidas en la página web deben presentarse a cada uno de los usuarios de modo que estos los puedan percibir.
- **Operatividad.** Todos los elementos requeridos para desarrollar el contenido de la página web deben ser operados por todos los usuarios.
- **Orientación.** Cada uno de los usuarios de forma rápida y fácil debe ser capaz de orientarse y moverse dentro del sitio web.

---

<sup>2</sup> Ser robusto significa que la página web, que incluye tanto la interfaz de usuario como el contenido de la página, es compatible con las herramientas actuales y futuras. Por herramientas se entienden los navegadores, los productos de apoyo como los lectores de pantalla y cualquier otro programa que utilice páginas web.



- **Utilización sostenible.** El contenido de la página web debe ser robusto como para ser accedido por las tecnologías actuales y futuras.
- **Pertinencia e integración del contenido.** Sitios web para usuarios con y sin limitaciones deben ser igualmente interesante y utilizables.
- **Diseño.** Un sitio web bien diseñado se les facilita a los usuarios por su coherencia y orientación clara.

### ***2.2.1.2. Estándares para la accesibilidad digital***

Existen varios estándares relacionados con la accesibilidad que se pueden aplicar a los contenidos digitales en la educación virtual, a continuación se resaltan las últimas versiones disponibles:

#### **a. W3C (World Wide Web Consortium)**

La W3C es una comunidad internacional que desarrolla estándares Web para guiar la Web hacia un máximo potencial.

En 1999 se publica las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 1.0 (WAI-W3C, 1999). En 2000 se publica las Pautas de Accesibilidad para Herramientas de Autor (ATAG) 1.0 (WAI-W3C, 2000). En 2002 se publica las Pautas de Accesibilidad para Agentes de Usuario (UAAG) 1.0 (WAI-W3C, 2002). En 2008 se publica las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 (WAI-W3C, 2008). En 2013 se publica las Pautas de Accesibilidad para Herramientas de Autor (ATAG) 2.0 (WAI-W3C, 2013). En 2014 se publica unas especificaciones para Aplicaciones de Internet Enriquecidas (ARIA) 1.0 (WAI-W3C, 2014a) y se encuentra en borrador la versión 1.1. Y en 2014 se publica las Pautas de Accesibilidad para Agentes de Usuario (UAAG) 2.0 (WAI-W3C, 2014b).

#### ***b. Section 508 of the United States***

En 2000 se publica la norma 1194.21 Software de Aplicaciones y Sistemas Operativos (Standards Section508, 2000c), la normas 1194.22 Información y Aplicaciones de Intranet e Internet basadas en la Web (Standards Section508, 2000f), la normas 1194.23 Productos de Telecomunicaciones (Standards Section508, 2000d), la normas 1194.24

Productos de Video y Multimedia (Standards Section508, 2000e), la normas 1194.25 Productos Cerrados Autónomos (Standards Section508, 2000b) y la normas 1194.26 Computadoras portátiles y de escritorio (Standards Section508, 2000a).

*c. IMS GLC (Instructional Management System - Global Learning Consortium)*

En 2002 se publican las Guías para el Desarrollo de Aplicaciones Accesibles para el Aprendizaje (GDALA) 1.0 (IMS, 2002). En 2003 se publica las especificaciones de Accesibilidad para el Paquete de Información del Aprendiz (LIP) 1.0 (IMS, 2003). Y en 2010 se publica las especificaciones de Accesibilidad para Todos (AFA) 2.0 (IMS, 2010) y se encuentra en borrador la versión 3.0 publicada en el 2012.

*d. ISO (International Organization for Standardization)*

En 2008 se publica el estándar ISO 9241 sobre la Ergonomía de la interacción humano-sistema, la parte 20 hace referencia a Guías de Accesibilidad para Tecnologías de Información y de las telecomunicaciones, equipos y servicios (ISO, 2008c), la parte 151 se refiere Orientación sobre las interfaces de usuario WWW (ISO, 2008a) y la parte 171 a la Orientación sobre la accesibilidad del software (ISO, 2008b). En 2008 se publica el estándar ISO/IEC 24751 sobre Adaptabilidad Individualizada y accesibilidad en e-learning, educación y capacitación, es derivada de la IMS GLC LIP 1.0 de 2003 y AFA Metadata 1.0 de 2003, la parte 1 comprende "Acceso para todos" - Marcos y Modelos de referencia (ISO/IEC, 2008a), la parte 2 hace referencia a "Acceso para todos" - necesidades personales y preferencias para la entrega digital (ISO/IEC, 2008b) y la parte 3 "Acceso para todos" - descripción de recursos digitales (ISO/IEC, 2008c). Y en 2012 se publica el estándar ISO/IEC 40500 sobre Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 (ISO/IEC, 2012), es equivalente a la de W3C WCAG 2.0.

*e. HFES (Human Factors and Ergonomics Society)*

En 2008 se publica el estándar ANSI/HFES 200 sobre Factores Humanos de Ingeniería de Software de Interfaces de Usuario, la parte 2 hace referencia a accesibilidad (ANSI/HFES, 2008) y es equivalente al estándar ISO 9241-171.

*f. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)*

En 2003 se publica la norma UNE 139801 sobre Aplicaciones informáticas para personas en situación de discapacidad. Requisitos de accesibilidad al computador. Hardware (UNE, 2003). En 2009 se publica la norma UNE 139802 sobre Requisitos de accesibilidad del software (UNE, 2009) y es equivalente al estándar ISO 9241-171. En 2012 se publica la norma UNE 139803 sobre Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web (UNE, 2012a) y es equivalente a la de W3C WCAG 2.0. En 2012 se publica la norma UNE 66181 sobre Gestión de la calidad. Calidad de la formación virtual (UNE, 2012b).

*g. IBM (International Business Machines)*

La lista de verificación de la accesibilidad para la web y documentación basada en la web – versión 6.1, empieza a regir a partir del 25 de agosto de 2016, la cual sustituye la lista de verificación de la accesibilidad para la web – versión 5.2 (IBM, 2016).

*h. ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación)*

En 2011 se publica la norma NTC 5854 sobre Accesibilidad a Páginas Web (NTC, 2011) y es equivalente a la de W3C WCAG 2.0.

En e-learning el ámbito de la gestión de contenidos electrónicos juega un papel importante en los procesos educativos mediados por tecnología, el diseñar contenidos electrónicos con criterios de accesibilidad está determinado por la existencia de personas con diversidad funcional, que utiliza la web como medio de comunicación (Martínez Usero, 2007, 2008).

**2.2.1.3. Comparativo entre las WCAG 2.0 de W3C, Norma Técnica 1194.22 de la Section 508 de US y la Guía de Accesibilidad Web 6.1 de IBM**

A continuación se hace un comparativo (Ver figura 1) entre los criterios de las WCAG 2.0 de W3C, la Norma Técnica 1194.22 de la Section 508 de US y la Guía de Accesibilidad Web 6.1 de IBM, las cuales ayudan a implementar y evaluar la accesibilidad de los contenidos web, teniendo como punto de referencia el estándar WCAG 2.0.

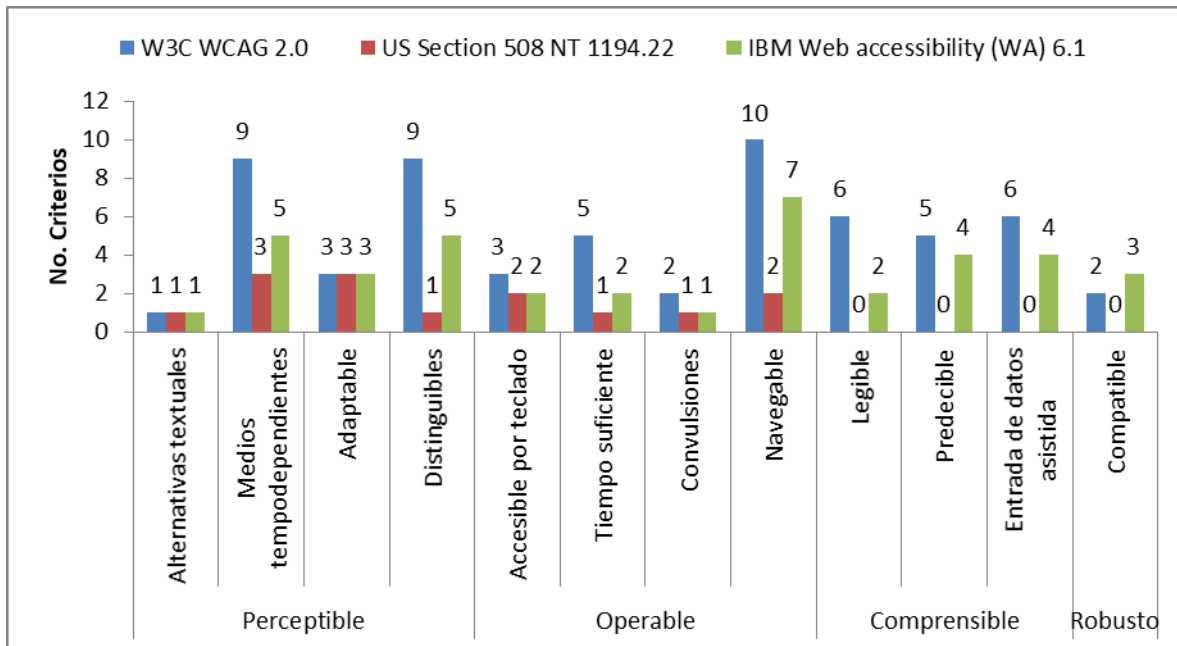


Figura 1. Comparativo entre las WCAG 2.0 de W3C, Norma Técnica 1194.22 de la Section 508 de US y la Guía de Accesibilidad Web 6.1 de IBM

Fuente: Diseño propio

La jerarquía (Ver figura 2) de estas guías se presenta de la siguiente manera:

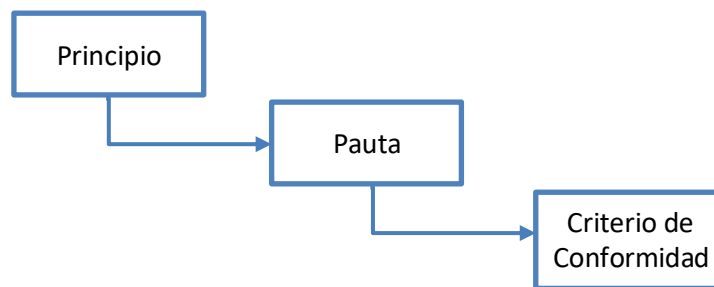


Figura 2. Jerarquía de las Guías de Accesibilidad Web

Fuente: Diseño propio

Se definen 4 principios que proporcionan los fundamentos de la accesibilidad web: perceptible, operable, comprensible y robusto. Cada uno con sus propias pautas de accesibilidad web que proporcionan los objetivos básicos para lograr contenidos más accesibles, estas son: alternativas textuales, medios tempodependientes, adaptable, distinguibles, accesible por teclado, tiempo suficiente, convulsiones, navegable, legible, predecible, entrada de datos asistida y compatible. Para cada una de las pautas se

proporcionan los criterios de conformidad con el fin de cumplir las necesidades de los usuarios web.

*a. Pautas de Accesibilidad Web*

Las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0, define cómo crear contenido web más accesible a las personas en situación de discapacidad (WAI-W3C, 2008).

- Alternativas textuales

Esta pauta permite presentar a los usuarios texto alternativo equivalente para percibir todo contenido no textual. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 100% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 100% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Medios tempodependientes

Esta pauta permite presentar a los usuarios subtítulos, audiodescripción y descripciones textuales alternativas de audio y video para percibir los medios tempodependientes. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 33% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 56% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Adaptable

Esta pauta permite presentar al usuario un formato de presentación alternativa del contenido equivalente para percibir el formato visual y auditivo, la secuencia significativa de los contenidos y las instrucciones para usarlos. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 100% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 100% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Distinguibles

Esta pauta permite facilitar a los usuarios ver y oír el contenido equivalente para percibir colores, contraste entre el fondo y la letra, tamaño del texto, imágenes de texto y escuchar contenidos en primer plano. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 11% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 56% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Accesible por teclado

Esta pauta permite a los usuarios acceso a todas las funcionalidades del contenido a través de un teclado o una interfaz de teclado asegurando que los componentes del contenido no atrapen el foco del teclado. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 67% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 67% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Tiempo suficiente

Esta pauta permite a los usuarios disponer de tiempo suficiente para interactuar con el contenido. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 20% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 40% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Convulsiones

Esta pauta permite a los usuarios fotosensibles acceso a todo el contenido visual sin riesgo de sufrir convulsiones. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 50% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 50% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Navegable

Esta pauta permite ayudar a los usuarios a navegar en un orden significativo y mediante teclado, a acceder directamente al contenido principal, a encontrar el contenido, a determinar la ubicación actual y a la finalidad de los enlaces. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 20% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 70% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Legible

Esta pauta permite a los usuarios comprender los contenidos textuales mediante la especificación del idioma, la pronunciación y el significado de las palabras en contexto y contenidos adicionales de textos complejos. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 0% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 33% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Predecible

Esta pauta permite a los usuarios controlar el cambio de contexto de tal forma que cuando un componente recibe el foco o reciba entrada de datos o de selección no se produzca ningún cambio de contexto y ayudar a los usuarios a interactuar con los componentes de navegación repetidos o que tienen la misma funcionalidad en un grupo de páginas. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 0% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 80% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Entrada de datos asistida

Esta pauta permite ayudar a los usuarios a evitar y corregir errores mediante instrucciones para ingresar información, descripción de errores y sugerencias para la corrección de errores. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 0% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 67% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

- Compatible

Esta pauta permite la compatibilidad con las aplicaciones de usuario y/o ayudas técnicas para interpretar y procesar el contenido de forma apropiada. Los criterios de la Section 508 NT 1194.22 son equivalentes en un 0% y los de IBM WA 6.1 son equivalentes en un 100% con respecto a los criterios de las WCAG 2.0.

*b. Métricas Asociadas a las WCAG 2.0 de W3C*

No se proporciona ningún valor cuantitativo del nivel de accesibilidad alcanzado después de la evaluación.

El nivel de accesibilidad se consigue si se cumple con los siguientes requisitos de conformidad:

- Nivel de conformidad: se logra si se cumple con alguno de los 3 niveles de criterios de conformidad o se proporciona una alternativa conforme disponible desde la página.
- Páginas completas: la conformidad se aplica a páginas completas y no se debe excluir ninguna parte de la página.

- Procesos completos: todas las páginas de un proceso deben ser conformes con el nivel específico de conformidad.
- Uso exclusivo de tecnologías de modo compatibles con la accesibilidad: utilizar tecnologías de accesibilidad compatibles.
- Sin interferencia: si se usan tecnologías no compatibles con la accesibilidad, se debe permitir a los usuarios acceder al resto del contenido de la página.

*c. Métricas Asociadas a la Norma Técnica 1194.22 de la Section 508 de US*

No se proporciona ningún valor cuantitativo del nivel de accesibilidad alcanzado después de la evaluación.

El nivel de conformidad se consigue si se cumple con todos los criterios o se proporciona una alternativa accesible mediante 1194.22 (k).

1194.22 (k) Una página de sólo texto, con información o funcionalidad equivalente, facilitará hacer un sitio web que cumpla con las disposiciones de estas normas, cuando el cumplimiento no se puede lograr de ninguna otra manera. El contenido de la página de sólo texto se actualizará cada vez que la página principal cambie.

*d. Métricas Asociadas a la Guía de Accesibilidad Web 6.2 de IBM*

No se proporciona ningún valor cuantitativo del nivel de accesibilidad alcanzado después de la evaluación sólo una lista de verificación si se cumple o no y si no aplica.

El nivel de conformidad se consigue si se cumple con todos los criterios o la pauta 4.2a versión 5.2 – Página de sólo texto y 4.1.3 versión 6.1 – Tecnologías exclusiva que sea compatible con la accesibilidad (requisito 4 de conformidad de las WCAG 2.0)

**2.2.1.4. Métricas para la Accesibilidad Web**

A continuación se describen las métricas cuantitativas WAB, WAQM, UWEM y A3 que ayudan a medir la accesibilidad web.



*a. Métrica de Barreras de Accesibilidad Web (WAB)*

La métrica WAB (Parmanto & Zeng, 2005) se basa en las WCAG 1.0 y calcula el promedio de violación de accesibilidad para un sitio web en función de la tasa de fallas  $B_{bp}/N_{pb}$  (Ver figura 3). Los sitios web con alta calificación WAB se consideran con malos niveles de accesibilidad. Sin embargo, no hay una referencia de la accesibilidad ya que no se definen límites para los niveles de accesibilidad.

$$WAB_s = \frac{1}{N_p} \sum_{p=1}^{N_p} \sum_b \frac{B_{pb}}{N_{pb}} W_b$$

*Figura 3. Promedio de Violación de Accesibilidad*

Esta fórmula tiene como parámetros de entrada el total de páginas web  $N_p$ , el total de puntos de control  $N_b$ , el total de violaciones de accesibilidad  $B_{pn}$  de cada punto de control, el número de violaciones potenciales  $N_{pb}$  de cada punto de control, la probabilidad de violación  $W_b$  del punto de control definida como los niveles de prioridad de las WCAG 1.0 en el orden inverso ( $1/\text{prioridad}$ ) y donde  $p$  es una página y  $b$  un punto de control.

*b. Métrica Cuantitativa de Accesibilidad Web (WAQM)*

La métrica WAQM (Vigo, Arrue, Brajnik, Lomuscio, & Abascal, 2007) se basa en las WCAG 1.0 y su afinidad con los cuatro principios de accesibilidad de las WCAG 2.0. Se enfoca a calcular el promedio de accesibilidad para un sitio web en función de la tasa de fallas  $A_{ijk}$  (Ver figuras 4–7). El nivel de accesibilidad del sitio está definido entre 0 y 100, cuando el resultado de la métrica tiende a cero el sitio web es menos accesible y si tiene a 100 el sitio web es más accesible. Sin embargo, no se definen intervalos para los niveles de accesibilidad.

En la etapa inicial se calcula la accesibilidad para cada tipo de punto de control, teniendo en cuenta la tasa de fallas para cada uno de los grupos de puntos de control, agrupados de acuerdo a los niveles de prioridad  $k$ , a los tipos de punto de control  $j$  y a los principios de accesibilidad  $i$ .

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^3 W_k A_{ijk}$$

Figura 4. Accesibilidad para cada Tipo de Punto de Control

En la etapa intermedia se calcula el promedio de accesibilidad para cada principio de accesibilidad, ponderando  $A_{ij}$  por el número de puntos de control  $N_{ij}$  en el principio de accesibilidad  $i$  y tipo de punto de control  $j$ .

$$A_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j \in \{e,w\}} N_{ij} A_{ij}$$

Figura 5. Promedio de Accesibilidad para cada Principio

En la etapa final se calcula el promedio global de accesibilidad, ponderando cada principio de accesibilidad  $i$  por el número de puntos de control  $N_i$  que contiene.

$$A = \frac{1}{N} \sum_{i \in \{P,O,U,R\}} N_i A_i, \text{ es decir } A = \frac{1}{N} \sum_{i \in \{P,O,U,R\}} \sum_{j \in \{e,w\}} N_{ij} \sum_{k=1}^3 W_k A_{ijk}$$

Figura 6. Promedio Global de Accesibilidad

Siendo  $A_{ijk}$  la proporción de las pruebas fallidas, la cual está definida en dos ecuaciones de la recta para realizar una aproximación a la hipérbola con respecto al intervalo en el que los valores se acumulan.

$$A_{ijk} = \begin{cases} \left( \frac{-100}{b} \right) \left( \frac{B_{ijk}}{N_{ijk}} \right) + 100, & \text{si } \left( \frac{B_{ijk}}{N_{ijk}} \right) < \left( \frac{a-100}{a-\frac{100}{b}} \right) \\ -a \left( \frac{B_{ijk}}{N_{ijk}} \right) + a, & \text{si } \left( \frac{B_{ijk}}{N_{ijk}} \right) \geq \left( \frac{a-100}{a-\frac{100}{b}} \right) \end{cases}$$

Figura 7. Promedio de Violaciones de Accesibilidad

Esta fórmula tiene como parámetros de entrada el total de puntos de control  $N$ , el número de puntos de control en cada principio  $N_i$ , el número de puntos de control en cada tipo de punto de control de cada principio  $N_{ij}$ , el número de errores de accesibilidad  $B_{ijk}$  para cada punto de control, el número de casos de prueba  $N_{ijk}$  para cada punto de control, la probabilidad  $W_k$  para los puntos de control con prioridad  $k$  están definidas por  $W_1=0.8$ ,

$W_2=0.16$ ,  $W_3=0.04$  donde  $0 < W_1 < W_2 < W_3 < 1$ , las constantes  $a$  y  $b$  para la aproximación de la hipérbola están definidas por  $a=20$  y  $b=0.3$ , y donde  $i \in \{P,O,U,R\}$  es un principio de accesibilidad (Perceptible, Operable, Comprensible, Robusto),  $j \in \{e,w\}$  es un tipo de punto de control (errores, advertencias) y  $k \in \{1,2,3\}$  es una prioridad (prioridad 1, prioridad 2, prioridad 3).

*c. Metodología de Evaluación Web Unificado (UWEM) 1.1*

La metodología UWEM<sup>3</sup> (WAB Cluster, 2007) se basa en las WCAG 1.0 y calcula el promedio de probabilidad de la barrera de accesibilidad para un sitio web en función de la tasa de fallas  $R_{pb}$  (Ver figuras 8–10). Su objetivo es modelar la probabilidad de que un usuario al encontrar barreras de accesibilidad no pueda completar una tarea, lo que dio paso a introducir el modelo UCAB (Barrera de Accesibilidad Centrada en el Usuario). El nivel de accesibilidad del sitio está definido por la puntuación de la barrera: accesibilidad total ( $F_s=0\%$ ), accesibilidad muy buena ( $0\% < F_s \leq 25\%$ ), accesibilidad media ( $25\% < F_s \leq 50\%$ ), accesibilidad baja ( $50\% < F_s \leq 75\%$ ), accesibilidad muy baja ( $75\% < F_s \leq 100\%$ ).

$$F_s = \frac{1}{N_p} \sum_{p=1}^{N_p} F_p$$

*Figura 8. Promedio de Probabilidad de la Barrera de Accesibilidad*

Siendo  $F_p$  la probabilidad de la barrera de accesibilidad para la página  $p$  del sitio  $s$ , la cual esta modelada en la probabilidad de la unión de suceso incompatibles ( $P(A \cup B) = P((A' \cap B')) = 1 - P(A')P(B') = 1 - (1 - P(A))(1 - P(B))$ ).

$$F_p = 1 - \prod_{b \in \text{tipo de barrera}} (1 - R_{pb} W_b)$$

*Figura 9. Probabilidad de la Barrera de Accesibilidad*

Donde  $R_{pb}$  es la proporción de las pruebas fallidas de la página  $p$  con tipo de barrera  $b$ .

$$R_{pb} = \frac{B_{pb}}{N_{pb}} (1 - P_b^{fn}) + \frac{(N_{pb} - B_{pb})}{N_{pb}} P_b^{fp}$$

*Figura 10. Proporción de las pruebas fallidas*

<sup>3</sup> Del inglés User Centric Accessibility Barrier

Esta métrica tiene como parámetros de entrada el total de pruebas fallidas de accesibilidad  $B_{pb}$  para cada tipo de barrera, el número de elementos pertinentes  $N_{pb}$  para cada tipo de barrera, La probabilidad de que la prueba del tipo de barrera  $b$  produce un falso positivo  $P_b^{fp}$  (es decir, un falso resultado pase), la probabilidad de que la prueba del tipo de barrera  $b$  produce una falsa negativo  $P_b^{fn}$  (es decir, un falso resultado falle), la probabilidad  $W_b$  de que un usuario al encontrarse con un tipo de barrera  $b$  dada por  $W_b \in [0,1]$  experimenta un problema de accesibilidad, si el valor tiende a cero el problema de accesibilidad es pequeño.

*d. Métrica  $A_{3pu}$*

La métrica  $A_{3pu}$  (Bühler, Heck, Perlick, Nietzio, & Ulltveit-Moe, 2006) se basa en la métrica UWEM 0.5 y tiene en cuenta la complejidad de la página web  $p$  para el grupo de usuarios  $u$  en función de la suma de la tasa de fallas  $B_{bp}/N_{pb}$  para cada tipo de barrera con relación a la ocurrencia de la barrera por el número total de ocurrencias de todas las barreras  $B_{bp}/B_p$  (Ver figura 11).

$$A_{3pu} = 1 - \prod_{b \in \text{tipo de barrera}} (1 - W_b)^{\left(\frac{B_{pb} + B_{pb}}{N_{pb} + B_p}\right)}$$

*Figura 11. Probabilidad de la Barrera de Accesibilidad*

Esta métrica tiene como parámetros de entrada el total de pruebas fallidas de accesibilidad  $B_{pb}$  para cada tipo de barrera, el número de elementos pertinentes  $N_{pb}$  para cada tipo de barrera, el total de pruebas fallidas de accesibilidad  $B_p$ , la probabilidad  $W_b$  de que un usuario al encontrarse con un tipo de barrera  $b$  dada por  $W_b \in [0,1]$  experimenta un problema de accesibilidad, si el valor tiende a cero el problema de accesibilidad es pequeño y donde  $p$  es una página,  $b$  es un tipo de barrera y  $u$  es un grupo de usuarios en situación de discapacidad.

### **2.2.2. Diversidad Funcional**

La diversidad funcional de las personas que acceden a la educación superior se puede analizar desde diferentes formas de clasificación de las diferentes capacidades y para ello

en esta sección se tendrán en cuenta las definiciones y tipificaciones dadas por dos de los principales estándares de accesibilidad web y por el contexto colombiano, así como las funcionalidades específicas de cada una de las diversidades funcionales.

### **2.2.2.1. Diversidad Funcional para WAI (Iniciativa de Accesibilidad Web)**

Para la WAI las principales categorías son (WAI-W3C, 2012):

- **Visual.** Se presenta por la pérdida leve de la visión (visión parcial) o el deterioro severo de la visión (ceguera) e incluye limitaciones como daltonismo, visión de túnel, la pérdida del campo central, la visión nublada, entre otros. La baja visión afecta la agudeza visual, sensibilidad a la luz, sensibilidad al contraste, campo visual y visión del color.
- **Auditiva.** Se presenta por la pérdida leve de la audición (sordera parcial) o el deterioro severo de la audición (sordera total) e incluye personas que utilizan aparatos especiales para mejorar la audición.
- **Física.** Afecta la parte motora de la persona e incluye debilidad progresiva y degeneración de los músculos (distrofia muscular), movimientos involuntarios (temblores y espasmos), falta de coordinación, problemas en las articulaciones, dolor que impide el movimiento, la falta de extremidades o deformidad, entre otros.
- **Habla.** Se refiere a personas con dificultades graves para producir mensajes verbales (tono, vocalización, producción de sonidos, velocidad) y para articular palabras (mudez, tartamudez).
- **Cognitiva y Neurológica.** Altera lo auditivo, lo motor, la parte visual, el habla y la comprensión de la información e incluye limitaciones como dislexia, disgrafía, discalculia, epilepsia, falta de memoria, dificultad para comprender conceptos complejos, entre otros.

### **2.2.2.2. Diversidad Funcional para la WebAIM (Accesibilidad Web en la Mente)**

Para la WebAIM las principales categorías son (WebAIM, 2014):

- **Visual.** Se clasifica en ceguera, baja visión y daltonismo. La ceguera afecta la forma de percibir la información de la web, de navegar en la web, de entender los contenidos que se presenta en la web. El daltonismo afecta la forma de percibir las diferentes combinaciones de colores. (WebAIM, 2013a).
- **Auditiva.** Se clasifica en pérdida de audición leve, moderada, severa e hipoacusia profunda. La pérdida de audición afecta la forma de percibir el contenido sonoro (WebAIM, 2013d).
- **Motora.** Se clasifican en lesiones traumáticas (lesión de la medula espinal y perdida o daño de las extremidades) y enfermedades o condiciones congénitas (Parálisis cerebral, distrofia muscular, esclerosis múltiple, espina bífida, artritis, Parkinson). La pérdida parcial o total del movimiento afecta la facilidad de navegar en la web (WebAIM, 2013b).
- **Cognitiva.** Se clasifica de dos formas: clínica o funcional (WebAIM, 2013c).
  - Cognitiva Clínica. Incluye autismo, síndrome de Down, lesión cerebral traumática y demencia. Menos severas incluyen el trastorno por déficit de atención, la dislexia (dificultad para leer), discalculia (dificultad con las matemáticas), y las dificultades de aprendizaje en general.
  - Cognitiva Funcional. Incluye déficit o dificultades con: a) la memoria; b) la resolución de problemas; c) la atención; d) lectura, lingüística y la comprensión verbal; e) la comprensión de las matemáticas y f) comprensión Visual.

### **2.2.2.3. Diversidad Funcional en la Educación Superior en Colombia**

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia, en su actuar del censo de 2005 existe una prevalencia de personas en situación de

discapacidad del 6.5 sobre el total de la población (DANE-Colombia, 2005). Por otro lado, el DANE en su actuar de marzo de 2010 de acuerdo a la investigación sobre el Registro para la Localización y Caracterización de las Personas con Discapacidad (RLCPD) ha proporcionado información estadística sobre las personas en situación de discapacidad con respecto a: Nivel educativo alcanzado según principal alteración en estructuras o funciones corporales afectadas, Nivel educativo según dificultades para el desarrollo de actividades cotidianas, entre otros. El número de personas en situación de discapacitada está alrededor de 857.132 de los cuales 23.019 personas alcanzan un nivel educativo en educación superior y solamente 10.957 han terminado sus estudios y el resto no.

*a. Nivel educativo alcanzado según principal alteración en estructuras o funciones corporales afectadas*

En este ítem se establece que el 15.68% de las personas con diversidad funcional registradas tiene su principal alteración en los ojos, el 3.25% en los oídos, el 1.13% en la voz y el habla, el 31.64% en el movimiento del cuerpo, manos, brazos, piernas y el 48.31% en otras alteraciones (DANE-Colombia, 2010a) (Ver tabla 1).

Principal estructura o función corporal afectada	Nivel educativo					
	Técnico o tecnológico incompleto (%)	Técnico o tecnológico completo (%)	Universitario sin título (%)	Universitario con título (%)	Postgrado incompleto (%)	Postgrado completo (%)
• Los ojos	16,56	14,16	17,55	15,17	12,85	15,63
• Los oídos	3,97	3,30	3,10	2,83	2,74	3,31
• La voz y el habla	1,27	1,14	1,31	0,56	1,52	0,55
• El movimiento del cuerpo, manos, brazos, piernas	34,49	32,52	30,20	30,45	29,39	31,25
• Otras	43,70	48,88	47,85	50,99	53,50	49,26
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Tabla 1. Nivel educativo alcanzado según principal alteración en estructuras o funciones corporales afectadas*

*b. Nivel educativo según dificultades para el desarrollo de actividades cotidianas*

Para este ítem una persona puede estar contestando afirmativamente una o más opciones, se establece que el 9.83% de las personas con diversidad funcional registradas tiene dificultades en pensar y memorizar, el 13.66% en percibir la luz, distinguir objetos o personas a pesar de usar lentes o gafas, el 3.47% en oír aún con aparatos especiales, el 2.98% en hablar y comunicarse, el 21.07% en caminar, correr y saltar, el 48.94% en otras dificultades y el 0.05% en ninguna (DANE-Colombia, 2010b) (Ver tabla 2).

Dificultades para el desarrollo de actividades cotidianas	Nivel educativo		
	Técnico o tecnológico (%)	Universitario (%)	Postgrado (%)
• Pensar, memorizar	9,97	9,90	8,71
• Percibir la luz, distinguir objetos o personas a pesar de usar lentes o gafas	13,33	14,13	13,06
• Oír, aún con aparatos especiales	3,54	3,39	3,54
• Hablar y comunicarse	2,88	3,03	3,24
• Caminar, correr, saltar	21,50	20,56	21,32
• Otras	48,74	48,94	50,00
• Ninguna	0,05	0,04	0,13
Total (%)	100,00	100,00	100,00

*Tabla 2. Nivel educativo según dificultades para el desarrollo de actividades cotidianas*

Según (Comisión Europea, 2006) La tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, contribuyen a mejorar la calidad de vida y a la participación social de las personas con o sin limitaciones y de edad avanzada, facilitando el acceso a la información, a los medios de comunicación, a los contenidos y servicios, a realizar de manera flexible oportunidades de trabajo, y luchar contra la discriminación.

**2.2.2.4. Habilidades funcionales**

Para (Jacko & Vitense, n.d.) las habilidades funcionales que se consideran necesarias para acceder completamente a las tecnologías de la información dependiendo de la diversidad funcional son las siguientes:



- Las habilidades visuales tales como visualización, visión cercana, visión lejana, percepción de profundidad, la discriminación visual del color, visión nocturna, visión periférica y sensibilidad al deslumbramiento.
- Las habilidades auditivas tales como audiencia general, atención auditiva, localización del sonido y orientación espacial.
- Las habilidades motoras tales como precisión de control, coordinación de múltiples miembros, orientación de respuesta, control de velocidad, tiempo de reacción, estabilidad del brazo, destreza manual, destreza del dedo, velocidad del dedo de la muñeca, velocidad del movimiento de la extremidad, atención selectiva y tiempo compartido.
- Las habilidades cognitivas tales como comprensión oral, comprensión escrita, expresión oral, expresión escrita, fluidez de las ideas, originalidad, memorización, sensibilidad del problema, razonamiento matemático, facilidad numérica, razonamiento deductivo, razonamiento inductivo y ordenación de información.

### **2.2.3. Las TIC**

Los mecanismos de comunicación son un elemento esencial e imprescindible en los procesos de enseñanza aprendizaje, es por esto que la evolución de los procesos de comunicación tiene una relación directa con las formas de enseñar y aprender.

Hace cientos de miles de años, surgió el lenguaje oral que permitió codificar el pensamiento (Harnad, 1991), en donde el aprendizaje eran propio de la actividad de la vida diaria (Adell, 1997); la codificación del habla no apareció de la noche a la mañana sino que duro miles de años los primeros indicios aparecen plasmados en las pinturas rupestres del periodo paleolítico (entre 30.000 y 10.000 años A.C.), pero la escritura ocurre aproximadamente 3500 años AC (United States. Congress. Office of Technology Assessment, 1995) esto permitió separar las actividades de enseñanza-aprendizaje con las de la vida diaria (Adell, 1997).

Entre 1435 y 1444 apareció la imprenta moderna gracias a Johann Gutenberg y fue el primer medio moderno que se difundió rápidamente por toda Europa (Williams, 1992), lo que permitió producir y distribuir manuscritos de manera concurrente, y por ende, difundir ideas, información y conocimiento.

Una codificación más abstracta nace con las telecomunicaciones. Claude Chappe en 1792, crea la primera red de telecomunicaciones con la aparición del telégrafo óptico. En 1829, Joseph Henry construye el primer telégrafo eléctrico. Sin embargo el que dio el gran cambio fue Samuel Morse cuando en 1844 envió el primer mensaje telegráfico entre Washinton y Baltimore.

En 1876, Alexander Graham Bell registra la patente de su teléfono, mientras que el telégrafo se encontraba en furor (Estepa Alonso, 2004).

En 1895, Guillermo Marconi realiza la primera transmisión telegráfica inalámbrica utilizando ondas de radio y en 1901 establece el primer enlace inalámbrico a través del Océano Atlántico (Joskowicz, 2015).

En 1923, en manos de Vladimir Kosma Zworykin nació la televisión (García Aretio, 1999). En los años 40 aparece el computador y en 1969 se crea ARPANET, la primera red de computadores (Joskowicz, 2015).

Todas las invenciones y descubrimientos anteriormente mencionados darían un cambio esencial a la educación.

Por otro lado en la actualidad, las TIC han permitido superar obstáculos físicos y geográficos en diferentes contextos y particularmente en la educación a distancia. Sin embargo se han generado nuevos retos que intentan dar respuesta a las necesidades planteadas por la diversidad de usuarios (Saenz Espitia, 2008).



1999). En 1956, Chicago TV College emite programas educativos por televisión (García Aretio, 1999) educativa (Bates, 1999).

En 1969, se crea la British Open University, quien es la primera institución de educación superior a distancia, y desde su creación se han establecido universidades autónomas de educación a distancia similares en diferentes países (Bates, 1999). En España, en 1972 se fundó la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) (García Aretio, 1999). En el caso de Colombia también apunto a la educación a distancia, en 1981 se creó la Unidad Universitaria del Sur de Bogotá (UNISUR) y muchos años después se transformó en Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) (UNAD, n.d.).

En los años ochenta, muchas universidades de Colombia que no eran exclusivamente para la educación a distancia empezaron a ofrecer programas de educación a distancia.

De la educación audiovisual se evolucionó a la Capacitación Basada en el Computador (CBT). Desarrollado en un momento en que estaban en red sólo unos pocos equipos, éstos eran típicamente offline soluciones distribuidas en disquetes y más tarde en CD-ROM. (Rollett, 2003)

### **2.2.3.2. La Web en la educación a distancia**

Con la llegada de la era digital, las TIC se usan cada vez más para informarse (Internet), estudiar (e-learning), relacionarse (redes sociales) y trabajar (teletrabajo), a este fenómeno se le denominó la sociedad de la información (Saenz Espitia, 2008).

Esta sociedad se caracteriza por: exuberancia (exceso de información), omnipresencia (difusión de la información), irradiación (eliminación de las barreras espacio y tiempo), velocidad (comunicación instantánea), multilateralidad/centralidad (información de todas partes), interactividad/unilateralidad (producción y consumo de información), desigualdad (barreras de accesibilidad), heterogeneidad (información e ideas diversas), desorientación (confusión o aturdimiento por la gran cantidad de información) y

ciudadanía pasiva (el consumo de información prevalece sobre la creatividad y capacidad de reflexión y análisis) (Balderas, 2009; Trejo Delarbre, 2001).

En 1989, Tim Berner Lee propone la creación de un espacio global de hipertexto, en 1990 se crea la “World Wide Web” y al año siguiente se realiza el lanzamiento oficial de la WWW que venía acompañado de los estándares HTML, HTTP, URI, navegador y Servidor Web (Berners-Lee, 1998).

La web 1.0 se caracteriza principalmente por ser estática, por ende, de solo lectura (revisión), creación limitada, regulada, una web de publicidad, personal, de productos y de difícil aprendizaje (Badillo Abril, 2011).

El desarrollo de la e-learning avanza a medida que Internet evoluciona. La Capacitación Basada en Web (WBT) cambió el suministro de contenido de los cursos a los servidores y aparecieron los primeros sistemas que permitió a los estudiantes comunicarse con los formadores y con otros estudiantes. Sin embargo, la WBT era sólo CBT entregada a través de la web (Rollett, 2003).

A mediados de los 90 nace el concepto e-learning, las instituciones educativas utilizaban herramientas de software para ofrecer cursos en la web. El sistema de software utilizado en su primer momento fueron los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (o LMS, Learning Management System, en inglés) y permiten dar soporte con la organización de la educación y ofrecía ayuda a la administración de acciones de formación (Caniëls, Smeets-Verstraeten, & Den Bosch van, 2007; Santo Sabato & Vernaleone, 2014).

La e-learning gana popularidad en la década de 2000 se refiere a cualquier instrucción asistida electrónicamente, pero más a menudo se asocia con la capacitación ofrecida a través del computador e Internet (Yang, 2013). De igual forma, para (Cabero, 2006) el e-learning (o aprendizaje en red o teleformación o aprendizaje virtual o aprendizaje digital como también suele llamarse) utiliza la red abierta (Internet) o cerrada (intranet) para la distribución de información.

Las plataformas LMS se transformaron en Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (o LCMS, Learning Content Management System, en inglés) que a diferencia de la anterior, tiene herramientas de creación de materiales educativos en cuanto a creación y administración de contenidos (Caniëls et al., 2007; Santo Sabato & Vernaleone, 2014).

La Web 2.0 comenzó alrededor de 2004 (O'Reilly, 2005), es decir los primeros sitios emergieron a finales de 2003 y principios de 2004. Esta generación de la Web se caracteriza por ser dinámica; es de escritura (creación), interactiva, colaborativa, autónoma, web de cooperación, social, de servicios y de fácil aprendizaje (Badillo Abril, 2011).

### ***2.2.3.3. La accesibilidad digital en la educación virtual***

Las TIC permite la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de información, en formato de texto, voz, imágenes, y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética (Huatuco & Velásquez, 2009).

Las personas siempre han tenido la necesidad de comunicarse con los demás. Por ello, han inventado diferentes tecnologías a lo largo de la historia para codificar, transmitir, comunicar y procesar la información. Dichas tecnologías transforma su entorno, a él mismo y a la sociedad, lo que conlleva a innovaciones tecnológicas.

La educación no está distante a estas innovaciones tecnológicas ya que ofrece nuevas alternativas para los procesos de enseñanza y aprendizaje. El no utilizar estas tecnologías de comunicación implica verse alejado del acceso a la información o conocimiento.

Con el auge de las nuevas tecnologías innovadoras de la información y las comunicaciones la sociedad de la información ha comenzado su transición a la era del conocimiento, en la cual se presentan dos desafíos: el acceso a la información para todos y el futuro de la libre expresión, ya que la sociedad del conocimiento tiene la "capacidad para identificar,

producir, tratar, transformar, difundir y utilizar la información con vistas a crear y aplicar los conocimientos necesarios para el desarrollo humano. Estas sociedades se basan en una visión de la sociedad que propicia la autonomía y engloba las nociones de pluralidad, integración, solidaridad y participación” (UNESCO, 2005).

Mientras que e-learning se puede considerar como un concepto general para definir un sistema educativo online, la metáfora de una educación presencial se representa en los entornos virtuales de aprendizaje –EVA– (o VLE, Virtual Learning Environments, en inglés).

Para (Catherall, 2005) los EVA ofrecen una variedad de herramientas de interacción, intercambio de información, comunicación y distribución de contenidos, todas disponibles en una interfaz de usuario. De igual forma, para (Rollett, 2003) los EVA consta de componentes para autoría (creación de nuevos contenidos y reutilización de módulos existente), administración (gestionar contenidos, estudiantes y formadores), dictar el curso (interfaces de usuario usables y accesibles), comunicación (tecnologías de comunicación para la colaboración como el correo electrónico, los foros de discusión, mensajería instantánea, salas de chat, videoconferencia, entre otros), pruebas (autoevaluar, coevaluación y heteroevaluación del estudiante) y retroalimentación (intervención activa y pasiva en todos los aspectos del proceso)

Las TIC en los EVA facilitan la comunicación entre usuarios vinculados, sin embargo se pueden generar dificultades de acceso a la información sino se contemplan estándares o pautas universales de accesibilidad, ya que hay diversidad de usuarios y se caracterizan por su funcionamiento, habilidades y formas de acceder y usar los bienes, servicios, entornos y TIC (Martínez Usero, 2008).

La utilización de las TIC deben crear oportunidades de igualdad para todas las personas e instituciones a través de unos servicios incluyentes que sean accesibles al público sin discriminación, es decir, la e-inclusión para garantizar que las personas desfavorecidas no queden marginadas e impedir que se produzcan otras formas de exclusión por la falta de la alfabetización digital o del acceso a Internet, y e-accessibility para garantizar que las

personas con diversidad funcional y mayores de edad puedan acceder a las TIC en igualdad de condiciones que los demás (Comisión Europea, 2010). Por lo tanto, los contenidos digitales de los EVA y del sistema deben contemplar la e-inclusion y la e-accessibility.

Para las Naciones Unidas (ONU, 2006), la accesibilidad debe garantizar que las personas con diversidad funcional vivan independientemente y facilitar la participación plena en todos los aspectos de la vida para asegurar el acceso al entorno físico, al transporte, a la información, a las comunicaciones y a las TIC, y a otros servicios (servicios de información, comunicaciones, electrónicos y de emergencia) e infraestructuras de uso público en la zona urbana/rural.

#### **2.2.3.4. La accesibilidad en entornos virtuales de aprendizaje**

A pesar de existir estándares sobre accesibilidad para TIC, software, aplicaciones web, contenidos web, e-learning entre otros, se sigue detectando que contenidos, aplicaciones o más general plataformas web no cumple con los estándares de accesibilidad digital provocando la exclusión de personas con diversidad funcional.

A continuación se especifican algunos artículos centrado en la accesibilidad e-Learning:

- En el análisis realizado por (Martínez Usero, 2006) denominado “Análisis de la Accesibilidad de los Contenidos en la Plataforma de e-learning de la UCM: Propuestas de Mejora” evalúa la accesibilidad de los contenidos educativos del campus virtual de la Universidad de Complutense Madrid, mediante seis aspectos: la utilización de HTML y CSS válidos, la navegación accesible (encabezados, enlaces y listas), la descripción de las imágenes, la codificación de los formularios, la estructura de las tablas de datos y la utilización de formatos propietarios. En el análisis de accesibilidad se tuvo en cuenta: la página de inicio y la de bienvenida al Campus Virtual, y las diferentes páginas de una asignatura virtual. El análisis concluyó que el campus virtual presenta errores de validación de HTML, incluye elementos desaconsejables y de marcado



incorrectos, ausencia de encabezados, los enlaces no avisan del destino ni el formato de la información en algunos casos, hay imágenes decorativas con texto alternativo que están seguidas de enlaces con el mismo texto, algunos formularios del campus virtual no están codificados en aspectos básicos de accesibilidad, se encuentra información presentada en formato de tabla pero no está marcada como tabla. Y sugiere que las herramientas de autor del Campus Virtual ofrezcan generar contenidos accesibles.

- En el artículo realizado por (Bühler & Fisseler, 2007) denominada “E-Learning y Tecnología Educativa Accesibles - Ampliación de las oportunidades de aprendizaje para las Personas con Discapacidad” describe las posibles barreras en el aprendizaje electrónico y la tecnología educativa para las personas con diversidad funcional, y sugiere diferentes soluciones teniendo en cuenta principios de diseño y directrices destinadas a documentos web, para aplicarlas en la creación de contenido e-learning accesibles.
- En la investigación realizada por (Fichten, Asuncion, Barile, Ferraro, & Wolforth, 2009) denominada “Accesibilidad de e-Learning e informática y Tecnologías de la Información para Estudiantes con Impedimentos Visuales en la Educación Postsecundaria” evalúa la accesibilidad digital en dos estudios para estudiantes de colegios y universidades canadienses con diversidad funcional visual. Uno de los estudios se refiere a la accesibilidad de los materiales e-learning utilizados por los docentes según el criterio de los estudiantes. La investigación concluyó que la accesibilidad de los materiales e-learning eran inaccesibles para las personas con diversidad funcional visual. Específicamente, la tecnología de videoconferencia, pruebas y cuestionarios en línea, tutoriales de CD-ROM, y contenidos en línea usando Flash eran de difícil acceso.
- En el estudio realizada por (Buzzi, Buzzi, & Leporini, 2009) denominada “Acceso a los sistemas de e-learning a través de lector de pantalla: un ejemplo” evalúa la accesibilidad de Moodle para los usuarios ciegos en dos cursos de demostración. El

estudio concluyó que Moodle permite en gran parte la accesibilidad a través del lector de pantalla, pero que se debería mejorar la accesibilidad y los graves problemas de usabilidad. Se recomienda la aplicación WAI-ARIA para mejorar la usabilidad a través de lector de pantalla.

- En la investigación realizada por (Power, Petrie, Sakharov, & Swallow, 2010) denominada “Ambientes Virtuales de Aprendizaje: Otra barrera para semipresencial y e-learning” evalúa los problemas de accesibilidad de tres Entornos Virtuales de Aprendizaje. Los EVA estudiados son: Moodle v1.9, LRN e-Learning Platform v2 y Blackboard v8. Se aplicó auditoria de accesibilidad a cada una de las plataformas y se concluyó que hay algunos problemas de accesibilidad relacionados con el uso de EVA y que ninguno cumple con la WCAG 1.0.
- En la investigación realizada por (Babu, Singh, & Ganesh, 2010) denominada “Comprender los problemas de accesibilidad web y usabilidad de los usuarios ciegos” evalúa las dificultades de accesibilidad y usabilidad que enfrenta los usuarios ciegos cuando realizan una evaluación en línea a través del EVA Blackboard. La investigación concluyó que el entorno de evaluación en línea infringió varios criterios de accesibilidad y usabilidad, por ende los usuarios tuvieron problemas para terminar la evaluación en línea.
- En la investigación realizada por (Lancheros & Carrillo Ramos, 2012) denominada “Modelo adaptativo para la caracterización de dificultades/discapacidades en un ambiente virtual educativo” propone un sistema adaptativo para los EVA orientado a personas con dificultades y/o diversidad funcional, el sistema permite al estudiante consultar contenidos educativos, interactuar con actividades y realizar procesos de evaluación, teniendo en cuenta sus características particulares y sus posibles dificultades en su proceso de aprendizaje. La validación del modelo se realizó en un EVA para enseñar conceptos básicos de electrónica y como el sistema se adaptó al despliegue de la información de acuerdo a la diversidad funcional de tipo sensorial y cognitivo.

- En la investigación realizada por (Fernández Moreno & Nairouz, 2013) denominada “Uso de tecnologías de información y comunicación por personas con discapacidad en bibliotecas mayores de Bogotá” evalúa la accesibilidad a las bibliotecas y el uso y apropiación de las TIC por parte de personas con diversidad funcional en las Bibliotecas Mayores de la Red de Bibliotecas Públicas de Bogotá, basada en la Guía de Accesibilidad de la UNESCO. Se concluyó que el mayor porcentaje de personas con diversidad funcional que hacen uso de las bibliotecas presentan diversidad funcional visual, la utilización de las TIC está centrada en actividades relacionadas con el Internet, hay limitación de recurso tecnológico en algunas bibliotecas y falta software especializado que respondan a las necesidades y procesos de inclusión.
- En la investigación realizada por (Iglesias, Moreno, Martínez, & Calvo, 2014) denominada “Evaluación de la accesibilidad de tres sistemas de gestión de contenidos de e-learning de código abierto: un estudio comparativo” evalúa la accesibilidad de tres LCMS de código abierto basado en la web en torno a cuatro parámetros (plantillas y tema, editor de contenidos, JavaScript y diseño de tablas) con respecto a WCAG 1.0 y ATAG 2.0. Los LCMS estudiados son Moodle, ATutor, y Sakai. Los resultados del estudio indican que los problemas de accesibilidad están presentes en cada uno de los tres sistemas evaluados.

### **3. Modelo de Indicadores de Accesibilidad Digital desde la Diversidad Funcional**

En el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (DRAE), un modelo (del italiano “modelo”) es un arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo; o un ejemplar que se debe seguir e imitar por su perfección; o un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

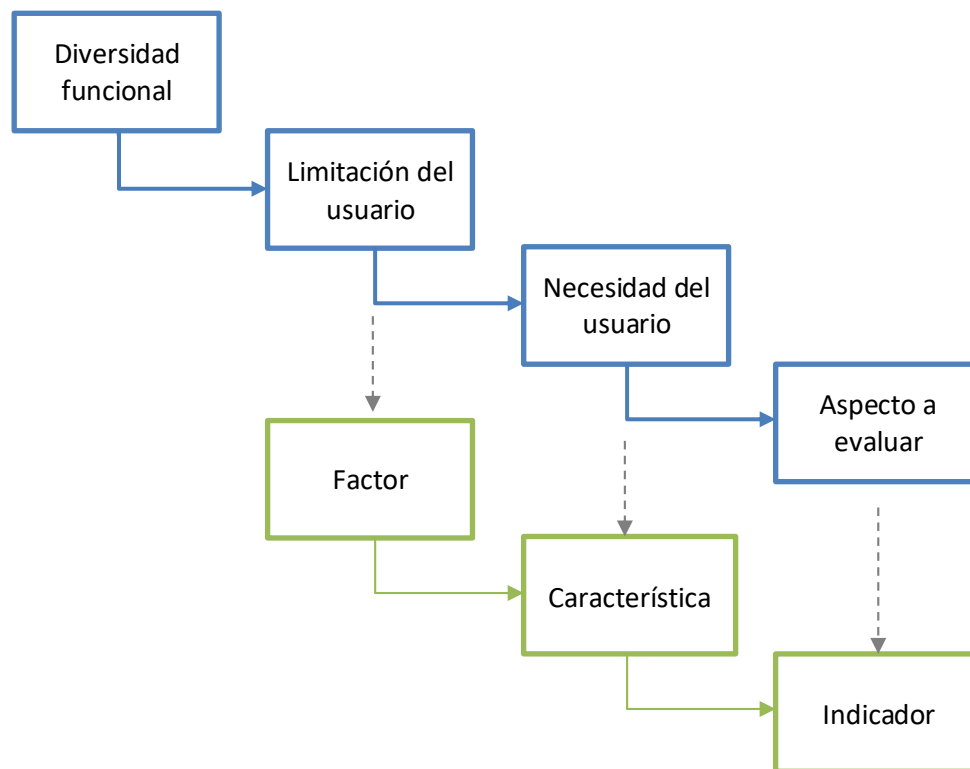
Esta idea no pretende realizar una sugerencia de pasos sucesivos como un método sino proponer un punto de referencia para que pueda ser reproducido por personal que produce los materiales digitales para los entornos virtuales de aprendizaje, o el personal que evalúa los recursos educativos digital en esos entornos, ya que el gran beneficiado son los usuarios a los cuales va a estar dirigido el curso.

Los usuarios con diversidad funcional cognitiva presentan limitaciones en las funciones cognitivas que tiene un gran impacto en mantener la atención, en percibir, en usar, entender y ubicarse en los contenidos digitales; por otro lado, los usuarios con diversidad funcional motora presentan diferentes limitaciones en lo físico que tiene un impacto en usar y entender los contenidos digitales; de igual forma, los usuarios con diversidad funcional auditiva presentan diferentes limitaciones en la audición que tiene un impacto en usar y escuchar los contenidos digitales; y los usuarios con diversidad funcional visual presentan diferentes limitaciones en la visión que tiene un gran impacto en usar, entender y ver los contenidos digitales.

Debido al creciente auge de las TIC en la educación virtual, se hace indispensable que las universidades adopten un modelo de indicadores desde la diversidad funcional que facilite la medición de la accesibilidad digital de los cursos, mediante métricas simplificadas y principalmente que tengan en cuenta los usuarios con diversidad funcional de dichos cursos; más allá de los que piden los estándares, se trata de que el modelo

permita evaluar la accesibilidad dependiendo de la diversidad funcional basado en las buenas prácticas de la accesibilidad web.

La propuesta de modelo de indicadores para la accesibilidad digital de los entornos virtuales de aprendizaje está organizado así (Ver figura 13):



*Figura 13 Jerarquía del modelo*  
Fuente: Diseño propio

Cada diversidad funcional contempla diversas habilidades, las cuales se tiene en cuenta para determinas las necesidades de los usuarios en la web, estas últimas divisan los distintos aspectos a evaluar en cada recurso educativo digital. Lo anterior se transforma en un modelo de indicadores, cada factor es un conjunto de características, las cuales contemplan los distintos indicadores del factor.

### 3.1. Diversidad Funcional

Teniendo en cuenta las diferentes categorías de diversidad funcional planteadas por la WAI-W3C y por la WebIAM, los usuarios pueden estar presentando diversos grados de capacidades o habilidades en lo visual, lo auditivo, lo motor y lo cognitivo.

- **Cognitiva.** Presenta alteración en las habilidades cognitivas; esta situación implica limitaciones en el nivel de desempeño en una o varias funciones cognitivas como percepción, atención, comprensión, memoria, lenguaje, orientación entre otras.
- **Motora.** Presenta alteración del sistema nervioso, muscular u óseo; esta situación implica limitaciones en el desarrollo de actividades que requieren manipular objetos o acceder a diferentes espacios.
- **Auditiva.** Presenta alteración del sistema auditivo; esta situación implica limitaciones en la ejecución de actividades de comunicación que requieren percibir la información sonora. Se subdivide en Baja audición y Sordera.
- **Visual.** Presenta alteración del sistema visual; esta situación implica limitaciones en el desarrollo de actividades que requieren percibir la información visual. Se subdivide en Baja Visión, Visión al color y Ceguera.

### 3.2. Limitaciones vs Factores

A continuación se identificarán de manera general las diferentes limitaciones que presentan los usuarios, las cuales son clasificadas en factores, para ello se ha tenido en cuenta los principios de accesibilidad y las capacidades funcionales.

### 3.2.1. Limitaciones de los Usuarios

Cada usuario es único y puede tener diferentes dificultades en la ejecución de actividades como comunicarse, percibir información, manipular objetos, ubicarse, usar o entender los contenidos digitales.

- **Diversidad Funcional Cognitiva**

Para los usuarios con diversidad funcional cognitiva presentan limitaciones en las funciones cognitivas (Ver tabla 3) que tiene un gran impacto en mantener la atención, en percibir, en usar, entender y ubicarse en los contenidos digitales.

Cognitiva	
Limitaciones	Factores
Sensibilidad a percibir información	Percepción
Sensibilidad a mantener foco de atención	Atención
Sensibilidad a confusiones	Comprensión
Sensibilidad a la facilidad de uso	Operatividad
Sensibilidad a situaciones en el espacio	Orientación

*Tabla 3. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional cognitiva*

Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Motora**

Para los usuarios con diversidad funcional motora presentan diferentes limitaciones en lo físico (Ver tabla 4) que tiene un impacto en usar y entender los contenidos digitales.

Motora	
Limitaciones	Factores
Sensibilidad a confusiones	Comprensión
Sensibilidad a mantener foco de atención	Atención
Sensibilidad a la facilidad de uso	Operatividad
Sensibilidad a situaciones en el espacio	Orientación

*Tabla 4. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional motora*

Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Auditiva**

Para los usuarios con diversidad funcional auditiva presentan diferentes limitaciones en la audición (Ver tablas 5–6) que tiene un impacto en usar y escuchar los contenidos digitales.

<b>Baja audición</b>	
<b>Limitaciones</b>	<b>Factores</b>
Sensibilidad a la facilidad de escuchar	Percepción
Sensibilidad a mantener foco de atención	Atención
Sensibilidad a la facilidad de uso	Operatividad

*Tabla 5. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional auditiva - baja audición*

Fuente: Diseño propio

<b>Sordera</b>	
<b>Limitaciones</b>	<b>Factores</b>
Sin audio	Percepción
Sensibilidad a confusiones	Comprensión
Sensibilidad a la facilidad de uso	Operatividad

*Tabla 6. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional auditiva - sordera*

Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Visual**

Para los usuarios con diversidad funcional visual presentan diferentes limitaciones en la visión (Ver tablas 7–9) que tiene un gran impacto en usar, entender y ver los contenidos digitales.

<b>Baja Visión</b>	
<b>Limitaciones</b>	<b>Factores</b>
Agudeza Visual	Percepción
Campo de Visión	Percepción
Sensibilidad al contraste	Percepción

*Tabla 7. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional visual - baja visión*

Fuente: Diseño propio

<b>Visión al color</b>	
<b>Limitaciones</b>	<b>Factores</b>
Sensibilidad al color	Percepción

*Tabla 8. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional visual - visión al color*

Fuente: Diseño propio

<b>Ceguera</b>	
<b>Limitaciones</b>	<b>Factores</b>
Sin visión	Percepción
Sensibilidad a confusiones	Comprensión
Sensibilidad a la facilidad de uso	Operatividad
Sensibilidad a entender el contenido	Orientación

*Tabla 9. Limitaciones de los usuarios con diversidad funcional visual - ceguera*

Fuente: Diseño propio



### 3.2.2. Factores

Los factores proporcionan una estructura para la valoración de los contenidos digitales, los cuales se basan en las habilidades o capacidades que tienen los usuarios para trabajar con los contenidos digitales.

- **Percepción.** La información de los contenidos digitales debe presentarse a cada uno de los usuarios de modo que ellos puedan percibirlos.
- **Atención.** Cada uno de los usuarios debe ser capaz de dirigir y mantener una atención adecuada para el procesamiento correcto de la información de los contenidos digitales.
- **Comprensión.** La información de los contenidos digitales debe ser fácil de entender y exactamente formulada que beneficie a cada uno de los usuarios.
- **Operatividad.** Los componentes de los contenidos digitales deben ser operables por cada uno de los usuarios.
- **Orientación.** Cada uno de los usuarios de forma rápida y fácil debe ser capaz de buscar, orientarse y moverse dentro de los contenidos digitales.

### 3.3. Necesidades vs Características

Cada limitación requiere un conjunto de necesidades de usuario, las cuales son clasificadas en características, para ello se identifican las necesidades específicas de las habilidades o capacidades a reforzar teniendo en cuenta los contenidos digitales.

#### 3.3.1. Necesidad de los Usuarios

Las necesidades de los usuarios dependen de la diversidad funcional específica, esto implica que las necesidades de un usuario pueden entrar en conflicto con las necesidades de otro usuario.

- **Diversidad Funcional Cognitiva**

Para los usuarios con diversidad funcional cognitiva requiere percibir contenido no textual, texto legible, video y audio, evitar distracciones, pistas textuales, contraste, prevenir y controlar errores, lenguaje, interfaz operable, navegación, buscar información, ubicación y estructura del contenido digital (Ver tabla 10).

Cognitiva	
Limitaciones (Factores)	Necesidades
Sensibilidad a percibir información (Percepción)	Percibir contenido no textual Percibir texto Percibir video Percibir audio
Sensibilidad a mantener foco de atención (Atención)	Evitar distracciones Pistas visuales Contraste
Sensibilidad a confusiones (Comprensión)	Prevenir errores Controlar errores Lenguaje
Sensibilidad a la facilidad de uso (Operatividad)	Interfaz operable
Sensibilidad a situaciones en el espacio (Orientación)	Navegación Búsqueda Ubicación Estructura

*Tabla 10. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional cognitiva*

Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Motora**

Para los usuarios con diversidad funcional motora requiere evitar distracciones, pistas textuales, prevenir y controlar errores, interfaz operable, navegación, buscar información, ubicación y estructura del contenido digital (Ver tabla 11).

<b>Motora</b>	
<b>Limitaciones (Factores)</b>	<b>Necesidades</b>
Sensibilidad a mantener foco de atención (Atención)	Evitar distracciones Pistas visuales
Sensibilidad a confusiones (Comprensión)	Prevenir errores Controlar errores
Sensibilidad a la facilidad de uso (Operatividad)	Interfaz operable
Sensibilidad a situaciones en el espacio (Orientación)	Navegación Búsqueda Ubicación Estructura

*Tabla 11. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional motora*

Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Auditiva**

Para los usuarios con diversidad funcional auditiva requiere percibir audio, evitar distracciones, lenguaje e interfaz operable (Ver tablas 12–13).

<b>Baja audición</b>	
<b>Limitaciones (Factores)</b>	<b>Necesidades</b>
Sensibilidad a la facilidad de escuchar (Percepción)	Percibir audio
Sensibilidad a mantener foco de atención (Atención)	Evitar distracciones Contraste
Sensibilidad a la facilidad de uso (Operatividad)	Interfaz operable

*Tabla 12. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional auditiva - baja audición*

Fuente: Diseño propio

<b>Sordera</b>	
<b>Limitaciones (Factores)</b>	<b>Necesidades</b>
Sin audio (Percepción)	Percibir audio
Sensibilidad a confusiones (Comprensión)	Lenguaje
Sensibilidad a la facilidad de uso (Operatividad)	Interfaz operable

*Tabla 13. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional auditiva - sordera*

Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Visual**

Para los usuarios con diversidad funcional visual requieren percibir contenido no textual, texto legible, video y color, contraste, prevenir y controlar errores, lenguaje, interfaz operable, navegación, buscar información, ubicación y estructura del contenido digital. (Ver tablas 14–16)

<b>Baja Visión</b>	
<b>Limitaciones (Factores)</b>	<b>Necesidades</b>
Agudeza Visual (Percepción)	Percibir texto
Campo de Visión (Percepción)	Percibir texto
Sensibilidad al contraste (Percepción)	Contraste

*Tabla 14. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional visual - baja visión*

Fuente: Diseño propio

<b>Visión al color</b>	
<b>Limitaciones (Factores)</b>	<b>Necesidades</b>
Sensibilidad al color (Percepción)	Contraste Percibir color

*Tabla 15. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional visual - visión al color*

Fuente: Diseño propio

<b>Ceguera</b>	
<b>Limitaciones (Factores)</b>	<b>Necesidades</b>
Sin visión (Percepción)	Percibir contenido no textual Percibir color Percibir video
Sensibilidad a confusiones (Comprensión)	Prevenir errores Controlar errores Lenguaje
Sensibilidad a la facilidad de uso Operatividad)	Interfaz operable
Sensibilidad a entender el contenido (Orientación)	Navegación Búsqueda Ubicación Estructura

*Tabla 16. Necesidades de los usuarios con diversidad funcional visual - ceguera*

Fuente: Diseño propio

### 3.3.2. Características

Las características de un contenido digital accesible responden a las necesidades de los usuarios con diversidad funcional.

En el Factor Percepción se identificaron cinco (5) características (Ver tabla 17) y son:

<b>Factor: Percepción</b>	
<b>Características</b>	
Percibir contenido no textual	Capacidad del contenido digital accesible para percibir contenido no textual como imágenes, fotografías, gráficos, iconos, arte ASCII o información tabulada.
Percibir texto	Capacidad del contenido digital accesible para percibir texto legible mediante tipo de letra, tamaño de la letra, longitud de la línea de texto, interlineado, espacio entre letras, espacio entre palabras y alineación del texto específica.
Percibir video	Capacidad del contenido digital accesible para percibir video mediante descripciones.
Percibir audio	Capacidad del contenido digital accesible para percibir audio mediante subtítulos y transcripciones.
Percibir color	Capacidad del contenido digital accesible para percibir color mediante señales visuales diferentes al color o texto adecuado.

*Tabla 17. Características del factor percepción*

Fuente: Diseño propio

En el Factor Atención se identificaron tres (3) características (Ver tabla 18) y son:

<b>Factor: Atención</b>	
<b>Características</b>	
Evitar distracciones	Capacidad del contenido digital accesible para reproducción de medios o actualizaciones o cambios de contexto de manera automática.
Pistas visuales	Capacidad del contenido digital accesible para resaltar contenidos.
Contraste	Capacidad del contenido digital accesible para proporcionar contraste entre el texto y el fondo o el sonido y el fondo.

*Tabla 18. Características del factor atención*

Fuente: Diseño propio

En el Factor Comprensión se identificaron tres (3) características (Ver tabla 19) y son:

<b>Factor: Comprensión</b>	
<b>Características</b>	
Prevenir errores	Capacidad del contenido digital accesible para proporcionar mensajes preventivos.
Controlar errores	Capacidad del contenido digital accesible para proporcionar mensajes de error y sugerencias de texto.
Lenguaje	Capacidad del contenido digital accesible para comprender contenidos complejos.

*Tabla 19. Características del factor comprensión*

Fuente: Diseño propio

En el Factor Operatividad se identificó una característica (Ver tabla 20) y es:

<b>Factor: Operatividad</b>	
<b>Características</b>	
Interfaz Operable	Capacidad del contenido digital accesible para evitar límites de tiempo innecesarios o acceder a funcionalidades desde teclado.

*Tabla 20. Características del factor operatividad*

Fuente: Diseño propio

En el Factor Orientación se identificaron cuatro (4) características (Ver tabla 21) y son:

<b>Factor: Orientación</b>	
<b>Características</b>	
Navegación	Capacidad del contenido digital accesible para moverse por el contenido digital.
Búsqueda	Capacidad del contenido digital accesible para buscar contenidos.
Ubicación	Capacidad del contenido digital accesible para saber dónde se encuentra.
Estructura	Capacidad del contenido digital accesible para mantener la estructura semántica.

*Tabla 21. Características del factor orientación*

Fuente: Diseño propio

### **3.4. Aspectos a evaluar vs indicadores**

Para hacer percibir el grado de accesibilidad digital se ha procedido a desplegar las características en una serie de aspectos a evaluar los cuales conciben los indicadores.

#### **3.4.1. Aspectos e Indicadores para la Diversidad Funcional Cognitiva**

Para esta diversidad funcional se contempla los siguientes aspectos a evaluar e indicadores (Ver tablas 22–36):

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir video</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Propósito del video	Proporciona texto adecuado asociado a los videos para identificar el propósito de los mismos	A1
Descripción para video (texto o audio)	Proporciona descripciones textuales de la información visual para el vídeo	A1
	Proporciona descripciones auditivas de la información visual para el vídeo	A2

*Tabla 22. Aspectos e indicadores de la característica percibir video para lo cognitivo*

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir contenido no textual</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Percibir imágenes, fotografías, gráficos, iconos, arte ASCII	Proporciona texto adecuado asociado a las ilustraciones para transmitir el mismo significado	A1
	Proporciona texto adecuado asociadas al arte ASCII, a los emoticones o a la escritura leet para explicar las imágenes o gráficos formados	A1
	Proporciona texto adecuado asociado a los botones de imagen para transmitir el mismo significado	A1
Percibir información tabulada	Proporciona títulos descriptivos para la información tabulada	A1
	Proporciona resúmenes descriptivos para la información tabulada	A1
	Proporciona encabezados adecuados para la información tabulada	A1

*Tabla 23. Aspectos e indicadores de la característica percibir contenido no textual para lo cognitivo*

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir texto</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Tipo de letra	Proporciona tipo de letra sin remates para el texto	A1
Tamaño de la letra	Proporciona tamaño de letra entre 12 y 18 pt para el texto	A1
Longitud de la línea de texto	Proporciona longitud máxima de línea de 80 caracteres para los bloques de texto	A3
Interlineado	Proporciona interlineado entre 1.5 o 2 para los párrafos	A3
	Proporciona espacio entre párrafos de al menos 1.5 veces mayor que el interlineado para los bloques de texto	A3
Espacio entre letras (o caracteres)	Proporciona secuencia significativa asociado al ingreso de espacio entre caracteres para controlar el espaciado dentro de las palabras	A1
Espacio entre palabras	Proporciona secuencia significativa asociado al ingreso de espacio entre palabras para controlar el espaciado dentro de las frases	A1
Alineación del texto	Proporciona alineación a la izquierda para los bloques de texto	A3

*Tabla 24. Aspectos e indicadores de la característica percibir texto para lo cognitivo*

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir audio</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Propósito del audio	Proporciona texto adecuado asociado a los audios para identificar el propósito de los mismos	A1
Subtítulos para video	Proporciona subtítulos (abiertos o cerrados) sincronizados de la información auditiva para el video	A1
Transcripción para audio	Proporciona transcripciones de la información auditiva para el audio	A1

*Tabla 25. Aspectos e indicadores de la característica percibir audio para lo cognitivo*

Fuente: Diseño propio



<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Evitar distracciones</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Reproducción de audio	Proporciona controles de reproducción de medios para el audio que duran más de tres segundos	A1
	Proporciona apagado automático de audio dentro de tres segundos para el audio que se reproducen automáticamente	A1
Reproducción de video	Proporciona controles de reproducción de medios para los contenidos en movimiento que duran más de cinco segundos	A1
	Proporciona apagado automático de movimiento dentro de cinco segundos para los contenidos en movimiento que se reproducen automáticamente	A1
Actualización Automática	Proporciona controles de reproducción de medios para los contenidos que se actualizan automáticamente	A1
Desplazamiento horizontal	Proporciona aumento de tamaño de texto hasta 200% de manera que no requiera desplazamiento horizontal	A1
Abrir Ventanas, pestañas, páginas o reorganizar contenido	Proporciona controles de activación de cambios de contexto para evitar desorientaciones mientras navega	A1

*Tabla 26. Aspectos e indicadores de la característica evitar distracciones para lo cognitivo*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Pistas visuales</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Resaltar contenido	Proporciona formatos de texto (diferentes al color y al subrayado) para resaltar contenidos importantes	A1
	Proporciona foco visible para indicar el elemento que tiene el foco del teclado	A2

*Tabla 27. Aspectos e indicadores de la característica pistas visuales para lo cognitivo*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Contraste</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Constaste del contenido general	Proporciona una relación de contraste de color de al menos 4.5:1 entre el texto y el fondo para el contenido general (menor a 18 pt o 14 pt en negrilla)	A2
	Proporciona una relación de contraste de color de al menos 3:1 entre el texto de los enlaces y el texto que lo rodea	A1
Contraste de títulos	Proporciona una relación de contraste de color de al menos 3:1 entre el texto y el fondo para los títulos (18 pt o 14 pt en negrilla, o más grande)	A2

Tabla 28. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo cognitivo

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Lenguaje</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Definiciones de palabras o frases inusuales, términos técnicos, expresiones idiomáticas y abreviaturas	Proporciona un glosario o en primera instancia el significado completo de palabras o frases inusuales, términos técnicos, expresiones idiomáticas y abreviaturas para comprender los textos	A3
Resumen de textos complejos o largos (en forma auditivo o textual)	Proporciona resúmenes textuales relevantes para comprender los textos complejos o largos	A3
	Proporciona resúmenes auditivos relevantes para comprender los textos complejos o largos	A3
Usar ilustraciones, imágenes y símbolos para comprender los textos complejos	Proporciona ilustraciones relevantes para comprender los textos complejos	A3
Usar audio para comprender los textos complejos	Proporciona una versión en audio de los contenidos para comprender los textos complejos o largos	A3
Idioma	Proporciona el idioma principal de las páginas para procesar correctamente los contenidos	A1
	Proporciona el cambio de idioma en las páginas para procesar correctamente palabras o frase extranjeras	A1

Tabla 29. Aspectos e indicadores de la característica lenguaje para lo cognitivo

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Prevenir errores</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Mensajes para prevenir errores y sugerencias	Proporciona textos adecuados para asegurar los elementos requeridos del formulario	A1
	Proporciona textos adecuados para indicar los requisitos de formato de los elementos de formulario que sólo aceptan un formato determinado	A1
	Proporciona textos adecuados para los elementos de formulario	A1
	Proporciona a las funciones críticas mecanismos de confirmación y/o cancelación/reversión para continuar con la acción seleccionada	A2
	Proporciona ayudas relacionadas con el contexto para evitar errores	A3

*Tabla 30. Aspectos e indicadores de la característica prevenir errores para lo cognitivo*

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Controlar errores</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Mensajes para controlar errores y sugerencias	Proporciona mensajes descriptivos de error para identificar los elementos requeridos de formulario que no se completaron	A1
	Proporciona mensajes descriptivos de error para identificar los requisitos de formato de los elementos de formulario que no están en un formato específico	A1
	Proporciona mensajes descriptivos de error para identificar la información suministrada por el usuario en los elementos de formulario que no están en un conjunto de valores requerido	A1
	Proporciona sugerencias de texto similar para la corrección de texto en la entrada de datos de formulario	A2
	Proporciona sugerencias de ortografía correcta para la corrección de texto en la entrada de datos de formulario	A3

*Tabla 31. Aspectos e indicadores de la característica controlar errores para lo cognitivo*

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Operatividad</b>		
<b>Característica: Interfaz Operable</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Evitar límites de tiempo innecesarios	Proporcionar tiempo suficiente para interactuar con contenidos con límite de tiempo	A1

Tabla 32. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo cognitivo

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Navegación</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Moverse	Proporciona enlaces de navegación para moverse a las diferentes secciones de la página	A1
	Proporciona funciones de teclado para moverse a las diferentes secciones de la página	A1
	Proporciona títulos descriptivos para las páginas	A1
	Proporciona títulos descriptivos para los marcos	A1
	Proporciona navegación secuencial a través del contenido en un orden que preserve su significado	A1
	Proporciona texto adecuado asociados a los enlaces para indicar el propósito de los enlaces	A1
	Proporciona textos adecuado asociado a las áreas de los mapas de imágenes para indicar el propósito de los enlaces	A1

Tabla 33. Aspectos e indicadores de la característica navegación para lo cognitivo

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Búsqueda</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Encontrar contenidos	Proporciona tabla de contenido para enumerar las diferentes secciones y/o subsecciones del documento	A2
	Proporciona función de búsqueda para encontrar contenidos	A2
	Proporciona encabezados descriptivos para encontrar o predecir el contenido de las diferentes secciones y/o subsecciones de la página	A2

Tabla 34. Aspectos e indicadores de la característica búsqueda para lo cognitivo

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Ubicación</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Dónde se encuentra	Proporciona títulos informativos para indicar la ubicación actual dentro del sitio	A3
	Proporciona rutas de navegación (Migas de pan) o señales en la barra de navegación para indicar la ubicación actual dentro del sitio	A3

Tabla 35. Aspectos e indicadores de la característica ubicación para lo cognitivo

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Estructura</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Estructura semántica	Proporciona estructura semántica asociado a las diferentes secciones del contenido para organizar grupos bien definidos	A1
	Proporciona estructura semántica asociado a los títulos para organizar el contenido en grupos bien definidos	A1
	Proporciona estructura semántica asociado a las listas (ordenadas, desordenadas o de definiciones) para organizar el contenido en grupos bien definidos	A1
	Proporciona textos adecuado asociado a la agrupación de elementos de formulario relacionados lógicamente	A1
	Proporciona estructura semánticas asociadas a las listas desplegables de formulario para mantener los grupos de opciones relacionadas	A1
	Proporciona textos adecuados asociados a los elementos de formulario relacionados	A1
	Proporciona navegación constante (mismo orden relativo o misma funcionalidad) para el sitio	A2

Tabla 36. Aspectos e indicadores de la característica estructura para lo cognitivo

Fuente: Diseño propio

### 3.4.2. Aspectos e Indicadores para la Diversidad Funcional Motora

Para esta diversidad funcional se contemplan los siguientes aspectos a evaluar e indicadores (Ver tablas 37–45):

<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Evitar distracciones</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Actualización Automática	Proporciona controles de reproducción de medios para los contenidos que se actualizan automáticamente	A1

Tabla 37. Aspectos e indicadores de la característica evitar distracciones para lo motor

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Pistas visuales</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Resaltar contenido	Proporciona foco visible para indicar el elemento que tiene el foco del teclado	A2

*Tabla 38. Aspectos e indicadores de la característica pistas visuales para lo motor*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Prevenir errores</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Mensajes para prevenir errores y sugerencias	Proporciona a las funciones críticas mecanismos de confirmación y/o cancelación/reversión para continuar con la acción seleccionada	A2
	Proporciona ayudas relacionadas con el contexto para evitar errores	A3

*Tabla 39. Aspectos e indicadores de la característica prevenir errores para lo motor*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Controlar errores</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Mensajes para controlar errores y sugerencias	Proporciona sugerencias de texto similar para la corrección de texto en la entrada de datos de formulario	A2
	Proporciona sugerencias de ortografía correcta para la corrección de texto en la entrada de datos de formulario	A3

*Tabla 40. Aspectos e indicadores de la característica controlar errores para lo motor*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Operatividad</b>		
<b>Característica: Interfaz Operable</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Evitar límites de tiempo innecesarios	Proporcionar tiempo suficiente para interactuar con contenidos con límite de tiempo	A1
Funcionalidades disponibles desde teclado	Proporciona controlador de eventos por teclado para las funcionalidades del contenido	A1
	Proporciona funciones de teclado para interactuar con los controles de reproducción de medios	A1
	Proporciona funciones de teclado para mover el foco fuera de los plug-ins	A1

*Tabla 41. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo motor*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Estructura</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Estructura semántica	Proporciona estructura semántica asociado a las diferentes secciones del contenido para organizar grupos bien definidos	A1

Tabla 42. Aspectos e indicadores de la característica estructura para lo motor

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Navegación</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Moverse	Proporciona enlaces de navegación para moverse a las diferentes secciones de la página	A1
	Proporciona funciones de teclado para moverse a las diferentes secciones de la página	A1
	Proporciona títulos descriptivos para las páginas	A1
	Proporciona títulos descriptivos para los marcos	A1
	Proporciona navegación secuencial a través del contenido en un orden que preserve su significado	A1

Tabla 43. Aspectos e indicadores de la característica navegación para lo motor

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Búsqueda</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Encontrar contenidos	Proporciona tabla de contenido para enumerar las diferentes secciones y/o subsecciones del documento	A2
	Proporciona función de búsqueda para encontrar contenidos	A2
	Proporciona encabezados descriptivos para encontrar o predecir el contenido de las diferentes secciones y/o subsecciones de la página	A2

Tabla 44. Aspectos e indicadores de la característica búsqueda para lo motor

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Ubicación</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Dónde se encuentra	Proporciona títulos informativos para indicar la ubicación actual dentro del sitio	A3

Tabla 45. Aspectos e indicadores de la característica ubicación para lo motor

Fuente: Diseño propio

### 3.4.3. Aspectos e Indicadores para la Diversidad Funcional Auditiva

Para identificar los aspectos a evaluar e indicadores se ha tenido en cuenta la subdivisión que se presenta en esta diversidad funcional como es baja audición y sordera.

- **Diversidad Funcional Auditiva - Baja audición**

Para esta diversidad funcional se contemplan los siguientes aspectos a evaluar e indicadores (Ver tablas 46–49):

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir audio</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Propósito del audio	Proporciona texto adecuado asociado a los audios para identificar el propósito de los mismos	A1
Subtítulos para video	Proporciona subtítulos (abiertos o cerrados) sincronizados de la información auditiva para el video	A1
Transcripción para audio	Proporciona transcripciones de la información auditiva para el audio	A1
Lenguaje de signos	Proporciona lenguaje de señas sincronizado para el video	A3
	Proporciona lenguaje de señas sincronizado para el audio	A3

Tabla 46. Aspectos e indicadores de la característica percibir audio para lo auditivo – baja audición  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Evitar distracciones</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Reproducción de audio	Proporciona controles de reproducción de medios para el audio que duran más de tres segundos	A1
	Proporciona apagado automático de audio dentro de tres segundos para el audio que se reproducen automáticamente	A1

Tabla 47. Aspectos e indicadores de la característica evitar distracciones para lo auditivo – baja audición  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Contraste</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Sonidos de fondo	Proporciona un contraste de audio de al menos 20 dB entre el discurso en primer plano y los sonidos de fondo para audio	A3
	Proporciona un contraste de audio de al menos 20 dB entre el discurso en primer plano y los sonidos de fondo para video	A3

Tabla 48. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo auditivo – baja audición  
Fuente: Diseño propio



<b>Factor: Operatividad</b>		
<b>Característica: Interfaz operable</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Evitar límites de tiempo innecesarios	Proporcionar tiempo suficiente para interactuar con contenidos con límite de tiempo	A1

Tabla 49. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo auditivo – baja audición

Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Auditiva – Sordera**

Para esta diversidad funcional se contemplan los siguientes aspectos a evaluar e indicadores (Ver tablas 50–52):

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir audio</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Propósito del audio	Proporciona texto adecuado asociado a los audios para identificar el propósito de los mismos	A1
Subtítulos para video	Proporciona subtítulos (abiertos o cerrados) sincronizados de la información auditiva para el video	A1
Transcripción para audio	Proporciona transcripciones de la información auditiva para el audio	A1
Lenguaje de signos	Proporciona lenguaje de señas sincronizado para el video	A3
	Proporciona lenguaje de señas sincronizado para el audio	A3

Tabla 50. Aspectos e indicadores de la característica percibir audio para lo auditivo - sordera

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Lenguaje</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Usar ilustraciones, imágenes y símbolos para comprender los textos	Proporciona ilustraciones relevantes para comprender los textos complejos	A3
Usar lenguaje de señas para comprender los textos	Proporciona lenguaje de señas para comprender los textos	A3

Tabla 51. Aspectos e indicadores de la característica lenguaje para lo auditivo - sordera

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Operatividad</b>		
<b>Característica: Interfaz operable</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Evitar límites de tiempo innecesarios	Proporcionar tiempo suficiente para interactuar con contenidos con límite de tiempo	A1

Tabla 52. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo auditivo - sordera

Fuente: Diseño propio

### 3.4.4. Aspectos e Indicadores para la Diversidad Funcional Visual

Para identificar los aspectos a evaluar e indicadores se ha tenido en cuenta la subdivisión que se presenta en esta diversidad funcional como es baja visión, visión al color y ceguera.

- **Diversidad Funcional Visual – Baja Visión**

Para esta diversidad funcional se contemplan los siguientes aspectos a evaluar e indicadores (Ver tablas 53–54):

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir texto</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Tipo de letra	Proporciona tipo de letra sin remates para el texto	A2
Tamaño de la letra	Proporciona tamaño de letra entre 12 y 18 pt para el texto	A2
Interlineado	Proporciona interlineado entre 1.5 o 2 para los párrafos	A3
	Proporciona espacio entre párrafos de al menos 1.5 veces mayor que el interlineado para los bloques de texto	A3
Longitud de la línea de texto	Proporciona longitud máxima de línea de 80 caracteres para los bloques de texto	A3
Espacio entre letras (o caracteres)	Proporciona secuencia significativa asociado al ingreso de espacio entre caracteres para controlar el espaciado dentro de las palabras	A1
Espacio entre palabras	Proporciona secuencia significativa asociado al ingreso de espacio entre palabras para controlar el espaciado dentro de las frases	A1
Alineación del texto	Proporciona alineación a la izquierda para los bloques de texto	A3

*Tabla 53. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo visual – baja visión*

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Contraste</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Contraste del contenido general	Proporciona una relación de contraste de color de al menos 7:1 entre el color de texto y el fondo para el contenido general (menor a 18 pt o 14 pt en negrilla)	A3
Contraste de los títulos	Proporciona una relación de contraste de color de al menos 4.5:1 entre el color de texto y el fondo para los títulos (18 pt o 14 pt en negrilla, o más grande)	A3

*Tabla 54. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo visual – baja visión*

Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Visual – Visión al color**

Para esta diversidad funcional se contemplan los siguientes aspectos a evaluar e indicadores (Ver tablas 55–56):

<b>Factor: Atención</b>		
<b>Característica: Contraste</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Constaste del contenido general	Proporciona una relación de contraste de color de al menos 4.5:1 entre el texto y el fondo para el contenido general (menor a 18 pt o 14 pt en negrilla)	A2
	Proporciona una relación de contraste de color de al menos 3:1 entre el texto de los enlaces y el texto que lo rodea	A1
Constaste de los títulos	Proporciona una relación de contraste de color de al menos 3:1 entre el texto y el fondo para los títulos (18 pt o 14 pt en negrilla, o más grande)	A2

*Tabla 55. Aspectos e indicadores de la característica contraste para lo visual – visión al color*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir color</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
El color no es el único medio de transmitir información visual	Proporciona señales visuales diferentes al color para asegurar los elementos requeridos del formulario	A1
	Proporciona formatos de texto (diferentes al color y al subrayado) para resaltar contenidos importantes	A1
	Proporciona textos adecuados para la información transmitida por color	A1

*Tabla 56. Aspectos e indicadores de la característica percibir color para lo visual – visión al color*  
Fuente: Diseño propio

- **Diversidad Funcional Visual – Ceguera**

Para esta diversidad funcional se contemplan los siguientes aspectos a evaluar e indicadores (Ver tablas 57–67):

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir contenido no textual</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Percibir imágenes, fotografías, gráficos, iconos, arte ASCII	Proporciona texto adecuado asociado a las ilustraciones para transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas <sup>4</sup>	A1
	Proporciona texto adecuado asociadas al arte ASCII, a los emoticones o a la escritura leet para explicar las imágenes o gráficos formados y transmitir el mismo significado a través a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona texto adecuado asociado a los botones de imagen y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1

Tabla 57. Aspectos e indicadores de la característica percibir contenido no textual para lo visual – ceguera  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir color</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
El color no es el único medio de transmitir información visual	Proporciona señales visuales diferentes al color para asegurar los elementos requeridos del formulario y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona formatos de texto (diferentes al color y al subrayado) para resaltar contenidos importantes y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona textos adecuados para la información transferida por color y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1

Tabla 58. Aspectos e indicadores de la característica percibir color para lo visual – ceguera  
Fuente: Diseño propio

<sup>4</sup> Ayudas técnicas significa hardware y/o software (lector de pantalla – texto a voz, texto a braille –, sintetizador de voz entre otros) que proporciona la funcionalidad necesaria para cubrir las necesidades de los usuarios con diversidad funcional.

<b>Factor: Percepción</b>		
<b>Característica: Percibir video</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Propósito del video	Proporciona texto adecuado asociado a los videos para identificar el propósito de los mismos y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
Descripción para video (texto o audio)	Proporciona descripciones textuales de la información visual para el vídeo y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona descripciones auditivas de la información visual para el vídeo	A2

*Tabla 59. Aspectos e indicadores de la característica percibir video para lo visual – ciega*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Prevenir errores</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Mensajes para prevenir errores y sugerencias	Proporciona textos adecuados para asegurar los elementos requeridos del formulario y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona textos adecuados para indicar los requisitos de formato de los elementos de formulario que sólo aceptan un formato determinado y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona textos adecuados para los elementos de formulario y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona a las funciones críticas mecanismos de confirmación y/o cancelación/reversión para continuar con la acción seleccionada y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A2
	Proporciona ayudas relacionadas con el contexto para evitar errores y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A3

*Tabla 60. Aspectos e indicadores de la característica prevenir errores para lo visual – ciega*  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Controlar errores</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Mensajes para controlar errores y sugerencias	Proporciona mensajes descriptivos de error para identificar los elementos requeridos de formulario que no se completaron y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona mensajes descriptivos de error para identificar los requisitos de formato de los elementos de formulario que no están en un formato específico y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona mensajes descriptivos de error para identificar la información suministrada por el usuario en los elementos de formulario que no están en un conjunto de valores requerido y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona sugerencias de texto similar para la corrección de texto en la entrada de datos de formulario y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A2
	Proporciona sugerencias de ortografía correcta para la corrección de texto en la entrada de datos de formulario y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A3

Tabla 61. Aspectos e indicadores de la característica controlar errores para lo visual – ceguera  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Comprensión</b>		
<b>Característica: Lenguaje</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Resumen de textos complejos o largos (en forma auditivo o textual)	Proporciona resúmenes textuales relevantes para comprender los textos complejos o largos y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A3
	Proporciona resúmenes auditivos relevantes para comprender los textos complejos o largos y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A3
Usar audio para comprender los textos complejos	Proporciona una versión en audio de los contenidos para comprender los textos complejos o largos	A3
Idioma	Proporciona el idioma principal de las páginas para procesar correctamente los contenidos	A1
	Proporciona el cambio de idioma en las páginas para procesar correctamente palabras o frase extranjeras	A1

Tabla 62. Aspectos e indicadores de la característica lenguaje para lo visual – ceguera  
Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Operatividad</b>		
<b>Característica: Interfaz operable</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Evitar límites de tiempo innecesarios	Proporcionar tiempo suficiente para interactuar con contenidos con límite de tiempo	A1
Funcionalidades disponibles desde teclado	Proporciona controlador de eventos por teclado para las funcionalidades del contenido	A1
	Proporciona funciones de teclado para interactuar con los controles de reproducción de medios	A1
	Proporciona funciones de teclado para mover el foco fuera de los plug-ins	A1

Tabla 63. Aspectos e indicadores de la característica interfaz operable para lo visual – ceguera

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Navegación</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Moverse	Proporciona enlaces de navegación para moverse a las diferentes secciones de la página y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona títulos descriptivos para las páginas y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona títulos descriptivos para los marcos y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona navegación secuencial a través del contenido en un orden que preserve su significado y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona texto adecuado asociados a los enlaces para indicar el propósito de los enlaces y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona textos adecuado asociado a las áreas de los mapas de imágenes para indicar el propósito de los enlaces y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1

Tabla 64. Aspectos e indicadores de la característica navegación para lo visual – ceguera

Fuente: Diseño propio

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Búsqueda</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Encontrar contenidos	Proporciona tabla de contenido para enumerar las diferentes secciones y/o subsecciones del documento y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A2
	Proporciona función de búsqueda para encontrar contenidos y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A2
	Proporciona encabezados descriptivos para encontrar o predecir el contenido de las diferentes secciones y/o subsecciones de la página y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A2

Tabla 65. Aspectos e indicadores de la característica búsqueda para lo visual – ceguera

<b>Factor: Orientación</b>		
<b>Característica: Estructura</b>		
<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>
Estructura semántica	Proporciona estructura semántica asociado a las diferentes secciones del contenido para organizar grupos bien definidos y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona estructura semántica asociado a los títulos para organizar el contenido en grupos bien definidos y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona estructura semántica asociado a las listas (ordenadas, desordenadas o de definiciones) para organizar el contenido en grupos bien definidos y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona textos adecuado asociado a la agrupación de elementos de formulario relacionados lógicamente y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona estructura semánticas asociadas a las listas desplegadas de formulario para mantener los grupos de opciones relacionadas y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona textos adecuados asociados a los elementos de formulario relacionados y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A1
	Proporciona navegación constante (mismo orden relativo o misma funcionalidad) para el sitio y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A2

Tabla 66. Aspectos e indicadores de la característica estructura lo visual – ceguera

Fuente: Diseño propio

Fuente: Diseño propio



Factor: Orientación		
Característica: Ubicación		
Aspectos a evaluar	Indicadores	Nivel
Dónde se encuentra	Proporciona títulos informativos para indicar la ubicación actual dentro del sitio y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A3
	Proporciona rutas de navegación (Migas de pan) o señales en la barra de navegación para indicar la ubicación actual dentro del sitio y transmitir el mismo significado a través de ayudas técnicas	A3

Tabla 67. Aspectos e indicadores de la característica ubicación para lo visual – ceguera

Fuente: Diseño propio

### 3.5. Resumen de Indicadores de Accesibilidad Digital

A continuación se hace un resumen cuantitativo y comparativo de los indicadores de accesibilidad digital desde la diversidad funcional (Ver figura 14 y tabla 68).

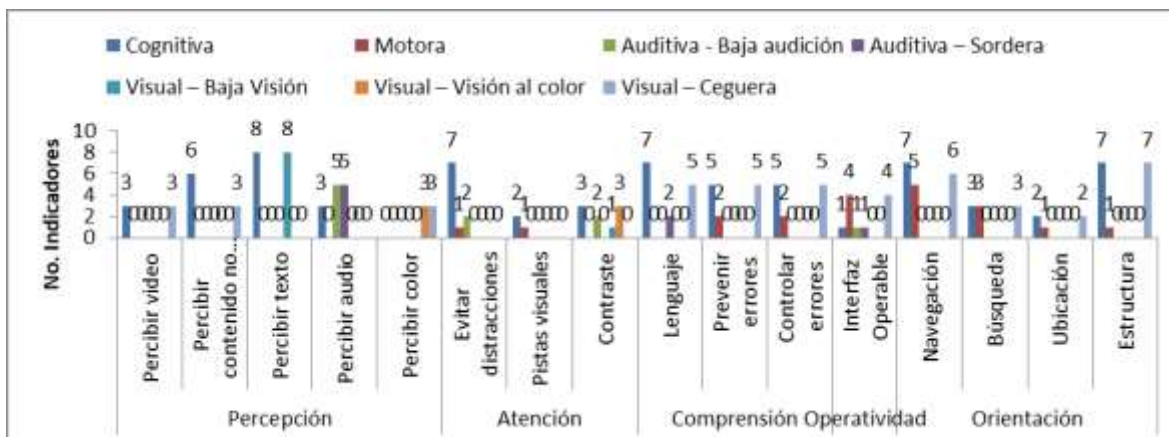


Figura 14. Resumen de Indicadores de Accesibilidad Digital desde la diversidad funcional

Fuente: Diseño propio

	Cognitiva	Motora	Auditiva - Baja audición	Auditiva - Sordera	Visual - Baja Visión	Visual - Visión al color	Visual - Ceguera
<b>F1: Percepción</b>							
C11: Percibir video	3	0	0	0	0	0	3
C12: Percibir contenido no textual	6	0	0	0	0	0	3
C13: Percibir texto	8	0	0	0	8	0	0
C14: Percibir audio	3	0	5	5	0	0	0
C15: Percibir color	0	0	0	0	0	3	3
<b>F2: Atención</b>							
C21: Evitar distracciones	7	1	2	0	0	0	0
C22: Pistas visuales	2	1	0	0	0	0	0
C23: Contraste	3	0	2	0	1	3	0
<b>F3: Comprensión</b>							
C31: Lenguaje	7	0	0	2	0	0	5
C32: Prevenir errores	5	2	0	0	0	0	5
C33: Controlar errores	5	2	0	0	0	0	5
<b>F4: Operatividad</b>							
C41: Interfaz Operable	1	4	1	1	0	0	4
<b>F5: Orientación</b>							
C51: Navegación	7	5	0	0	0	0	6
C52: Búsqueda	3	3	0	0	0	0	3
C53: Ubicación	2	1	0	0	0	0	2
C54: Estructura	7	1	0	0	0	0	7
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>46</b>

Tabla 68. Resumen de Indicadores de Accesibilidad Digital desde la diversidad funcional.

Fuente: Diseño propio

### 3.6. Evaluación

A continuación se describen la métrica cuantitativa y cualitativa que ayuda a percibir el grado de accesibilidad digital.

#### 3.6.1. Plantilla

La plantilla para evaluar la accesibilidad digital del recurso educativo contiene la siguiente información: a que diversidad funcional va dirigido, encabezado (entidad, curso, página) y los factores, características e indicadores propios de la diversidad funcional catalogados en jerarquía, los cuales abarcan limitaciones, necesidades y aspectos a evaluar.

En términos generales la estructura para evaluar la accesibilidad digital en un curso es la siguiente (Ver tablas 69–70):

Diversidad Funcional: ...	
Entidad	
Curso	
Página(s)	

Tabla 69. Encabezado de la plantilla para evaluar la accesibilidad digital

Fuente: Diseño propio

Factor 1. ...						
Característica 1: ...						
Indicadores		Nivel	Aplica	NE	NC	%
Indicador 1 ...						
...						
Indicador n ...						
Característica n: ...						
Indicadores		Nivel	Aplica	NE	NC	%
...						
Factor n ...						
Característica 1: ...						
Indicadores		Nivel	Aplica	NE	NC	%
...						
Característica n: ...						
Indicadores		Nivel	Aplica	NE	NC	%
...						
...						

Tabla 70. Factores, características e indicadores propios de la diversidad funcional para evaluar la accesibilidad digital

Fuente: Diseño propio

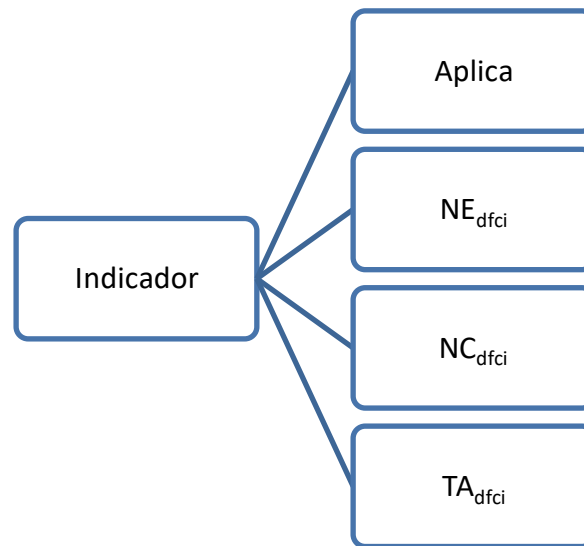
Para la evaluación de cada indicador expuesto anteriormente se define una tasa de accesibilidad (Ver figuras 14–15) que ayuda a conocer que tan aceptable es la accesibilidad en un recurso educativo digital de los entornos virtuales de aprendizaje.

$$TA = \frac{NC}{NE} \times 100$$

*Figura 15. Tasas de accesibilidad por indicador*

Fuente: Diseño propio

Siendo TA la tasa de accesibilidad, NC el número de elementos que cumplen en la página y NE el total de elementos en la página.



*Figura 16. Valorar indicador*

Fuente: Diseño propio

Los campos que acompañan al indicador para conocer la intensidad de la accesibilidad son los siguientes:

- **Aplica:** muestra si el indicador aplica o no a la página.
- **NE<sub>dfci</sub>:** total de elementos pertinentes para cada indicador de accesibilidad *i*, agrupándolos de acuerdo a las características *c*, a los factores *f* y a la diversidad funcional *d* en la página.

- $NC_{dfci}$ : número de elementos pertinentes para cada indicador de accesibilidad  $i$ , agrupándolos de acuerdo a las características  $c$ , a los factores  $f$  y a la diversidad funcional  $d$  en la página.
- $TA_{dfci}$ : indica el porcentaje de accesibilidad para cada indicador de accesibilidad  $i$ , agrupándolos de acuerdo a las características  $c$ , a los factores  $f$  y a la diversidad funcional  $d$  en la página.

De igual forma, para cada diversidad funcional documentada anteriormente se define una accesibilidad  $A_d$  que ayuda a conocer que tan aceptable es la accesibilidad digital en un recurso educativo de los entornos virtuales de aprendizaje.

### 3.6.2. Medición

A continuación se presenta de forma jerárquica una medición que sirve para obtener una observación cualitativa (Ver figura 16).

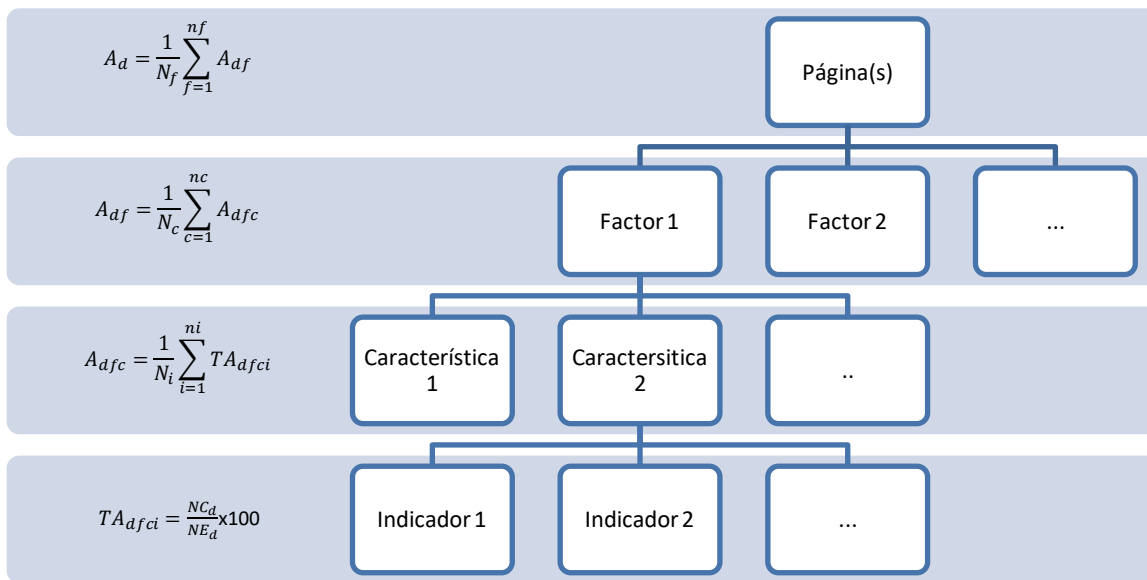


Figura 17. Valorar curso, factores y características  
Fuente: Diseño propio

Los campos que acompañan a la diversidad funcional para conocer la intensidad de la accesibilidad son los siguientes:

- $A_{dfc}$ : calcula el promedio de accesibilidad para cada característica  $c$ , agrupándolos de acuerdo a los factores  $f$  y a la diversidad funcional  $d$  en la página.
- $A_{df}$ : calcula el promedio de accesibilidad para cada factor  $f$ , agrupándolos de acuerdo a la diversidad funcional  $d$  en la página.
- $A_d$ : calcula el promedio de accesibilidad para cada diversidad funcional  $d$  en la página.

El promedio de accesibilidad digital con respecto a la diversidad funcional debe realizarse por niveles. A continuación se define los niveles de accesibilidad digital para el curso (Ver tabla 71).

Nivel de accesibilidad		
Nivel	Concepto	Descripción
A1	Básico	El curso satisface todos los indicadores que aplican del nivel A1
A1 + A2	Alto	El curso satisface todos los indicadores que aplican de los niveles A1 y A2
A1 + A2 + A3	Superior	El curso satisface todos los indicadores que aplican de los niveles A1, A2 y A3

*Tabla 71. Nivel de accesibilidad*

Fuente: Diseño propio

Una vez obtenida la observación cuantitativa del nivel se pasa a la interpretación de los resultados, para ello se plantean unos rangos favorables en cuanto al nivel de accesibilidad del recurso educativo digital, de igual forma, si se desea ser más exigente con el modelo éstos rangos los puede cambiar el evaluador del curso (Ver tabla 72). Los rangos de aceptabilidad son los siguientes:

Rango	Concepto
$0\% \leq A_d < 25\%$	Accesibilidad muy baja
$25\% \leq A_d < 50\%$	Accesibilidad baja
$50\% \leq A_d < 75\%$	Accesibilidad media
$75\% \leq A_d < 100\%$	Accesibilidad muy buena
$A_d=100\%$	Accesibilidad total

Tabla 72. Rango de valores

Fuente: Diseño propio

Finalmente se pasa a la validación del modelo propuesto.

### 3.7. Validación del Modelo de Indicadores de Accesibilidad Digital

La validación del **MODELO DE INDICADORES DE ACCESIBILIDAD DIGITAL PARA ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE EN EDUCACIÓN SUPERIOR** se realizó mediante juicio de expertos. Para ello se definió un instrumento de validación en donde cada uno de los participantes de la validación expresó su opinión, lo cual arrojó como resultado el grado de aceptación del modelo de indicadores de accesibilidad digital que necesita cada uno de los usuarios con diversidad funcional.

#### 3.7.1. Instrumento

Se diseñó una encuesta para evaluar el modelo de indicadores, en la que se contemplan tres aspectos a evaluar los cuales se descomponen en criterios más específicos que miden el valor de aceptación del modelo.

- **Aspectos a evaluar**

Los aspectos a evaluar se dividen en tres grandes categorías, así (Ver tabla 73):

Aspecto	Definición
Perceptible	Se debe percibir del modelo que sea completo, consistente y modular.
Legible	Hacer que el modelo sea fácil de usar, de comprender y de expandir.
Contextual	Ver que el modelo sea portable, maduro y sea posible de emigrarlo a pruebas automáticas.

*Tabla 73. Aspectos a evaluar*

Fuente: Diseño propio

- **Criterios a evaluar**

Cada uno de los aspectos a evaluar se sub-dividen en criterios.

El aspecto perceptible se sub-divide en tres criterios, así (Ver tabla 74):

Perceptible	
Criterio	Definición
Complejidad	Es la capacidad que tiene el modelo de evaluar las características de accesibilidad de un curso web de acuerdo a las necesidades del usuario con diversidad funcional específica.
Consistente	Los factores y características definidos por el modelo son coherentes con las propias necesidades de cada diversidad funcional.
Modularidad	Es la capacidad que tiene el modelo de ser entendido como la unión de varias partes que interactúan entre sí, para alcanzar un objetivo común.

*Tabla 74. Criterios a evaluar del aspecto perceptible*

Fuente: Diseño propio

El aspecto legible se sub-divide en tres criterios, así (Ver tabla 75):

Legible	
Criterio	Definición
Usabilidad	Facilidad de usar el modelo por parte de un diseñador de cursos web, con el fin de evaluar la accesibilidad digital del curso.
Comprensible	El modelo está estructurado en un lenguaje claro y preciso.
Expansible	El modelo puede ser actualizado de versión en cualquier momento.

*Tabla 75. Criterios a evaluar del aspecto legible*

Fuente: Diseño propio



El aspecto contextual se sub-divide en tres criterios, así (Ver tabla 76):

Contextual	
Criterio	Definición
Madurez	Es la capacidad que tiene el modelo para evaluar todos los contenidos digitales con la objetividad suficiente.
Portabilidad	Es la capacidad que tiene el modelo de ser transferido de forma segura a otros tipos de sitios web, diferentes a cursos, para el cual fue definido.
Automatización	Facilidad futura de automatizar la recolección de datos para los indicadores en cada una de las características definidas.

*Tabla 76. Criterios a evaluar del aspecto contextual*

Fuente: Diseño propio

- **Valor de aceptación**

El instrumento de evaluación consta de nueve afirmaciones sobre el contenido y la pertinencia del modelo de indicadores. Cada participante o experto expresa el grado de aceptación del criterio mediante la escala de Likert, así:

- ✓ 5= Completamente de acuerdo
- ✓ 4= De acuerdo
- ✓ 3= Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- ✓ 2= En desacuerdo
- ✓ 1= Completamente en desacuerdo

- **Encuesta**

El presente instrumento permite conocer la posición subjetiva del experto (Ver tabla 77).

<b>Instrumento de validación del modelo de indicadores de accesibilidad digital para entornos virtuales de aprendizaje en Educación Superior</b>					
Ciudad y fecha: _____					
Nombre del experto: _____					
Profesión: _____					
Institución: _____					
Cargo: _____					
Marque con una X, la respuesta que considere más acertada frente a los siguientes criterios de evaluación, teniendo en cuenta: 5= COMPLETAMENTE DE ACUERDO; 4= DE ACUERDO; 3= NI DE ACUERDO, NI EN DESACUERDO; 2= EN DESACUERDO; 1= COMPLETAMENTE EN DESACUERDO.					
<b>1. PERCEPTIBLE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Completitud: El modelo cubre todos los indicadores necesarios y suficientes para evaluar la accesibilidad de cada diversidad funcional					
Consistente: Cada característica e indicador definido evalúa la diversidad funcional para la cual fue definida					
Modularidad: A futuro se le pueden incorporar al modelo nuevos componentes					
<b>2. LEGIBLE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Usabilidad: Es fácil de aplicar en la evaluación de accesibilidad de cursos web					
Comprensible: Es fácil de comprender la estructura del modelo por parte de quien desee evaluar un curso web					
Expansible: El modelo permite a futuro incorporar nuevos indicadores de accesibilidad					
<b>3. CONTEXTUAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Madurez: El modelo permite evaluar de manera objetiva un curso web					
Portabilidad: En un futuro el modelo puede ser aplicado a otros tipos de sitios web diferentes a los cursos					
Futura Automatización: Es posible a futuro desarrolla una aplicación que automatice la recolección de información para el procesamiento de los indicadores aquí propuestos					

Tabla 77. Instrumento de validación

Fuente: Diseño propio

### 3.7.2. Evaluación

Para la evaluación del modelo de indicadores, se eligieron cinco expertos (Ver tabla 78) que dictan clase en dos prestigiosas instituciones educativas de educación superior, la Universidad de Pamplona (Unipamplona) y el Instituto Superior de Educación Rural (ISER). Sus experiencias y cargos permiten mayor objetividad en la validación.

	Nombre	Profesión	Institución	Cargo
1	Wilmer Alexis Triana Barajas	Administración de Sistemas Informáticos	Unipamplona	Coordinador UETIC - Unidad Especial para el uso y apropiación de las TIC en la educación
2	Mauricio Alfredo Zafra Aycardi	Ingeniero de Sistemas Magister en E-Learning	ISER	Decano Facultad de Ingenierías e Informática
3	Avilio Villamizar Estrada	Ingeniero de Sistemas Magister en Gestión de Proyectos Informáticos	Unipamplona	Director CIADTI - Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo de Tecnologías de Información
4	Maritza del Pilar Sánchez Delgado	Ingeniero de Sistemas Magister en Gestión de Proyectos Informáticos	Unipamplona	Docente y miembro de planESTIC - El plan estratégico para la incorporación de las TIC
5	Jorge Antonio Sequeda Serrano	Ingeniero Electrónico Magister en E-Learning	ISER	Docente Titular

Tabla 78. Expertos  
Fuente: Diseño propio

### 3.7.3. Resultados

En términos generales, el grado de consenso dado por los expertos a cada una de las nueve afirmaciones estuvo entre “De acuerdo” y “Completamente de acuerdo”, es decir, los expertos manifiestan su conformidad con el contenido y la pertinencia del “**Modelo de Indicadores de Accesibilidad Digital para Entornos Virtuales de Aprendizaje en Educación Superior**” (Ver tabla 79).

CRITERIOS	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Valor Alcanzado
<b>1. PERCEPTIBLE</b>						<b>4.80</b>
Compleitud: El modelo cubre todos los indicadores necesarios y suficientes para evaluar la accesibilidad de cada diversidad funcional	5	5	5	5	5	5.0
Consistente: Cada característica e indicador definido evalúa la diversidad funcional para la cual fue definida.	5	5	4	5	5	4.8
Modularidad: A futuro se le pueden incorporar al modelo nuevos componentes	4	5	5	5	4	4.6
<b>2. LEGIBLE</b>						<b>4.80</b>
Usabilidad: Es fácil de aplicar en la evaluación de accesibilidad de cursos web	3	5	5	5	5	4.6
Comprensible: Es fácil de comprender la estructura del modelo por parte de quien desee evaluar un curso web.	5	5	5	5	4	4.8
Expansible: El modelo permite a futuro incorporar nuevos indicadores de accesibilidad	5	5	5	5	5	5.0
<b>3. CONTEXTO</b>						<b>4.87</b>
Madurez: El modelo permite evaluar de manera objetiva un curso web	5	5	4	5	5	4.8
Portabilidad: En un futuro el modelo puede ser aplicado a otros tipos de sitios web diferentes a los cursos	4	5	5	5	5	4.8
Futura Automatización: Es posible a futuro desarrolla una aplicación que automatice la recolección de información para el procesamiento de los indicadores aquí propuestos.	5	5	5	5	5	5.0
<b>Valor de Aceptación (Escala de 1 a 5)</b>						<b>4.82</b>

Tabla 79. Resultados del consenso

Fuente: Diseño propio

El grado de aceptación del modelo de indicadores es de 4.82, es decir, estuvo entre “De acuerdo” y “Completamente de acuerdo”.

Las observaciones dadas por los expertos, fueron las siguientes (Ver tabla 80):

Experto	Observación
1	El modelo es completo, los indicadores por cada una de las características permiten evaluar objetivamente el grado de accesibilidad de contenidos digitales para cursos E-Learning. Sin embargo, la cantidad de indicadores, algunos recurrentes entre diferentes tipos de discapacidad, hacen complejo su implementación
2	El modelo de indicadores corresponde claramente a la evaluación de accesibilidad a entornos de aprendizaje virtuales a sujetos con capacidades diversas y funcionales específicas
3	La madurez puede obtenerse en su aplicación en desarrollo de cursos web
4	Ninguna
5	Ninguna

*Tabla 80. Observaciones de los expertos*

Fuente: Diseño propio

Las sugerencias dadas por los expertos, fueron las siguientes (Ver tabla 81):

Experto	Sugerencias
1	Buscar agrupar los indicadores por tipo de recurso, o presentar una guía de a qué tipo de recurso es aplicable. En una posible automatización agrupar los indicadores que son comunes en diferentes tipos de discapacidad
2	Considero importante un proceso de adiestramiento y estandarización de algunos elementos (sonido/color) para el control de errores
3	Puede adicionar otros aspectos para logra mayor consistencia del modelo
4	Ninguna
5	Tener en cuenta para próxima versión los metadatos que conlleve al reusó de los objetos de aprendizaje

*Tabla 81. Sugerencias de los expertos*

Fuente: Diseño propio

Ver anexo 1. Instrumento de validación.

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

El presente trabajo arroja resultados importantes, de acuerdo a ello se citan algunas conclusiones, de igual forma establecer un precedente para futuros trabajos en esta área.

### 4.1. Conclusiones

Del estado del arte:

- Las TIC desde el lenguaje oral, pasando por la escritura, por las telecomunicaciones hasta la web, han permitido derribar barreras física y dar un cambio esencia a la educación, pero genera nuevos obstáculos a la diversidad funcional de las personas.
- Comunidades de expertos vienen trabajando en pautas o guías de accesibilidad digital, en los que se destaca la WAI-W3C, la cual ha sido base para las diferentes organizaciones o tomadas literalmente para su uso, pero el estado actual de accesibilidad digital no da cumplimiento a los niveles de conformidad.
- La revisión bibliográfica sobre accesibilidad digital arroja que los últimos avances se han enfocado al área de gestión de proyectos (PMBOK de PMI) y a la aplicación de agentes inteligentes (Agente de Interfaz) a la web. Dichos enfoques son asistentes para la diversidad funcional visual (lado del cliente); sin embargo, hay que tener en cuenta a las otras diversidades funcionales y también asistentes en la fase de desarrollo y evaluación de la web, sin dejar de lado las pautas o guías de accesibilidad digital.

Del modelo:

- Se pretende medir la accesibilidad de los materiales digitales para los entornos virtuales de aprendizaje, con base en un modelo específico de indicadores los cuales se encuentran en los recursos educativos digital para la web, en donde los usuarios con diversidad funcional cognitiva requieren una presentación clara y limpia de la información a incluir en cada recurso educativo digital; los usuarios con diversidad funcional sensorial requieren de diferentes modalidades de interacción y diferentes estímulos sensoriales en la interfaz de los cursos web; de igual forma, los usuarios con diversidad funcional motora requieren de una navegación e interacción total mediante teclado y voz en cada recurso educativo digital.
- El modelo está organizado en cuatro niveles; primer nivel, “Diversidad Funcional”, abarca los diversos grados de habilidades en lo visual, lo auditivo, lo motor y lo cognitivo; segundo nivel, “Limitaciones del usuario (Factores)”, comprende las diferentes dificultades en la ejecución de actividades tales como comunicarse, percibir información, manipular objetos, ubicarse, usar o entender contenidos digitales; tercer nivel, “Necesidades del usuario (características)”, responde a las

necesidades específicas de las habilidades a reforzar en la interacción con los contenidos digitales; cuarto nivel, “Aspectos a evaluar (indicadores)”, percibir el grado de accesibilidad digital.

De la validación:

- El modelo fue evaluado por cinco expertos, los cuales determinaron el grado de aceptación de los indicadores de accesibilidad digital que necesita cada uno de los usuarios con relación a la diversidad funcional.
- Para ello, se diseñó un instrumento de evaluación, en el que se contempló tres aspectos a evaluar y a su vez se sub-dividen en tres criterios cada uno; perceptible: que sea completo, consistente y modular; legible: que sea fácil de usar, de comprender y de expandir; Y contextual: que sea portable, maduro y automatizado.
- Los resultados de la evaluación indican que el modelo obtuvo una calificación entre “De acuerdo” y “Completamente de acuerdo”, es decir, el modelo se considera perceptible, legible y en contexto.

## **4.2. Recomendaciones**

- Validar el modelo de indicadores a través de su aplicación en desarrollo de cursos web para alcanzar su madurez.
- Automatizar la recolección de datos para los indicadores en cada una de las características definidas para alcanzar la automatización.
- Calibrar el modelo para ser transferido de forma segura a otros tipos de sitios web, diferentes a cursos virtuales, para el cual fue definido y así alcanzar su portabilidad.

## Bibliografía

- Adell, J. (1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *EduTec-E. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 7. Retrieved from <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/570/299>
- Alba Pastor, C. (2005). Educación Superior Sin Barreras: La accesibilidad de las universidades para los estudiantes con discapacidad. *Encuentros sobre Educación*, 6, 43–60. Retrieved from [http://qspace.library.queensu.ca/bitstream/handle/1974/482/art3\\_pastor.pdf?sequence=1](http://qspace.library.queensu.ca/bitstream/handle/1974/482/art3_pastor.pdf?sequence=1)
- Álvarez Tabáres, O. J. (2010). Investigación Hermenéutica. Retrieved October 11, 2017, from <http://virtual.funlam.edu.co/repositorio/sites/default/files/repositorioarchivos/2010/11/Hermeneutica-Presentacion.669.ppt>
- ANSI/HFES. (2008). ANSI/HFES 200 Human Factors Engineering of Software User Interfaces -- Part 2: Accessibility. Retrieved November 22, 2017, from <https://www.hfes.org/Order/PublicationDetailsByProductId?ProductId=76>
- Baazeem, I. S., & Al-Khalifa, H. S. (2015). Advancements in web accessibility evaluation methods. In *Proceedings of the 17th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services - iiWAS '15* (pp. 1–5). New York, New York, USA: ACM Press. <http://doi.org/10.1145/2837185.2843850>
- Babu, R., Singh, R., & Ganesh, J. (2010). Understanding blind Users' Web Accessibility and Usability problems. *Transactions on Human-Computer Interaction*, 2(3), 73–95. Retrieved from <http://libres.uncg.edu/ir/uncg/listing.aspx?id=15268>
- Badillo Abril, R. (2011). Applications and Strategies “Web 2.0” in Medical Education. *Revista Salud Uninorte*, 27(2), 275–288. Retrieved from <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/salud/article/view/957/2412>
- Balderas, R. (2009). ¿Sociedad de la información o sociedad del conocimiento? *El Cotidiano*, (158), 75–80. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32512741011>
- Bates, A. (1999). La tecnología en la enseñanza abierta y la educación a distancia. In *Diplomado en Informática para la Enseñanza de la Medicina* (pp. 25–55). México: Trillas. Retrieved from <http://www.facmed.unam.mx/emc/computo/infoedu/modulos/modulo2/material2a.pdf>
- Berners-Lee, T. (1998). The World Wide Web: A very short personal history. Retrieved November 16, 2017, from <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/ShortHistory.html>



- Biene. (2010). Kriterien: Biene 2010 – Wettbewerb Barrierefreies Webdesign. Retrieved February 14, 2015, from <http://www.biene-award.de/kriterien/>
- Bühler, C., & Fisseler, B. (2007). Accessible E-Learning and Educational Technology - Extending Learning Opportunities for People with Disabilities. *Conference ICL2007, September 26 -28, 2007*, 11 pages. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00257138/>
- Bühler, C., Heck, H., Perlick, O., Nietzio, A., & Ulltveit-Moe, N. (2006). Interpreting Results from Large Scale Automatic Evaluation of Web Accessibility. In K. Miesenberger, J. Klaus, W. L. Zagler, & A. I. Karshmer (Eds.), *Computers Helping People with Special Needs* (Vol. 4061, pp. 184–191). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/11788713>
- Buzzi, M. C., Buzzi, M., & Leporini, B. (2009). Accessing e-Learning Systems via Screen Reader: An Example. In J. A. Jacko (Ed.), *Human-Computer Interaction. Interacting in Various Application Domains* (Vol. 5613, pp. 21–30). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-02583-9>
- Cabero, J. (2006). Pedagogical bases of e-learning. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 3(1). <http://doi.org/10.7238/rusc.v3i1.265>
- Caniëls, M. C. J., Smeets-Verstraeten, A. H. J., & Den Bosch van, H. M. J. (2007). Chapter 20. LMS, LCMS, AND E-LEARNING ENVIRONMENTS Where Did the Didactics. In M. K. McCuddy, H. van den Bosch, W. B. Martz, A. V. Matveev, & K. O. Morse (Eds.), *The Challenges of Educating People to Lead in a Challenging World* (Vol. 10, pp. 401–421). Dordrecht: Springer Netherlands. <http://doi.org/10.1007/978-1-4020-5612-3>
- Catherall, P. (2005). Virtual learning environments. In *Delivering E-Learning for Information Services in Higher Education* (pp. 21–54). Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-1-84334-088-1.50002-1>
- Chen, A. Q., Harper, S., Lunn, D., & Brown, A. (2013). Widget Identification: A High-Level Approach to Accessibility. *World Wide Web*, 16(1), 73–89. <http://doi.org/10.1007/s11280-012-0156-6>
- Comisión Europea. (2006). Conferencia Ministerial “TIC para una sociedad inclusiva” - Declaración Ministerial. Retrieved November 17, 2017, from [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/ict\\_psp/documents/declaration\\_riga.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/ict_psp/documents/declaration_riga.pdf)
- Comisión Europea. (2010). Hacia la interoperabilidad de los servicios públicos europeos. Retrieved November 17, 2017, from <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2010/ES/1-2010-744-ES-F1-1-ANNEX-2.Pdf>
- DANE-Colombia. (2005). Censo General 2005: Gráfico 16. Prevalencia de limitaciones

- permanentes. Retrieved April 25, 2015, from <https://www.dane.gov.co/files/censos/libroCenso2005nacional.pdf>
- DANE-Colombia. (2010a). Registro para la Localización y Caracterización de las Personas con Discapacidad (RLCPD) : Cuadro 19. Nivel educativo alcanzado, según principal alteración en estructuras o funciones corporales afectadas. Retrieved April 25, 2015, from [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/Total\\_nacional.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/Total_nacional.xls)
- DANE-Colombia. (2010b). Registro para la Localización y Caracterización de las Personas con Discapacidad (RLCPD) : Cuadro 37. Nivel educativo, según dificultades para el desarrollo de actividades cotidianas. Retrieved April 25, 2015, from [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/Total\\_nacional.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/Total_nacional.xls)
- Doush, I. A., Alkhateeb, F., Maghayreh, E. Al, & Al-Betar, M. A. (2013). The design of RIA accessibility evaluation tool. *Advances in Engineering Software*, 57, 1–7. <http://doi.org/10.1016/J.ADVENGSOFT.2012.11.004>
- Estepa Alonso, R. M. (2004). *Evolución histórica de las telecomunicaciones*. Retrieved from <http://trajano.us.es/~rafa/ARSS/apuntes/tema1.pdf>
- Fernández Moreno, A., & Nairouz, Y. (2013). Uso de tecnologías de información y comunicación por personas con discapacidad en bibliotecas mayores de Bogotá. *Revista de La Facultad de Medicina*, 61(2), 137–144. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/39644>
- Fichten, C. S., Asuncion, J. V., Barile, M., Ferraro, V., & Wolforth, J. (2009). Accessibility of e-Learning and Computer and Information Technologies for Students with Visual Impairments in Postsecondary Education. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 103(9), 543–557. Retrieved from <http://www.editlib.org/p/105432/>
- García Aretio, L. (1999). Historia de la educación a distancia. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 2(1), 8–27. Retrieved from <https://ried.utpl.edu.ec/sites/default/files/files/pdf/v 2-1/historia.pdf>
- Garrido, A., Firmenich, S., Rossi, G., Grigera, J., Medina-Medina, N., & Harari, I. (2013). Personalized Web Accessibility using Client-Side Refactoring. *IEEE Internet Computing*, 17(4), 58–66. <http://doi.org/10.1109/MIC.2012.143>
- Harnad, S. (1991, June 21). Post-Gutenberg Galaxy: The Fourth Revolution in the Means of Production of Knowledge. Retrieved November 18, 2017, from <https://eprints.soton.ac.uk/253376/>
- Hernández, S. J., Quejada, O. M., & Diaz, G. M. (2016). Guía Metodológica para el Desarrollo de Ambientes Educativos Virtuales Accesibles: una visión desde un enfoque sistémico. *Digital Education Review*, 0(29), 166–180. Retrieved from <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/14170>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología*

- de la investigación* (Quinta). McGraw-Hill. Retrieved from [http://www.academia.edu/6399195/Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_5ta\\_Edicion\\_Sampieri](http://www.academia.edu/6399195/Metodologia_de_la_investigacion_5ta_Edicion_Sampieri)
- Huatuco, R. M., & Velásquez, W. L. (2009). El uso de las TIC en la enseñanza profesional. *Industrial Data*, 12(2), 61–67. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81620150008>
- IBM. (2016). IBM Human Ability and Accessibility Center | Developers and testers | CI 162 Accessibility Checklist | 6.1 to 5.2 Mapping. Retrieved August 28, 2016, from <http://www-03.ibm.com/able/guidelines/ci162/web61to52.html>
- Iglesias, A., Moreno, L., Martínez, P., & Calvo, R. (2014). Evaluating the accessibility of three open-source learning content management systems: A comparative study. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(2), 320–328. <http://doi.org/10.1002/cae.20557>
- IMS. (2002). IMS Guidelines for Developing Accessible Learning Applications (GDALA) 1.0. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.imsglobal.org/accessibility/index.html>
- IMS. (2003). IMS Learner Information Package (LIP) 1.0. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.imsglobal.org/accessibility/index.html>
- IMS. (2010). IMS Access For All (AFA) 2.0. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.imsglobal.org/accessibility/index.html>
- ISO. (2008a). ISO 9241-151:2008 Ergonomics of human-system interaction -- Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces. Retrieved November 23, 2017, from <https://www.iso.org/standard/37031.html>
- ISO. (2008b). ISO 9241-171:2008 Ergonomics of human-system interaction -- Part 171: Guidance on software accessibility. Retrieved November 23, 2017, from <https://www.iso.org/standard/39080.html>
- ISO. (2008c). ISO 9241-20:2008 Ergonomics of human-system interaction -- Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services. Retrieved November 23, 2017, from <https://www.iso.org/standard/40727.html>
- ISO. (2011). ISO 26800:2011 - Ergonomics -- General approach, principles and concepts. Retrieved November 23, 2017, from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26800:ed-1:v1:en>
- ISO/IEC. (2008a). ISO/IEC 24751-1:2008 Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 1: Framework and reference model. Retrieved November 24, 2017, from <https://www.iso.org/standard/41521.html>
- ISO/IEC. (2008b). ISO/IEC 24751-2:2008 Information technology -- Individualized

- adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 2: "Access for all" personal needs and preferences for digital delivery. Retrieved November 24, 2017, from <https://www.iso.org/standard/43603.html>
- ISO/IEC. (2008c). ISO/IEC 24751-3:2008 Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 3: "Access for all" digital resource description. Retrieved November 24, 2017, from <https://www.iso.org/standard/43604.html>
- ISO/IEC. (2012). ISO/IEC 40500:2012 Information technology -- W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. Retrieved November 24, 2017, from <https://www.iso.org/standard/58625.html>
- Jacko, J. A., & Vitense, H. S. (n.d.). A review and reappraisal of information technologies within a conceptual framework for individuals with disabilities. *Universal Access in the Information Society*, 1(1), 56–76. <http://doi.org/10.1007/s102090100003>
- Joskowicz, J. (2015). *Breve Historia de las Telecomunicaciones*. Retrieved from [http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Historia de las Telecomunicaciones.pdf](http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Historia%20de%20las%20Telecomunicaciones.pdf)
- Lancheros, D. J., & Carrillo Ramos, A. (2012). Modelo adaptativo para la caracterización de dificultades/discapacidades en un ambiente virtual educativo. *DYNA - Revista de La Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*, 79(175), 52–61. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/27733>
- Martínez Usero, J. Á. (2006). Análisis de la accesibilidad de los contenidos en la plataforma de e-learning de la UCM: propuestas de mejora, 72–79. Retrieved from <http://eprints.ucm.es/5888/1/2006-IIjornadasCV-accesibilidad.pdf>
- Martínez Usero, J. Á. (2007). Análisis de la accesibilidad de los contenidos en la plataforma de e-learning de la UCM: propuestas de mejora. In *III jornada Campus Virtual UCM : Innovación en el Campus Virtual metodologías y herramientas*, 72–79. Retrieved from [http://eprints.ucm.es/6284/1/Cap.\\_9.\\_p.\\_72-79.pdf](http://eprints.ucm.es/6284/1/Cap._9._p._72-79.pdf)
- Martínez Usero, J. Á. (2008). Law 4/2007 on Universities and the Integration of Students with Disabilities into the Knowledge Society. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 5(1). <http://doi.org/10.7238/rusc.v5i1.319>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia. (2008). Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- NC State University, T. C. for U. D. (1997). Universal Design Principles. Retrieved April 16, 2017, from [https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about\\_ud/udprinciplestext.htm](https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm)
- NTC. (2011). *NTC 5854 Accesibilidad a Páginas Web*. ICONTEC. Retrieved from <http://www.icontec.org/>

- O'Reilly, T. (2005). What Is Web 2.0 - O'Reilly Media. Retrieved November 16, 2017, from <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>
- Observatorio de Políticas Públicas del Cuerpo de Administradores Gubernamentales de Argentina. (2010). *Políticas Públicas a Favor de las Personas con Discapacidad: Accesibilidad Web*. Retrieved from [http://www.sgp.gov.ar/contenidos/ag/paginas/opp/docs/2010/23\\_OPP\\_2010\\_DISCAPACIDAD\\_ACCESIBILIDAD\\_WEB.pdf](http://www.sgp.gov.ar/contenidos/ag/paginas/opp/docs/2010/23_OPP_2010_DISCAPACIDAD_ACCESIBILIDAD_WEB.pdf)
- ONU. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo*. Naciones Unidas. Retrieved from <http://www.un.org/spanish/disabilities/default.asp?id=497>
- Parmanto, B., & Zeng, X. (2005). Metric for Web accessibility evaluation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56(13), 1394–1404. <http://doi.org/10.1002/asi.20233>
- Power, C., Petrie, H., Sakharov, V., & Swallow, D. (2010). Virtual Learning Environments: Another Barrier to Blended and E-Learning. In K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler, & A. Karshmer (Eds.), *Computers Helping People with Special Needs* (6179th ed., Vol. 6179, pp. 519–526). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-14097-6>
- Puzis, Y. (2012). An interface agent for non-visual, accessible web automation. In *Adjunct proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology - UIST Adjunct Proceedings '12* (p. 55). New York, New York, USA: ACM Press. <http://doi.org/10.1145/2380296.2380319>
- Real Academia Española. (2014a). Accesibilidad. Retrieved August 15, 2015, from <http://dle.rae.es/?w=accesibilidad>
- Real Academia Española. (2014b). Accesible. Retrieved August 15, 2015, from <http://dle.rae.es/?w=accesible>
- República de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia de 1991*.
- Rollett, H. (2003). Chapter 16 eLearning. In *Knowledge Management: Processes and Technologies* (pp. 163–172). Boston, MA: Springer US. <http://doi.org/10.1007/978-1-4615-0345-3>
- Saenz Espitia, J. G. (2008). Accesibilidad en las Aulas de la Web 2.0. *Pedagogía y Medios Digitales*, 1. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/email/article/view/13970>
- Santo Sabato, A., & Vernaleone, M. (2014). From the First Generation of Distance Learning to Personal Learning Environments: An Overall Look. In *E-Learning, E-Education, and Online Training - First International Conference*, | Springer (pp. 155–158). Springer. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-13293-8\\_19](http://doi.org/10.1007/978-3-319-13293-8_19)
- Standards Section508. (2000a). Desktop and Portable Computers (1194.26) - United

- States Access Board. Retrieved February 14, 2015, from <http://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/communications-and-it/about-the-section-508-standards/guide-to-the-section-508-standards/desktop-and-portable-computers-1194-26>
- Standards Section 508. (2000b). Self Contained, Closed Products (1194.25) - United States Access Board. Retrieved February 14, 2015, from <http://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/communications-and-it/about-the-section-508-standards/guide-to-the-section-508-standards/self-contained,-closed-products-1194-25>
- Standards Section 508. (2000c). Software Applications and Operating Systems (1194.21) - United States Access Board. Retrieved February 14, 2015, from <http://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/communications-and-it/about-the-section-508-standards/guide-to-the-section-508-standards/software-applications-and-operating-systems-1194-21>
- Standards Section 508. (2000d). Telecommunications Products (1194.23) - United States Access Board. Retrieved February 14, 2015, from <http://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/communications-and-it/about-the-section-508-standards/guide-to-the-section-508-standards/telecommunications-products-1194-23>
- Standards Section 508. (2000e). Video and Multimedia Products (1194.24) - United States Access Board. Retrieved February 14, 2015, from <http://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/communications-and-it/about-the-section-508-standards/guide-to-the-section-508-standards/video-and-multimedia-products-1194-24>
- Standards Section 508. (2000f). Web-based Intranet and Internet Information and Applications (1194.22) - United States Access Board. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/communications-and-it/about-the-section-508-standards/guide-to-the-section-508-standards/web-based-intranet-and-internet-information-and-applications-1194-22>
- Torres, S. D. J., & Bueno, J. A. (2009). De que sirven señas de mudos a un ciego o hablarle con la voz a un sordo. *Scientia et Technica*, 2(42). Retrieved from <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/2637>
- Trejo Delarbre, R. (2001). Vivir en la Sociedad de la Información: Orden global y dimensiones locales en el universo digital. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad E Innovación*, 1. Retrieved from <http://www.oei.es/revistactsi/numero1/trejo.htm>
- UNAD. (n.d.). Reseña histórica UNAD. Retrieved November 16, 2017, from <https://informacion.unad.edu.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion/acerca-de-la-unad/resena-historica>

- UNE. (2003). UNE 139801 Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad al ordenador. Hardware. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0029859&PDF=Si#.VSq5idyG9YY>
- UNE. (2009). UNE 139802 Requisitos de accesibilidad del software. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0043547&PDF=Si#.VSq6TdyG9YY>
- UNE. (2012a). UNE 139803 Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0049614&PDF=Si#.Wh9-oWiCzIU>
- UNE. (2012b). UNE 66181 Gestión de la calidad. Calidad de la formación virtual. Retrieved November 22, 2017, from <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0049661&PDF=Si#.VSrA4NyG9YY>
- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. UNESCO. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001419/141908s.pdf>
- United States. Congress. Office of Technology Assessment. (1995). *Education and Technology: Future Visions*. U.S. Congress. Office of Technology Assessment. Retrieved from <http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc39786/>
- Vigo, M., Arrue, M., Brajnik, G., Lomuscio, R., & Abascal, J. (2007). Quantitative metrics for measuring web accessibility. In *Proceedings of the 2007 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A) - W4A '07* (p. 99). New York, New York, USA: ACM Press. <http://doi.org/10.1145/1243441.1243465>
- WAB Cluster. (2007). Unified Web Evaluation Methodology UWEM version 1.1. Retrieved February 14, 2015, from [http://www.wabcluster.org/uwem1\\_1/](http://www.wabcluster.org/uwem1_1/)
- WAI-W3C. (1999). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>
- WAI-W3C. (2000). Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 1.0. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.w3.org/TR/ATAG10/>
- WAI-W3C. (2002). User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) 1.0. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.w3.org/TR/UAAG10/>
- WAI-W3C. (2005). Introduction to Web Accessibility. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>
- WAI-W3C. (2008). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>

- WAI-W3C. (2012). Diversity of Web Users - How People with Disabilities Use the Web. Retrieved April 25, 2015, from <http://www.w3.org/WAI/intro/people-use-web/diversity>
- WAI-W3C. (2013). Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.w3.org/TR/ATAG20/>
- WAI-W3C. (2014a). Accessible Rich Internet Applications (ARIA) 1.0. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.w3.org/TR/wai-aria/>
- WAI-W3C. (2014b). User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) 2.0. Retrieved November 20, 2017, from <http://www.w3.org/TR/UAAG20/>
- WebAIM. (2013a). WebAIM: Auditory Disabilities - Types of Auditory Disabilities. Retrieved June 18, 2016, from <http://webaim.org/articles/auditory/auditorydisabilities>
- WebAIM. (2013b). WebAIM: Auditory Disabilities - Types of Auditory Disabilities. Retrieved June 18, 2016, from <http://webaim.org/articles/motor/motordisabilities#als>
- WebAIM. (2013c). WebAIM: Cognitive - Introduction. Retrieved June 18, 2016, from <http://webaim.org/articles/cognitive/>
- WebAIM. (2013d). WebAIM: Visual Disabilities - Introduction. Retrieved June 18, 2016, from <http://webaim.org/articles/visual/>
- WebAIM. (2014). WebAIM: Introduction to Web Accessibility. Retrieved June 18, 2016, from <http://webaim.org/intro/>
- Williams, R. (1992). *Historia de la comunicación VOL. 2: De la imprenta a nuestros días*. Bosch Casa. Retrieved from <http://atlas.umss.edu.bo:8080/xmlui/handle/123456789/418>
- Yang, H. H. (2013). New World, New Learning: Trends and Issues of E-Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 77, 429–442. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.03.098>
- Zubillaga del Río, A. (2007). Pautas docentes para favorecer la accesibilidad de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. *Didáctica, Innovación Y Multimedia*, 9. Retrieved from [http://dim.pangea.org/revistaDIM9/Articulos/ainara\\_dim9.pdf](http://dim.pangea.org/revistaDIM9/Articulos/ainara_dim9.pdf)