

**DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING QUE CUMPLA CON LOS
NIVELES DE ACCESIBILIDAD WCAG 2.2 PARA PERSONAS CON
DISCAPACIDAD VISUAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

**YEISIN ESNEIDER VILLEGAS DUARTE
KAROLL DANIELA CANTILLO CASTILLA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
SECCIONAL AGUACHICA, CESAR**

2026

**DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING QUE CUMPLA CON LOS
NIVELES DE ACCESIBILIDAD WCAG 2.2 PARA PERSONAS CON
DISCAPACIDAD VISUAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

YEISIN ESNEIDER VILLEGAS DUARTE

KAROLL DANIELA CANTILLO CASTILLA

**PROPUESTA DE PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS MODALIDAD PRESENCIAL**

DIRECTOR(A)

MSC. LUIS ALFONSO MUÑOZ MORALES

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
SECCIONAL AGUACHICA, CESAR**

2026

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma del director: Luis Alfonso Muñoz Morales

Firma del jurado 1: Danny Jhoan Ríos

Firma del jurado 2: Luis Manuel Palmera

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

TABLA DE CONTENIDO

1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1	Formulación del problema	19
1.2	JUSTIFICACION	20
1.3	OBJETIVOS	23
1.3.1	Objetivo general	23
1.3.2	Objetivos específicos.....	23
1.4	DELIMITACION	24
1.4.1	Temporal.....	24
1.4.2	Espacial.....	24
1.4.3	Contextual	25
2.	MARCO REFERENCIAL	26
2.1	MARCO HISTORICO	26
2.1.1	Internacional.....	26
2.1.2	Nacional	29
2.1.3	Local o Regional.....	31
2.2	MARCO TEÓRICO	31
2.2.1	DISEÑO UNIVERSAL PARA EL APRENDIZAJE (DUA).....	31
2.2.2	TEORÍA DE LA ACCESIBILIDAD WEB (WCAG).....	32
2.2.3	TEORÍA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	32
2.2.4	TEORÍA DEL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO	33
2.2.5	APRENDIZAJE MEDIADO POR TECNOLOGIA.....	33
2.2.6	TEORIA DE LA INCLUSION EDUCATIVA.....	34

2.2.7	TEORIA DEL CONSTRUCTIVISMO.....	34
2.2.8	CALIDAD DEL SOFTWARE.....	35
2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	35
2.4	MARCO LEGAL.....	38
3.	DISEÑO METODOLOGICO	40
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.2	POBLACION.....	41
3.3	MUESTRA.....	41
3.4	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.5	ANALISIS DE LA INFORMACION	42
3.6	METODOLOGIA DE DESARROLLO	43
4.	ESQUEMA TEMÁTICO.....	46
4.1	Requisitos funcionales y no funcionales de accesibilidad establecidos en las WCAG 2.2.....	46
4.1.1	Análisis de los requerimientos funcionales y no funcionales	46
4.1.2	Requisitos funcionales del sistema.....	50
4.1.3	Requisitos no funcionales.....	53
4.1.4	Historias de usuario.....	55
4.2	Diseño bajo directrices WCAG 2.2 analizadas en la fase previa, asegurando compatibilidad con tecnologías asistidas como lectores de pantalla (e.g., NVDA o JAWS)	59
4.2.1	Diseño de navegación del administrador.....	59
4.2.2	Diseño de navegación instructor	61
4.2.3	Diseño de navegación del usuario.....	62

4.2.4	Modelo entidad relación (ER)	63
4.2.5	Modelado del Software	68
4.2.6	Diagrama UML	69
4.3	Plataforma e-learning mediante la integración de módulos desarrollados, implementando iteraciones basadas en pruebas de usabilidad con usuarios con discapacidad visual	98
CONCLUSIONES		122
RECOMENDACIONES		123
REFERENCIAS		124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Leyes que aportan a la investigación	39
Tabla 2. Roles de usuario	49
Tabla 3. Requisitos funcionales administrador	51
Tabla 4. Requisitos funcionales Rol instructor	52
Tabla 5. Requisitos funcionales Rol Estudiante	53
Tabla 6. Requisitos no funcionales.....	54
Tabla 7. Historia de Usuario administrador	56
Tabla 8. Historia de usuario Rol instructor	57
Tabla 9. Historia de usuario Rol estudiante.....	58
Tabla 10. Descripción caso de uso Login Admin.....	70
Tabla 11. Descripción caso de uso Cursos más populares.....	72
Tabla 12. Descripción caso de uso análisis de demanda.....	73
Tabla 13. Descripción caso de uso crear curso	74
Tabla 14. Descripción caso de uso Gestión de certificados	74
Tabla 15. Descripción caso de uso reportes y análisis.....	75
Tabla 16. Descripción caso de uso login instructor	77
Tabla 17. Descripción de caso de uso Dashboard instructor	78
Tabla 18. Descripción de caso de uso Mis cursos	79
Tabla 19. Descripción caso de uso accesibilidad	80
Tabla 20. Descripción caso de uso Configuración	80
Tabla 21. Descripción caso de uso Login estudiante	82
Tabla 22. Descripción caso de uso Dashboard estudiante	84
Tabla 23. Descripción caso de uso Mis cursos	85
Tabla 24. Descripción caso de uso Guía de accesibilidad	86
Tabla 25. Descripción caso de uso Configuración	86
Tabla 26. Herramientas tecnológicas utilizadas	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Aguachica, Cesar	25
Figura 2. Navegación Rol administrador	60
Figura 3. Diseño de navegación rol instructor	61
Figura 4. Diseño de navegación rol instructor	62
Figura 5. Modelo entidad relación	64
Figura 6. Modelo entidad administrador	65
Figura 7. Modelo entidad instructor	66
Figura 8. Modelo entidad estudiante	67
Figura 9. Login administrador	70
Figura 10. Caso de uso Dashboard Administrador	72
Figura 11. Caso de uso Login Instructor	76
Figura 12. Diagrama caso de uso Dashboard instructor	78
Figura 13. Diagrama de caso de uso Login estudiante	82
Figura 14. Diagrama caso de uso Dashboard Estudiante	84
Figura 15. Desarrollo del backend recomendaciones de IA	90
Figura 16. Desarrollo backend para generación de certificados	91
Figura 17. Desarrollo backend API KEY Youtube	92
Figura 18. Desarrollo backend certificados en formato pdf	93
Figura 19. Desarrollo Frontend Página principal	94
Figura 20. Desarrollo Frontend Mostrar estadísticas	95
Figura 21. Desarrollo del Frontend página de reportes	96
Figura 22. Desarrollo del Frontend de Cursos disponibles	97
Figura 23. Panel de pruebas iniciales	99
Figura 24. Pruebas Unitarias	100
Figura 25. Pruebas de Accesibilidad	101
Figura 26. Pruebas de Estrés	102
Figura 27. Pruebas de integración	103

Figura 28. Pruebas de Sistema.....	104
Figura 29. Pruebas de base de datos	105
Figura 30. Pruebas de Rendimiento	106
Figura 31. Pruebas de carga.....	107
Figura 32. Pruebas de Seguridad	108
Figura 33. Pruebas de compatibilidad.....	109
Figura 34. Pruebas de Confiabilidad.....	110
Figura 35. Pruebas de usabilidad	111
Figura 36. Dashboard Administrador	112
Figura 37. Dashboard Mis Cursos	113
Figura 38. Dashboard Gestión de Cursos.....	114
Figura 39. Gestión de certificados	115
Figura 40. Dashboard Reportes y análisis	116
Figura 41. Dashboard Análisis con IA.....	117
Figura 42. Dashboard Guía de accesibilidad	118
Figura 43. Dashboard Configuración	119
Figura 44. Dashboard Rol Estudiante.....	120
Figura 45. Descargar certificado estudiante	121

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo el desarrollo de una plataforma e-learning con niveles de accesibilidad WCAG 2.2 para personas con discapacidad visual en el departamento del Cesar, con el fin de ofrecer una solución tecnológica inclusiva que permita el acceso igualitario de esta población a procesos de formación virtual. Así, la meta principal fue el desarrollo de una plataforma accesible con criterios de accesibilidad centrados en la navegación asistida, compatibilidad con lectores de pantalla, estructura semántica correcta del contenido, contraste adecuado e interacción por método de teclado a la especial atención de esta población. El estudio se centró en una investigación aplicada, pero con enfoque cualitativo, es decir, su objetivo era solucionar una problemática concreta, por medio de la creación de una herramienta útil, enfocando su creación mediante análisis de necesidades, revisión de estándares de accesibilidad y valoración de la experiencia de usuarios con discapacidad visual. A partir de ello, se definieron los requisitos funcionales y no funcionales, se creó la arquitectura del sistema e se implementaron módulos para la gestión de usuarios, cursos, certificados, reportes y herramientas de accesibilidad. Como resultado de investigación, se obtuvo una plataforma funcional, accesible y adaptable que permite la autonomía de usuarios con discapacidad visual en las plataformas virtuales de formación. Adicionalmente, las pruebas de software y accesibilidad permitieron validar su cumplimiento con los criterios fundamentales de WCAG 2.2. Por ello, se concluyó que el desarrollo de soluciones accesibles e-learning es un eslabón esencial para el fomento de la educación inclusiva, la disminución de barreras digitales y la creación de oportunidades de aprendizaje para personas con discapacidad visual en la región.

Palabras clave: Educación inclusiva, aprendizaje virtual, tecnologías accesibles, accesibilidad web.

ABSTRACT

This research aimed to develop an e-learning platform with WCAG 2.2 accessibility levels for people with visual impairments in the department of Cesar, in order to offer an inclusive technological solution that allows this population equal access to virtual training processes. Thus, the main goal was to develop an accessible platform with accessibility criteria focused on assisted navigation, compatibility with screen readers, correct semantic structure of the content, adequate contrast, and keyboard interaction, with special attention to this population. The study focused on applied research with a qualitative approach; that is, its objective was to solve a specific problem by creating a useful tool, focusing its creation on needs analysis, review of accessibility standards, and evaluation of the experience of users with visual impairments. Based on this, the functional and non-functional requirements were defined, the system architecture was created, and modules for managing users, courses, certificates, reports, and accessibility tools were implemented. As a result of the research, a functional, accessible, and adaptable platform was developed that enables users with visual impairments to operate independently on virtual learning platforms. Additionally, software and accessibility testing validated its compliance with the fundamental criteria of WCAG 2.2. Therefore, it was concluded that the development of accessible e-learning solutions is an essential link in promoting inclusive education, reducing digital barriers, and creating learning opportunities for people with visual impairments in the region.

Keywords: Inclusive education, virtual learning, accessible technologies, web accessibility.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital de la educación ha planteado nuevos acertijos y obstáculos en lo relacionado al diseño y desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje, particularmente en lo concerniente a la inclusión y accesibilidad de poblaciones con necesidades específicas. En ese sentido, las personas con discapacidad visual siguen enfrentando diversas barreras para acceder, interactuar y mantenerse en plataformas educativas diseñadas, en muchos casos, por límites técnicos lejos de los estándares de accesibilidad. Ante esta realidad, se formuló la necesidad de proponer soluciones tecnológicas robustas, funcionales y acorde a estándares internacionales que garanticen el ejercicio del derecho a una educación virtual accesible, autónoma y de calidad.

La presente investigación se enfocó en el desarrollo de una plataforma e-learning basada en los criterios de accesibilidad pautados en la nueva versión WCAG2 2.2, en orden a responder de manera técnica y estructurada a las necesidades de las personas con discapacidad visual del departamento del Cesar. Así, este proyecto no solo consideró la accesibilidad como un requisito adicional, sino como un principio medular de diseño de software, comunión entre la ingeniería de sistemas, usabilidad, experiencia de usuario, desarrollo web y evaluación funcional. De esta manera, la presente investigación se dio como una propuesta aplicada al impacto social y tecnológico, abordando la eliminación de las barreras digitales en pos de la sociedad del conocimiento y el entorno inclusivo en el ámbito virtual.

Con respecto a la estructura del documento, en el Capítulo 1 se incluye todo lo referente al planteamiento del problema, la justificación y los objetivos expuestos en el acápite en que se basó la elaboración de la presente investigación. Así, en el Capítulo 2 se presenta el marco referencial, que incluye los fundamentos teóricos, conceptuales, normativos y tecnológicos en que se sustentó el estudio. A su vez, en el Capítulo 3 se expone el diseño metodológico de la investigación, considerando el

tipo de estudio, el enfoque y las técnicas aplicadas, así como el procedimiento efectuado. Finalmente, en el Capítulo 4 se presentan los resultados logrados a partir del cumplimiento de los objetivos del proyecto, el desarrollo de la plataforma, la validación de sus funcionalidades y los aportes en materia de accesibilidad e inclusión educativa.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la vasta e implacable extensión de la inequidad educativa, el Departamento del Cesar en Colombia se erige como un emblema crudo de negligencia sistémica, donde la ausencia de plataformas de e-learning accesibles inflige una devastación profunda y multifacética a las personas con discapacidades visuales. Según Santa et al. (2021), esta falla atroz no solo perpetúa un ciclo de exclusión, sino que también socava los fundamentos mismos de la dignidad humana, el progreso económico y la cohesión social. El problema no es un mero descuido técnico; es una barrera deliberada erigida por indiferencia, escasez de recursos e infraestructuras obsoletas, que condena a miles a las sombras de la ignorancia y el aislamiento (Eniversy, 2024).

La escala de esta aflicción en el Cesar es abrumadora, arraigada en realidades demográficas que exigen un escrutinio implacable. Según estadísticas nacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), aproximadamente el 7,1% de la población vive con alguna forma de discapacidad, y la discapacidad visual representa una porción significativa —alrededor del 37,4% de todos los casos reportados. En el Cesar, un departamento con una población estimada de 1,2 millones de habitantes, esto se traduce en aproximadamente 84.000 individuos lidiando con discapacidades, de los cuales las visuales afectan a decenas de miles (DANE, 2020).

Datos recientes del Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidades (RLCPD) indican que solo el 76,8% de los registrados con discapacidades están afiliados al Sistema General de Seguridad Social en Salud, dejando un vacío sustancial en los servicios de apoyo (Min Salud, 2024). Dentro de este contexto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2023), expresa que las discapacidades visuales se manifiestan en formas que van desde defectos congénitos hasta degeneración relacionada con la edad, con causas que incluyen cataratas no tratadas, glaucoma y retinopatía diabética condiciones rampantes en

áreas rurales subatendidas donde el acceso a atención oftalmológica es prácticamente inexistente.

El sistema educativo del departamento, ya tensado por disparidades socioeconómicas, registra alrededor de 1.700 estudiantes con discapacidades en su Sistema Integrado de Matrícula (SIMAT), muchos de los cuales son visualmente impedidos y confinados a aulas tradicionales inadecuadas que no satisfacen sus necesidades (Aguilera, 2023). Esta realidad numérica subraya una subrepresentación catastrófica, ya que muchos casos pasan desapercibidos debido al estigma, la pobreza y el aislamiento geográfico en municipios como Valledupar, La Paz y Aguachica.

Las barreras educativas erigidas contra estos individuos son nada menos que opresivas, transformando lo que debería ser una puerta al conocimiento en un laberinto de frustración y derrota. En el Cesar, donde las tasas de alfabetización están por debajo de los promedios nacionales y las tasas de deserción se disparan en zonas rurales, los estudiantes con discapacidad visual encuentran obstáculos insuperables al acceder a plataformas de e-learning que dominan la educación moderna (Min Salud, 2024). De esta manera, Calderón-Delgado et al. (2024) explican que, interfaces no accesibles que carecen de texto alternativo adecuado para imágenes, incompatibles con lectores de pantalla como NVDA o JAWS, y desprovistas de navegación por teclado hacen que los cursos, exámenes y contenidos multimedia sean completamente inutilizables.

La educación tradicional no ofrece respiro; las aulas carecen de materiales en Braille, descripciones de audio o educadores capacitados, a pesar de iniciativas esporádicas de capacitación por parte de la secretaría departamental de educación. Esto resulta en tasas de inscripción abismales: a nivel nacional, solo una fracción de los casi 2 millones de colombianos con discapacidad visual incluyendo 11.000 estudiantes se involucran de manera significativa en la educación, con el Cesar

reflejando esta tendencia a través de su fracaso en integrar tecnologías asistidas (ASP Colombia, 2023).

Las consecuencias son funestas: alta analfabetismo, escolaridad incompleta y un ciclo perpetuo donde los jóvenes con discapacidad visual son canalizados hacia roles de baja calificación o desempleo, perpetuando la pobreza generacional. Adentrándonos más en la exclusión digital, la inaccesibilidad de las plataformas de e-learning emerge como una fuerza venenosa que envenena todos los aspectos del aprendizaje para las personas con discapacidad visual. Plataformas desprovistas de cumplimiento con WCAG 2.2 ignorando principios como contenido perceptible, interfaces operables, navegación comprensible y compatibilidad crean un entorno donde los videos carecen de subtítulos o descripciones de audio, los gráficos permanecen indescifrables y los elementos interactivos atrapan a los usuarios en bucles interminables (Equipo Editorial eLearning, 2024).

En un departamento donde la conectividad a internet es irregular, particularmente en comunidades indígenas y fincas remotas, la dependencia de contenido visual intensivo exacerba el aislamiento. Los estudiantes que intentan acceder a cursos en línea a través de teléfonos inteligentes encuentran diseños no responsivos que fuerzan el desplazamiento horizontal o texto ilegible, lo que lleva a tensión física y sobrecarga cognitiva (Dejusticia, 2021). Esta brecha digital, Min TIC (2024) explica que a menudo, no es un mero hueco, sino un abismo que engulle oportunidades enteras, dejando a las personas con discapacidad visual incapaces de competir en una economía del conocimiento cada vez más dominada por el aprendizaje virtual.

Por otra parte, Calderón-Delgado et al. (2024) expresan que la ausencia de herramientas inclusivas como interfaces activadas por voz o retroalimentación háptica aleja aún más a los usuarios, convirtiendo el e-learning en una herramienta de exclusión en lugar de empoderamiento. Informes de contextos similares destacan cómo tales barreras conducen a un rendimiento académico reducido, con

estudiantes con discapacidad visual obteniendo puntuaciones significativamente más bajas en pruebas estandarizadas debido a materiales preparatorios inaccesibles.

Económicamente, el impacto de la exclusión educativa y digital sobre las personas con discapacidad visual constituye una agresión sistemática contra el progreso colectivo, relegando a esta población vulnerable a los confines periféricos de la economía local y perpetuando ciclos de pobreza y dependencia. Con tasas de desempleo entre los colombianos con discapacidad oscilando en el 34,6% para hombres y el 25,4% para mujeres incapaces de trabajar debido a barreras, la educación inaccesible cierra puertas al empleo calificado (DANE, 2025). Informes estiman que la educación inclusiva podría impulsar la participación económica en un 25%, sin embargo, la inaccesibilidad actual desperdicia este potencial, perpetuando un ciclo vicioso de privación (DANE, 2024).

En el Departamento del Cesar, la ausencia de plataformas de e-learning accesibles que cumplan con los estándares WCAG 2.2 representa un problema sistémico que afecta gravemente a las personas con discapacidad visual, perpetuando ciclos de exclusión educativa, social y económica. Esta brecha digital impide que miles de individuos con ceguera total, baja visión o daltonismo participen en entornos educativos virtuales, donde interfaces no compatibles con lectores de pantalla, falta de texto alternativo para imágenes y navegación inoperable por teclado generan frustración, deserción escolar y un rendimiento académico deficiente, exacerbando tasas de analfabetismo y desempleo.

1.1 Formulación del problema

¿Cómo influye el cumplimiento de los estándares WCAG 2.2 en el desarrollo de una plataforma e-learning en la mejora de la accesibilidad y la inclusión educativa para personas con discapacidad visual en el Departamento del Cesar?

1.2 JUSTIFICACION

El panorama de la inclusión digital, el desarrollo de una plataforma e-learning que cumpla con los niveles de accesibilidad WCAG 2.2 para personas con discapacidad visual en el Departamento del Cesar representa un hito imperativo, un acto de justicia educativa que eleva la dignidad humana y desata un torrente de oportunidades en una región históricamente marginada. Esta investigación y desarrollo no son meros ejercicios académicos; son un baluarte contra la exclusión, un catalizador de empoderamiento que ilumina las vidas de miles de personas con ceguera total, baja visión o daltonismo, permitiéndoles navegar el conocimiento con autonomía y confianza.

En Colombia, donde el 7.1% de la población enfrenta alguna discapacidad y la visual constituye el 37.4% de los casos, con decenas de miles afectados en Cesar según el Registro de Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad (RLCPD), tales iniciativas son esenciales para romper cadenas de dependencia y fomentar una sociedad equitativa (DANE, 2020). López (2021) explica que es importante democratizar la educación: plataformas accesibles como esta transforman barreras en puentes, permitiendo que estudiantes rurales en municipios como Valledupar o Aguachica accedan a cursos virtuales compatibles con lectores de pantalla como NVDA o JAWS, subtítulos descriptivos y navegación por teclado, lo que eleva tasas de completitud educativa en hasta un 80% según estudios globales adaptados a contextos similares

Socialmente, fortalece comunidades al promover interacciones equitativas, derribando estigmas y enriqueciendo el tejido cultural con voces diversas, incluyendo indígenas Wayuu afectados por discapacidades visuales (Nasamuez, 2023). Esta investigación, por ende, no solo educa; transforma vidas, economías y sociedades, afirmando que la accesibilidad no es un lujo, sino un derecho inalienable que multiplica el potencial humano en regiones como Cesar, donde la brecha digital rural ha sido un flagelo histórico.

El aporte teórico de esta investigación es monumental, enriqueciendo el corpus académico con un marco conceptual que integra principios de accesibilidad universal, pedagogía inclusiva y diseño centrado en el usuario, adaptados al contexto colombiano. Teóricamente, avanza la comprensión de cómo las WCAG 2.2 con sus principios POUR (Perceptible, Operable, Understandable, Robust) no solo cumplen estándares técnicos, sino que redefinen la equidad educativa en entornos digitales (Espinoza y Cruz, 2024). Este proyecto teoriza que la accesibilidad digital es un pilar de la inclusión social, extendiendo teorías como el Diseño para Todos (Design for All) al ámbito e-learning, demostrando cómo interfaces perceptibles (e.g., alt-text y audiodescripciones) y operables (navegación sin mouse) mitigan desigualdades en poblaciones vulnerables.

Metodológicamente, el aporte de esta investigación es revolucionario, delineando un enfoque práctico y replicable para el desarrollo de plataformas e-learning accesibles, fusionando metodologías ágiles con evaluaciones inclusivas que priorizan la participación de usuarios finales. Adopta un ciclo iterativo basado en WCAG 2.2, incorporando pruebas automatizadas con herramientas como WAVE y Axe, junto a evaluaciones manuales por expertos en discapacidad visual, lo que asegura conformidad AA como mínimo (Costa, 2021).

Prácticamente, el aporte para desarrollar la plataforma es inmenso, proporcionando herramientas concretas que materializan la accesibilidad en un sistema escalable. De esta manera, Mora et al. (2024) explican que facilita la integración de frameworks como React con ARIA para interfaces dinámicas, permitiendo que usuarios con discapacidad visual accedan a quizzes y videos con descripciones audio. En términos prácticos, el desarrollo incorpora PWA (Progressive Web Apps) para funcionamiento offline en zonas rurales del Cesar, donde la conectividad es irregular, asegurando continuidad educativa. Este aporte práctico incluye la implementación de Inteligencia Artificial (IA) para generación automática de alt-text,

optimizando el tiempo de desarrollo y mejorando la precisión descriptiva, un avance que hace la plataforma más eficiente y adaptable a contenidos educativos.

Además, esta investigación innova al adoptar Progressive Web Apps (PWA) para funcionamiento offline, crucial en zonas rurales del Cesar donde la conectividad es irregular, asegurando continuidad educativa y elevando tasas de completitud de cursos en hasta un 80% al mitigar interrupciones digitales. En el contexto de 2025, donde la Unión Europea exige alineación con EN 301 549 basada en WCAG 2.1 AA pero evolucionando hacia 2.2, esta plataforma pionera integra touch-based interfaces accesibles y focus indicators no obstruidos por elementos como headers sticky, abordando necesidades de usuarios con baja visión en entornos móviles.

El factor diferencial de esta investigación se erige en su enfoque contextualizado y diferencial, arraigado en las particularidades socioeconómicas, culturales y políticas de Colombia y específicamente del Departamento del Cesar, distinguiéndolo de investigaciones genéricas al priorizar un "enfoque diferencial" que salvaguarda los derechos de grupos vulnerables. Este enfoque diferencial no es abstracto; posiciona al Cesar como caso paradigmático para América Latina, donde la intersección de discapacidad con juventud, género y etnia demanda políticas integrales, diferenciando esta investigación al generar impactos en inclusión social que trascienden lo técnico, fomentando canales de empleo y participación cívica en un contexto donde la población con discapacidad carece de cobertura educativa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una Plataforma E-Learning que cumpla con los niveles de accesibilidad WCAG para personas con discapacidad Visual en el departamento del Cesar.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar los requisitos de accesibilidad establecidos en las WCAG 2.2, identificando y diferenciando los criterios específicos (como alternativas de texto, contraste de color y navegación por teclado) que impactan directamente en la usabilidad para usuarios con discapacidad visual en contextos educativos.
- Aplicar las directrices WCAG 2.2 analizadas en la fase previa para diseñar y prototipar los componentes de la interfaz de usuario y el contenido multimedia de la plataforma e-learning, asegurando compatibilidad con tecnologías asistidas como lectores de pantalla (e.g., NVDA o JAWS) y adaptabilidad a entornos de baja conectividad rural en el Cesar.
- Crear la plataforma e-learning completa mediante la integración de módulos desarrollados, implementando iteraciones basadas en pruebas de usabilidad con usuarios con discapacidad visual del Departamento del Cesar, para producir un sistema funcional, escalable y totalmente conforme con WCAG 2.2 que promueva la inclusión educativa.

1.4 DELIMITACION

1.4.1 Temporal

El alcance temporal en el cual se ejecutará el proyecto es de seis meses después de la aprobación del Formato 2, fase en la cual se enuncian de manera formal los lineamientos académicos y metodológicos del trabajo de grado. Este plazo fue acotado con la finalidad de promulgar la planificación, diseño, desarrollo, implementación y evaluación de la plataforma e-learning, con lo cual se alcanzaron de forma progresiva los objetivos planteados. La definición sobre el alcance de la duración garantizó el desenvolvimiento organizado de las actividades técnicas y de validación, propias de la materialización de los niveles de accesibilidad propuestos, las cuales proporcionaron una respuesta eficiente ante las necesidades de la población destinataria.

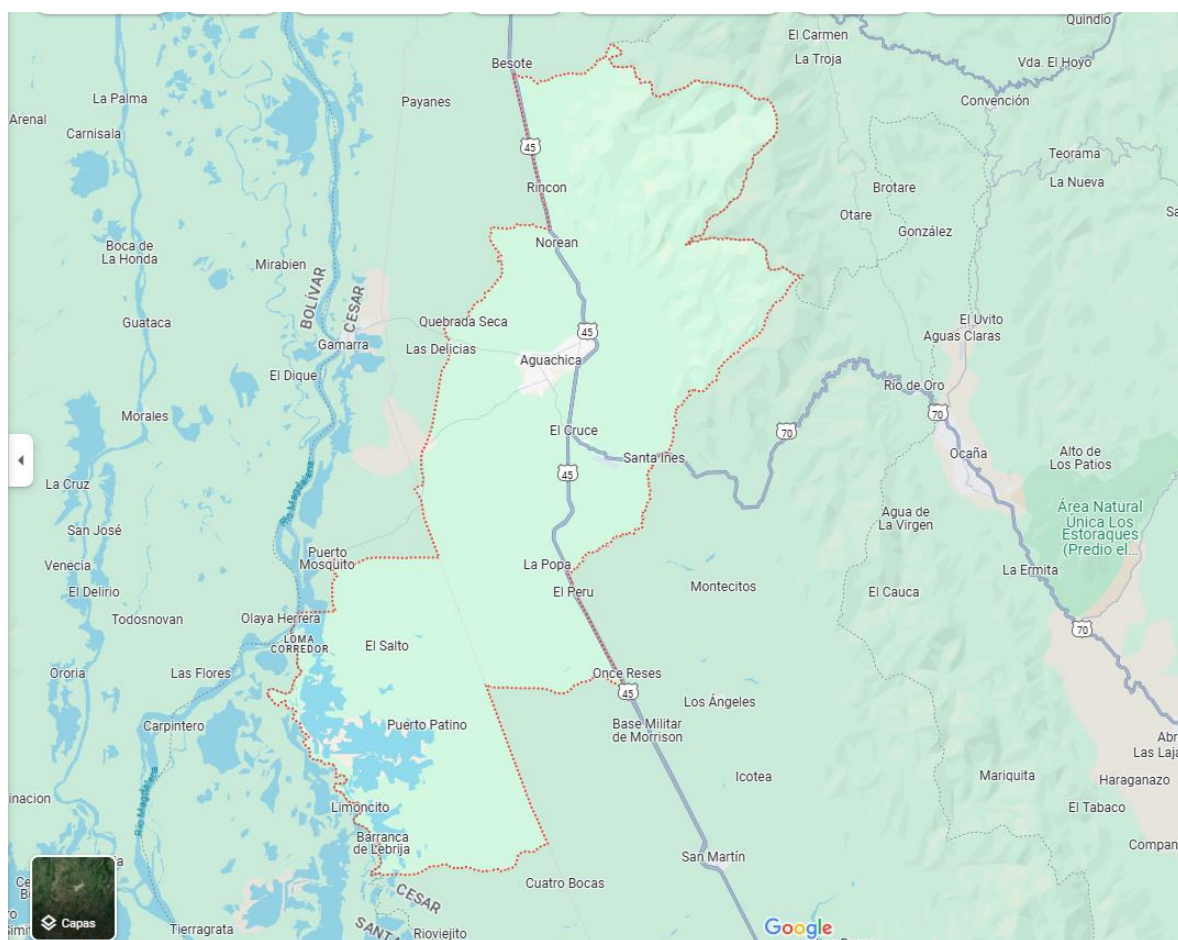
1.4.2 Espacial

En cuanto a la delimitación espacial, el proyecto está relacionado con la empresa Atajoaw S.A.S, ya que es en esta entidad donde se desarrollan los trabajos relacionados con la viabilidad técnica, operativa y de validación de la investigación. La empresa se encuentra ubicada en Bogotá, en la Av. Caracas No. 9-48-12-01. La delimitación de este entorno espacial y organizacional proporciona la ubicación física y el contexto en el que operará el estudio. Por lo tanto, este espacio delimitado permite la contextualización del desarrollo de una plataforma e-learning en un marco de acción en el mundo real, facilitando el acceso a la tecnología, la mano de obra u otros recursos institucionales necesarios para lograr los objetivos propuestos.

1.4.3 Contextual

Aguachica es uno de los veinticinco municipios existentes en Cesar, Colombia. En 2023, Aguachica contaba con 126,377 habitantes, de los que 64,663 son mujeres (51.2%) y 61,714 son hombres (48.8%), de acuerdo con las proyecciones logradas por el DANE. Les habitantes de Aguachica representaban el 9.2% de la población total de Cesar en 2023. Aguachica sería el segundo municipio más poblado del departamento de Cesar (Telencuestas, 2023).

Figura 1. Ubicación de Aguachica, Cesar



Fuente: tomado de Google maps.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTORICO

Como resultado de la investigación aquí descrita, se presentan algunos proyectos que demuestran el uso de una plataforma e-learning diseñada según los principios de accesibilidad más altos definidos por las pautas de accesibilidad para el Contenido Web identificadas en la versión 2.2 de sus lineamientos. Se evidencia así un interés destacado por la inclusión digital como accesibilidad, asegurando que personas con diversas capacidades, contextos y dispositivos de uso puedan interactuar con el contenido educativo sin inconvenientes.

2.1.1 Internacional

A nivel internacional, Paredes (2025) desarrollo un proyecto de investigación titulado “Desarrollo e implementación de un sistema de lectura asistida mediante voz para personas invidentes con técnicas de visión artificial e inteligencia artificial”, en la Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador; propone como objetivo primordial el desarrollo e implementación de una plataforma de aprendizaje digital que satisfaga los indicadores de accesibilidad establecidos por las WCAG 2.2, de manera que los usuarios, en razón de sus capacidades y situaciones de interacción, puedan acceder a los contenidos educativos en igualdad de oportunidades. Por lo tanto, el método de investigación utilizado por autor pertenece al enfoque aplicado por la metodología de desarrollo tecnológico, concatenando la revisión documental, el análisis de estándares de accesibilidad internacionales y las pruebas funcionales en plataformas virtuales de educación.

Los resultados obtenidos revelan un prototipo funcional que incluye herramientas de navegación asistida, adaptaciones de contraste y tipografía y soporte para tecnologías de asistencia. Además, las pruebas demostraron que el sistema alcanza los umbrales de conformidad necesarios para satisfacer los requisitos de los niveles de valoración de A y AA en la escala de la WCAG 2.2. En conclusión, el autor

demuestra que la implementación de estándares de accesibilidad en los sistemas de plataforma e-learning no solo mejorará la inclusión y la participación de las personas con discapacidad, sino que también beneficiará al uso general. de todos los usuarios (Paredes, 2025).

Asimismo, Manobanda (2025) realizó una investigación titulada “Diseño universal del aprendizaje (DUA) apoyado por herramientas tecnológicas”, en la Unidad Educativa Ambato de los Ángeles, Ecuador; el objetivo principal propuesto es crear un entorno virtual de aprendizaje que integre recursos educativos interactivos y adaptativos destinados a mejorar la accesibilidad y usabilidad para los estudiantes con diversos niveles de habilidad y necesidades para el uso de tecnología. El tipo de estudio utilizado es un enfoque aplicado con una intervención experimental en forma de revisión bibliográfica de la literatura científica actual, un análisis de los estándares internacionales de la accesibilidad y pruebas piloto con usuarios reales se utilizó para validar la propuesta.

Los resultados obtenidos permiten que se considere que, a partir de una plataforma funcional con opciones diversas de personalización de interfaz, la manipulación y la integración de herramientas de apoyo a la discapacidad visual y auditiva, así como la mejora de uso y navegación de su estructura se aprecian momentos de interactividad, comprensión del contenido y satisfacción en general por parte de posibles usuarios ante sistemas tradicionales. Como conclusión se indica, entonces, que la implementación sistemática de criterios de acceso sobre sistemas virtuales de aprendizaje amplía las posibilidades de cobertura educativa, fortalecen la equidad y equilibrio de posibilidades de consumo de información con respecto a los posibles usuarios (Manobanda, 2025).

Desde otra perspectiva, Castañeda (2024) realizó una investigación titulada “Desarrollo de un videojuego serio orientado a personas con discapacidad visual para el aprendizaje de matemáticas” en la Universidad Autónoma de

Aguascalientes, México; el principal objetivo abordado en este trabajo fue diseñar y evaluar, en términos de factibilidad y potencial de usabilidad educativa, un videojuego educativo accesible que permita a estudiantes con discapacidad visual aprender matemáticas básicas, más precisamente fracciones. Para ello, se aplicaron criterios de accesibilidad y usabilidad adaptados a la población de interés. El trabajo tuvo un enfoque de investigación aplicada, con una metodología específica de investigación-desarrollo. Los aspectos cubiertos en este estudio incluyeron el análisis de necesidades y referentes, el diseño de un videojuego programado con estándares de accesibilidad y la validación de su usabilidad y accesibilidad en evaluaciones realizadas por usuarios finales estimados.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el videojuego desarrollado Mathvoice, logró una interfaz y mecánicas adaptadas que permitieron la interacción de los usuarios con discapacidad visual. Las pruebas realizadas demostraron una mejor comprensión de los conceptos de fracciones y una mayor motivación de clínica respecto a métodos de enseñanza tradicionales. En ese sentido, se considera que la aplicación de herramientas tecnológicas accesibles, como los videojuegos, puede ser de gran aporte para la inclusión educativa y el fortalecimiento de herramientas académicas en personas con discapacidad visual (Castañeda, 2024).

Por otro lado, Álvarez (2024) realizó una investigación en la Universitat Politècnica de València, titulada “Desarrollo de una herramienta para la evaluación de la capacidad de uso de las TIC en personas con necesidades especiales”, España; El objetivo general es el diseño y validación de una herramienta que permita medir el nivel de competencia en TIC de personas con discapacidad y necesidades especiales, y poder identificar sus fortalezas, áreas de mejora y necesidades particulares, a fin de propiciar su inclusión digital y mejorar su calidad de vida. El diseño de investigación es aplicado, de enfoque mixto con combinación de métodos cuantitativos y cualitativos. Para ello, se requieren de observaciones directas,

entrevistas estructuradas y pruebas prácticas, de las personas usuarias de la Fundación ESPURNA como parte activa del proceso de validación y realimentación.

Por último, los resultados obtenidos permiten concluir que el desarrollo de una hoja de cálculo auditora, como la propuesta, permite registrar y evaluar el nivel de competencia en TIC en cada usuario, identificando de manera detallada las áreas críticas y áreas de oportunidad. Dicho diagnóstico proporciona información relevante para el personal de apoyo y los educadores, tal como las pruebas realizadas han demostrado ser útil para adaptar planos formativos y estrategias de enseñanza a las necesidades individuales de los usuarios en estudio. Por tanto, la herramienta diseñada se inscribe como un recurso idóneo para promover la inclusión digital de personas con necesidades especiales, ya que permite obtener un diagnóstico puntual de sus competencias digitales y, a partir de dicha información, desarrollar acciones formativas y acompañamiento a su medida (Álvarez, 2024).

2.1.2 Nacional

A nivel nacional, Yossa y Parra (2022) realizaron una investigación titulada “Estrategias pedagógicas mediadas por las TIC para apoyar procesos académicos a población con discapacidad intelectual”, en la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia; Se plantea como objetivo general diseñar una guía de estrategias pedagógicas basadas en las tecnologías de la información y la comunicación, para fortalecer la dimensión comunicativa de estudiantes con discapacidad intelectual, en un ambiente escolar específico. El tipo de investigación que llevan a cabo las autoras del contenido citado es de enfoque cualitativo y está basado en el estudio descriptivo, el cual tiene un alcance aplicado. En la primavera de desarrollo de la guía se realizaron actividades como: análisis documental, observación no participante y entrevistas estructuradas.

En relación con los resultados, se logró identificar las necesidades comunicativas más significativas del grupo de estudiantes analizado en este estudio y a las prácticas pedagógicas a emplear por los instructores. Sobre la base de este hallazgo, fue posible elaborar una guía de estrategias pedagógicas mediadas por TIC para la intervención, adecuada a las caracterizaciones de la población y orientada a una mejor interacción en el aula. La principal conclusión apunta a que la inclusión de estrategias pedagógicas mediadas por TIC en función de la dimensión comunicativa permite a los estudiantes con discapacidad intelectual ampliar sus posibilidades de participación y aprendizaje en el contexto escolar (Yossa y Parra, 2022).

Briceño (2023) realizó una investigación titulada “Accesibilidad web en los ambientes virtuales de aprendizaje (AVA) de las universidades de Bogotá”, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia; como objetivo general, se propone diseñar un sitio web que asume una herramienta comunicativa y educativa; dirigida a diseñadores y desarrolladores interesados en el ámbito de la creación de contenidos web accesible; conforme a los estándares de la W3C y las pautas de accesibilidad WCAG; nivel de conformidad AA. La tipificación de la investigación realizada corresponde al tipo provisionalmente definido de investigación-creación, esta elección se justifica debido a que, en efecto, se buscó desarrollar además del recopilatorio y análisis de información acerca de la accesibilidad en el entorno virtual universitario de práctica.

Como resultado de la entrega, se identificaron los recursos y software que ayudan a crear contenido accesible; los niveles de accesibilidad web para tres universidades en Bogotá y la guía de diseño y arquitectura de información de los sitios. En conjunto, los materiales proporcionarán a los usuarios finales la guía, los tutoriales y los foros para hacer que el AVA sea más accesibilidad para todas las personas con algún tipo de desventaja y no solo para la discapacidad visual la conclusión ayuda a comprender que el sitio web creado no es solo un recurso educativo para el diseño y el desarrollo de profesionales de páginas web, sino también un

catalizador para que las universidades adopten prácticas inclusivas en los sitios web públicos, lo que promueve la equidad de acceso a la educación virtual entre la personas con discapacidades (Briceño, 2023).

2.1.3 Local o Regional

Localmente, no existen proyectos que traten el problema propuesto en el título de investigación de forma directa y específica. Esto revela una falta importante en la producción académica y tecnológica en términos de historia local, por lo que el trabajo propuesto es relevante y original, una propuesta que comienza la toma de conciencia en la región.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 DISEÑO UNIVERSAL PARA EL APRENDIZAJE (DUA)

El Diseño Universal para el Aprendizaje parte de la idea de que los entornos educativos deben nacer adaptados a la diversidad de los estudiantes, sin necesidad de recalcar ni modificar la infraestructura una vez haya iniciado su funcionamiento. Así, promueve ofrecer múltiples maneras de representar la información, así como diversos formatos para expresar el propio aprendizaje y multiplicidad de ofertas motivacionales y participativas. Su mecánica, entonces, incluye la supresión de barreras cognitivas, sensoriales y tecnológicas a través del uso táctico de recursos digitales flexibles e incluyentes (García et al 2025).

El aporte de esta teoría a la investigación es la guía para el diseño pedagógico de la plataforma e-learning, asegurando que los contenidos y actividades sean accesibles para personas con discapacidad visual. Logra combinar la accesibilidad técnica con el diseño didáctico inclusivo, es decir, que la plataforma no solo sea accesible de acuerdo con WCAG 2.2 técnicamente hablando, sino que también funcione efectivamente para el aprendizaje.

2.2.2 TEORÍA DE LA ACCESIBILIDAD WEB (WCAG)

La Teoría de la Accesibilidad Web se traduce en las directrices del World Wide Web Consortium (W3 C) que, a su vez, establece varios elementos destacando los principios de diseño de contenido digital accesible. Los principios se organizan en cuatro ejes principales: ser perceptible, operable, comprensible y ser robusto. La teoría de la accesibilidad web incorpora criterios de éxito mensurables, lo que garantiza la evaluación de la accesibilidad de los sitios y las aplicaciones web para personas con discapacidad de manera no subjetiva (Saguano-Carrión y Murillo-Párraga, 2025).

La presente teoría se implica directamente en el proyecto al ser el marco normativo y técnico que sustenta el desarrollo de la plataforma e-learning. La teoría resulta útil para la definición de requerimientos funcionales y no funcionales referidos a la discapacidad visual. Adicionalmente, establece pautas específicas para el proceso de validación del producto final. La aplicación de esta teoría asegura que la plataforma esté acorde a estándares internacionales conocidos.

2.2.3 TEORÍA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

La Teoría de los Sistemas de Información visualiza las aplicaciones tecnológicas como sistemas organizados de componentes conectados entre sí que proceden, almacenan y difunden información para favorecer procedimientos y opiniones. Esta teoría reúne componentes tecnológicos, humanos y organizacionales, abordando la constante interacción entre usuarios, datos, programas y hardware. Su proceder se orienta a obtener eficacia, consistencia y seguridad en el procesamiento de información (Guadarrama, 2025).

Al mismo tiempo, desde la perspectiva de la investigación, esta teoría proporciona una base comprensible y sólida para estructurar la plataforma e-learning como un sistema de información educativa accesible. En otras palabras, utilizando este marco, se puede organizar modularmente y presentar coherentemente todos los

flujos de datos y los roles de usuario; esto asegura que la plataforma sea efectivamente concebida como un sistema íntegro y se centre en las necesidades pedagógicas, así como en el cumplimiento de los estándares de accesibilidad y sostenibilidad tecnológica.

2.2.4 TEORÍA DEL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

El Diseño Centrado en el Usuario considera que el diseño de sistemas debe fundamentarse en un entendimiento del usuario final, en lo que respecta a sus necesidades, habilidades y limitaciones. Se lleva a cabo utilizando un enfoque iterativo con análisis de usuarios, formas, pruebas, ajustes y un enfoque iterativo; su objetivo principal es mejorar la calidad del cliente mediante la experiencia real de enfoque de implementación (Pérez, 2025).

Esta teoría releva un enfoque metodológico para la investigación, en tanto defiende la intervención de personas con discapacidad visual activamente en el diseño de la plataforma. Contribuye a validar acciones que se hayan convertido en errores con mayor anticipación, asegurando que la solución tecnológica sea efectivamente de acuerdo con lo necesario, de igual manera, fomenta la inclusividad y la participación.

2.2.5 APRENDIZAJE MEDIADO POR TECNOLOGIA

El aprendizaje mediado por tecnología sostiene que las herramientas digitales son intermediarias que promueven el acceso a información y la interacción del individuo con los contenidos, ubicándolas entre el propio estudiante y el conocimiento en sí mismo. En ese sentido, su operación es posible mediante el desarrollo de interfaces, multimedia y mecanismos de retroalimentación diseñados para insertarse en los procesos cognitivos del estudiante (Morales et al., 2025).

Por consiguiente, el aporte de esta teoría a la investigación radica en que justifica la plataforma e-learning se utilizó como un medio válido para el aprendizaje de las personas con ceguera. Asimismo, se puede dimensionar la importancia de la necesidad de diseñar mediaciones tecnológicas accesibles para que fomente la

autonomía y la participación. En cuanto a lo pedagógico, es el marco que justifica el sistema desarrollado no solo por su componente tecnológico. Por lo aforescrito, puedo afirmar que la teoría para la investigación es relevante y se justifica su uso para alcanzar el propósito.

2.2.6 TEORIA DE LA INCLUSION EDUCATIVA

La teoría de la Inclusión Educativa, por su parte, lleva consigo la intención de eliminar barreras de acceso, participación y aprendizaje para todo el alumnado, pero muy especialmente para aquel que posee alguna discapacidad. Este concepto opera mediante la puesta en marcha de políticas, prácticas y tecnologías inclusivas que buscan dar oportunidades iguales desde el sistema educativo (Ortiz y Zacarías, 2025).

La contribución de esta teoría para la investigación es crítica, ya que suministra la base ética y social del proyecto. Asimismo, funda la legitimidad de un desarrollo de plataforma disponible de e-learning como una medida de inclusión educativa concreta. En este sentido, también mejora la importancia social del trabajo de grado al respecto de la equidad, los derechos humanos y la justicia social.

2.2.7 TEORIA DEL CONSTRUCTIVISMO

La Teoría del Constructivismo plantea el aprendizaje como un proceso activo mediante el cual el estudiante adquiere, asimila y construye su conocimiento de los contenidos y su entorno a medida que participa de estas interacciones. En este caso, su mecanismo consigue fundarse en actividades relevantes, resolución de problemas y reflexión que incentiva a un rol activo del aprendiz (Guadarrama, 2025).

Esta teoría aporta al proyecto al orientar el diseño de actividades e-learning accesibles que fomenten la participación de personas con discapacidad visual. Permite estructurar contenidos y evaluaciones que promuevan aprendizaje significativo, evitando enfoques meramente transmisivos. Refuerza el valor pedagógico de la plataforma desarrollada.

2.2.8 CALIDAD DEL SOFTWARE

La Calidad del Software indica que un producto tecnológico debe funcionar bajo determinados atributos que son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. Su funcionamiento está respaldado por estándares y modelos de calidad que miden el desempeño del software a lo largo de su vida útil. Impacta en la investigación, al permitir medir la plataforma e-learning de forma holística, cumpliendo con la condición de examinar no solo la accesibilidad sino también la robustez y sostenibilidad del sistema. Otorga el carácter de rigor ingenieril al proyecto, que asegura que el producto final cumpla con los criterios técnicos y de calidad que la práctica de desarrollo de software exige (Ramírez, 2025).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Accesibilidad Web: La accesibilidad web describe la idea y la práctica de asegurarse de que el diseño y el desarrollo del sitio web y las plataformas digitales sean utilizables por cualquier persona, incluso aquellos con alguna forma de discapacidad. Esto significa que explícitamente, los sitios y plataformas accesibles al desempeñar acciones que incluyen el uso de texto alternativo sobre las imágenes en el sitio. De igual forma, pueden ser navegados previamente sin el uso de un ratón y son accesibles a través de varias tecnologías asistenciales, como lectores de pantalla (Ramírez, 2025).

En el marco de la investigación, la accesibilidad web es un factor fundamental, ya que se debe diseñar la plataforma e-learning para que las personas con discapacidad visual logren acceder a los contenidos de forma eficaz. De acuerdo con WCAG 2.2, los usuarios ciegos o con visión limitada tendrán la autonomía de navegar y aprender.

WCAG 2.2: Las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) son un conjunto de directrices cuyo objetivo es promover la accesibilidad web. En otras palabras, se

trata de asegurarse de que el contenido digital pueda ser visto y percibido por la mayor cantidad de gente posible. La versión 2.2 de WCAG incluye una serie de nuevos criterios que se refieren a la atención de los usuarios discapacitados y su experiencia de uso. Estos criterios abarcan la navegabilidad y la capacidad de visualizar contenido. Las directrices están divididas en principios comunes denominados perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad y robustez (Ortíz y Zacarías, 2025).

Dichas instrucciones son vitales para la investigación ya que garantizarán que la plataforma cumpla con la accesibilidad internacional para personas con discapacidad visual. La implementación de directrices WCAG 2.2 apoyará el desarrollo de una plataforma de aprendizaje inclusiva que proporcione una experiencia de aprendizaje adecuada y s Inexistente para todos los usuarios sin la distinción de las incapacidades físicas.

Desarrollo ágil: El desarrollo ágil es una forma de desarrollar software que se basa en la entrega iterativa y progresiva de características en lugar de un proceso lineal anterior, conocido como modelo en cascada. En lugar de trabajar en su software paso a paso, los equipos ágiles trabajan en ciclos cortos, también llamados sprints, de manera que puedan ajustarse rápidamente según el feedback del usuario y las pruebas regulares (Pérez, 2025).

Dentro de la plataforma e-learning, la metodología ágil facilitará una adaptación perpendicular constante y rápida a los requerimientos de accesibilidad en tanto puedas efectuar ajustes cada cierto período basados en las pruebas de usabilidad efectuadas por usuarios con discapacidad visual, lo que mejorará notablemente la calidad del producto y lo pondrá en sintonía con las expectativas del usuario.

Interfaz de usuario: Refiere al espacio en el cual los usuarios interactúan con el sistema; incluye todos los elementos visuales y de control, ejemplo; botones, menús, formularios, barras de navegación. Una buena interfaz debe ser intuitiva y

de fácil uso. Debe permitir que los usuarios puedan descifrar cómo interactuar con la plataforma sin demasiadas complicaciones (Pérez, 2025).

A su vez, en la investigación, es crucial postular un diseño de interfaz de usuario accesible, ya que deberá asegurar que las personas con discapacidades visuales logren desplazarla eficazmente. La estructuración de la interfaz se orienta de tal forma que, sin la habilidad de vista, los usuarios la puedan emplear con el uso del lector de pantallas o teclados, permitiendo abordar las pautas definidas en el WCAG 2.2.

Experiencia de Usuario (UX): la experiencia del usuario es la impresión o la visión general que el usuario tiene del sistema o de una plataforma. En términos del desarrollo de software, incluye todo, desde el diseño hasta las características, accesibilidad y rendimiento de la plataforma. Una buena UX implica que el usuario no sufra problemas ni encuentros frustrantes. En el desarrollo de la plataforma e-learning, posteriormente, una experiencia de usuario ideal aseguraría la satisfacción de los estudiantes con discapacidad visual. Podría lograrse a través del diseño centrado en el usuario e inclusivo, que mejorará la accesibilidad y hará sentir a los discapacitados a sus estudiantes a gusto y ansiosos por el aprendizaje independiente (Ramírez, 2025).

Tecnologías de asistencia: Las tecnologías de asistencia son herramientas y dispositivos desarrollados para apoyar a las personas con discapacidades en la realización de tareas que, de otro modo, se les dificultarían o no podrían hacer. Los ejemplos son los lectores de pantalla, los magnificadores de texto, el software de reconocimiento de voz, los dispositivos de entrada adaptables, entre otros. Las tecnologías de asistencia facultan a las personas con discapacidad visual a participar en las plataformas digitales para obtener el contenido deseado (Ortíz y Zacaríaz, 2025).

Otro aspecto esencial es integrar tecnologías de asistencia en la plataforma, de modo que los usuarios con discapacidad visual puedan utilizarla sin problemas. Al hacer que la plataforma sea compatible con estas herramientas, estará garantizando la accesibilidad y, por lo tanto, proporcionando a los usuarios la autonomía para interactuar con sus contenidos educativos.

Pruebas de usabilidad: Las pruebas de usabilidad representan evaluaciones de uso de usuarios que demuestran cómo un usuario promedio interactuaría con una plataforma para fines de identificación de sus habilidades y desafíos. Las pruebas, en este caso, involucran la observación de cómo navegan, identificando obstáculos o desafíos con respecto al uso de esta plataforma. Para la persona invidente, las pruebas se basan en revelar las barreras de accesibilidad que limitan o promueven su interacción (Ramírez, 2025).

Compatibilidad multiplataforma: La compatibilidad multiplataforma se refiere a la capacidad de una aplicación o plataforma de seguir funcionando de forma idéntica en diferentes dispositivos y sistemas operativos. Debe ser una de las prioridades para garantizar que la audiencia pueda acceder al contenido independientemente del dispositivo utilizado (Pérez, 2025). En cuanto a la plataforma e-learning, asegurarse de que sea compatible con múltiples plataformas ayuda a los usuarios a acceder al contenido en varios dispositivos, lo que hace que el contenido sea más flexible y accesible.

2.4 MARCO LEGAL

El marco legal para llevar a cabo el desarrollo de la plataforma e-learning gira en torno a las normativas de accesibilidad digital que muchas veces quedan en segundo plano. Sin embargo, las pautas de accesibilidad para el contenido web, en concreto el WCAG 2.2, desempeñan un papel fundamental en garantizar que los sitios web y las plataformas sean utilizables por personas con diversos tipos de discapacidades, incluida la discapacidad visual.

Tabla 1. Leyes que aportan a la investigación

Ley/Normativa	Descripción
Ley 1618 de 2013 (Colombia)	Esta ley define las reglas que deben seguirse para que las personas con discapacidad en Colombia disfruten de sus derechos. Su objetivo es garantizar que estas personas tengan la oportunidad de disfrutar de sus derechos en áreas como la educación y el acceso a la tecnología.
Ley 1346 de 2009 (Colombia)	La Ley 1346 de 2009, que nos remarcaba la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de la ONU. Su canalización se define principalmente en términos de igualdad de derechos, inclusión social y diseminación de accesibilidad para las personas con discapacidades. Este proyecto, cumple normas orientadas a empoderan las normas internacionales que permitan el acceso a personas con discapacidades, incluida la discapacidad visual, educarse en las plataformas e-learning abiertas.
Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU)	Aprobada en 2006, esta convención establece el derecho de una persona con discapacidad a la educación, la cultura y la información en las mismas condiciones que otras. La convención también tiene un enfoque para unas tecnologías de la información y comunicación accesibles, lo que significa que las plataformas e-learning innovadoras necesitan estar disponibles para las personas con debilidad visual.
Directrices de la ONU para la Inclusión Digital (2020)	Las directrices de la ONU sobre la inclusión digital apoyan la creación de entornos digitales accesibles e inclusivos. Por lo tanto, estas directrices garantizan que la plataforma digital esté diseñada de tal manera que se tengan en cuenta las discapacidades a fin de posibilitar a todos los usuarios, no importa si tiene una capacidad visual limitada o no, acceder y utilizar la tecnología digital. Así, estas son pautas necesarias para garantizar el desarrollo de una plataforma e-learning que fomente la accesibilidad universal.
Ley 99 de 1993 (Colombia)	Aunque principalmente está dirigido a proteger el medio ambiente, los principios accesibles de varios servicios públicos, incluido el educativo, son claramente establecidos por esta ley. La equidad social, enfocada específicamente en la igualdad de acceso a los servicios de todos los ciudadanos, también implica a las personas discapacitadas que necesitan tener acceso a todas las áreas, incluido el ámbito educativo. Por lo tanto, la ley contribuye a la investigación para fortalecer su enfoque destacando la responsabilidad de los estados y la plataforma educativa de facilitar el acceso a todos los servicios escolares de todos los estudiantes, incluso con discapacidades visuales.

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO METODOLOGICO

En cuanto al plan de acción del presente proyecto de investigación, consiste en el desarrollo de una plataforma e-learning accesible, para personas con discapacidad visual, basado en las pautas de accesibilidad de la WCAG 2.2. Para tal fin, en primer lugar, se explicará el diseño metodológico que se seguirá y, en segundo lugar, se detallarán las etapas de la planificación, implementación y evaluación legal y técnica, que acompañarán a cada una de las fases del proyecto, y garantizarán el cumplimiento de los parámetros para asegurar un acceso inclusivo a la educación digital.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto se enmarca en una investigación aplicada, según Castro et al. (2023) constituye un proceso sistemático diseñado para proporcionar respuestas a interrogantes específicos, resolver problemas concretos o generar innovaciones que se implementen en el mundo real, diferenciándose de la investigación básica por su énfasis en la utilidad inmediata y el desarrollo experimental. Por otra parte, Cantú (2023), expresa que este enfoque aplicado también contribuye al debate global sobre sostenibilidad tecnológica, al integrar competencias de desarrollo experimental que fusionan ingeniería de software con pedagogía inclusiva, generando un impacto multiplicador en la gestión educativa y la formación de recursos humanos capacitados para entornos digitales equitativos.

De la misma manera, se basa en un enfoque cualitativo, basado en lo que expresa Salazar-Escorcia (2020) el cual se caracteriza por su énfasis en la comprensión interpretativa de fenómenos sociales y tecnológicos a través de métodos no cuantificables como entrevistas, observaciones y análisis temático. En el marco de esta investigación y accesibilidad WCAG, este enfoque aporta de manera inigualable al proyecto integrar evidencias empíricas derivadas de la realidad vivida de los usuarios con discapacidad visual, asegurando que la plataforma no sea un

artefacto impersonal, sino un sistema diseñado con sensibilidad humana que responde a necesidades específicas como la compatibilidad con lectores de pantalla o descripciones audio para multimedia.

3.2 POBLACION

La población objetivo del proyecto es la Fundación Atajoaw S.A.S organización pública sin ánimo de lucro que fomenta la formación de la discapacidad visual en todo el país, mediante la formación especializada. La misión de la Organización es suministrar a esta comunidad herramientas educativas y tecnológicas que promuevan, su inclusión social y laboral. A través de la formación, permiten el acceso equitativo a la educación y que pretende mejorar la calidad de vida de la comunidad de discapacidad visual, permitiendo tener la posibilidad y habilidad en diferentes campos.

3.3 MUESTRA

A fin de proponer un curso sobre el uso de las TIC a una muestra finita. Se seleccionará el grupo con mayor similitud y representatividad dentro de la población de interés. En este caso, la población de interés está constituida por personas con discapacidad visual que son capacitadas por la Fundación Atajoaw S.A.S. Los parámetros de selección de la muestra son los siguientes:

Tamaño de la muestra: El tamaño de la muestra deberá ser el proporcional de un cálculo estadístico que, al tiempo, sea representativo. Como se mencionó anteriormente la población tiene ya de por sí limitantes (personas con discapacidad visual), deberá ser lo suficientemente grande para un análisis significativo, pero no tan grande que requiera de muchos recursos y tiempo. Podría ser una muestra de 30 y 50 participantes, la cual es adecuada para hacer lo suficientemente amplio sin que sea abrumante.

Criterio de inclusión: personas con discapacidad visual (ceguera total o baja visión). Participantes activos en los programas de formación de la Fundación

Atajoaw S.A.S. disposición a hacer el curso propuesto y a las pruebas analíticas presentadas.

Criterio de exclusión: no usar ningún tipo de herramienta tecnológica que asista como pantalla, teclados adaptados, entre otros. que no tengan interés en capacitarse con lo que compartirá el curso.

Método de selección: selección de la muestra al azar conveniente para quienes tengan disponibles dentro de los programas impartidos por la Fundación.

Muestreo estratificado: en el que se considerará el nivel de conocimiento en TIC, tanto como si tiene conocimiento, básico, intermedio o avanzado.

3.4 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Encuestas previas sobre el conocimiento inicial en TIC y que disponga de recursos tecnológicos. Entrevistas o grupo de enfoque sobre lo que esperan las personas recibir del curso.

3.5 ANALISIS DE LA INFORMACION

Con base a las necesidades previas y habilidades de los participantes, el curso sobre el uso de las TIC se implementará específicamente con módulos prácticos que incluyan el uso de software accesible, las herramientas para la comunicación digital y las aplicaciones educativas mencionadas. Al finalizar el curso, se aplicarán evaluaciones de impacto y eficacia del programa voluntario.

3.6 METODOLOGIA DE DESARROLLO

El presente proyecto de investigación será desarrollado a través de la metodología de desarrollo ágil Extreme Programming (XP) debido a su enfoque en la calidad de entrega de software, la frecuencia de adaptación al cambio y la retroalimentación continua del usuario, como son clave para plataforma e-learning accesible abierta para personas con dificultad visual. A continuación, se detallan las fases de esta herramienta de desarrollo y cómo estas son aplicadas en este proyecto:

Fase de planificación: En esta fase se diseñan los requerimientos del sistema tomando como base las necesidades reales de los usuarios finales y los objetivos del proyecto. Para su representación, todo desarrollo de Extreme Programming recomienda la utilización de historias de usuario, que son descripciones claras y simples de las funcionalidades y capacidades que la aplicación debe cumplir. Adicionalmente, se mencionan los requerimientos de accesibilidad, priorizando aquellos establecidos en la WCAG 2.2, que se refieren a las personas con discapacidad visual, aplicable al sistema informático. Al terminar, se estiman horas hombre y esfuerzo necesario para cada capacidad, a fin de poder realizar el trabajo en pequeñas iteraciones. Esta fase es la que brinda mayor perspectiva y maniobrabilidad hacia el proyecto, permitiendo una serie de cambios sin afectar la calidad de la producción.

Fase de diseño: Dado este enfoque, la fase de diseño de XP es simple, funcional y está orientada a crear soluciones a problemas específicos. En este proyecto, el diseño se centra en la accesibilidad, teclado y compatibilidad con lector de pantalla, así como en la creación de sitios web en HTML semántico. La representación visual de la estructura de la plataforma y cómo interactuará el usuario con el contenido de aprendizaje se realizará por últimos medios de prototipos de baja fidelidad. Dado que el diseño es evolutivo en XP, la variante completa se puede obtener después de recibir comentarios y correcciones sobre las versiones preliminares. En

consecuencia, este diseño asegura que, desde las primeras versiones, la plataforma y su uso sean comprensibles, utilizables y accesibles.

Fase de codificación: Durante la etapa de codificación, las funcionalidades provistas según la planificación son desarrolladas, siguiendo buenas prácticas de programación y estándares de accesibilidad. XP es conocido por la programación en pequeños incrementos, lo que facilita la entrega de versiones funcionales del software con alta frecuencia. Para el presente trabajo, esta etapa involucra la codificación de módulos e-learning que sean accesibles para las TIC, lo que implica asegurar la compatibilidad del código con tecnologías de asistencia y adaptable a contextos de baja conectividad. Por otra parte, se caracteriza por fomentar la implementación de código limpio y reutilizable, lo que facilita las etapas de mantenimiento y escalabilidad del sistema. Esta etapa es esencial para concretar los requerimientos técnicos y garantizar un desarrollo robusto y sostenible.

Fase de pruebas: La fase de pruebas es otro de los pilares en Extreme Programming. En esta metodología, la prueba es un proceso continuo que garantiza que los errores producidos durante la etapa de implementación se descubren rápidamente. En el proyecto se realizarán del mismo modo las pruebas funcionales y las pruebas de usabilidad con personas con discapacidad visual en función de los criterios WCAG 2.2 de la plataforma. Asimismo, se evaluará la navegabilidad por teclado, la lectura auditiva del contenido a través de software de lectura de pantalla, y la estructura contextualmente clara del sistema. Lo anterior aporta al proyecto un nivel altísimo de confiabilidad, ya que se pueden identificar barreras de accesibilidad y levantar oportunamente hasta antes de la liberación final de la plataforma.

Fase de implementación: Finalmente, en esta fase se entrega una versión funcional de la plataforma e-learning completamente accesible y validada. A diferencia de otras metodologías, la implementación frecuente propone puestas en marchas frecuentes y cortas que permiten a los usuarios comenzar a utilizar el

sistema y proveer realimentación a los desarrolladores. En el proyecto esta finalización incluirá la corrección de aspectos y ajustes evaluados en las pruebas de usabilidad y el monitoreo de la operatividad de la plataforma. El mantenimiento de esta plataforma irá enfocado a la idea de corrección de errores y mejoras, y accesibilidad. Esto asegurará que este proyecto de innovación siga vigente y continuamente actualizado y en funcionamiento e inclusiva.

4. ESQUEMA TEMÁTICO

En este capítulo, se describe la ejecución de los tres objetivos específicos del proyecto de investigación, los cuales fueron planificados en el capítulo anterior. En primer lugar, los resultados del análisis de los requisitos de accesibilidad de la norma WCAG 2.2 son conocidos y los criterios analizados se verán reflejados en término de uso para la discapacidad visual. En segundo lugar, los resultados de la implementación en el proceso de diseño y prototipado de la plataforma e-learning a través de las cuales se aplican los criterios de accesibilidad establecidos en el primer componente permiten conocer que es accesible, compatible con tecnologías de asistencia y sobre todo adaptables al cambio del contexto de la educación por parte de los estudiantes. Por último, los resultados obtenidos durante el proceso de desarrollo e implementación del sistema presentan las pruebas de usabilidad para los usuarios reales con el fin determinar el nivel de cumplimiento con estándares y el impacto en la inclusión educativa.

4.1 Requisitos funcionales y no funcionales de accesibilidad establecidos en las WCAG 2.2.

Fase de planificación

4.1.1 Análisis de los requerimientos funcionales y no funcionales

Es por ello por lo que el análisis de los requerimientos funcionales y no funcionales que se detallan a continuación constituye un aspecto previo fundamental para asegurar que la plataforma e-learning responda efectivamente a las necesidades de los usuarios con discapacidad visual y a los propósitos planteados en la presente investigación. Los requerimientos funcionales estarán enfocados en establecer qué acciones y servicios debe proveer el sistema, tales como la administración de usuarios, acceso a contenidos educativos e interacción con recursos accesibles.

Por su parte, los requerimientos no funcionales tendrán como finalidad especificar qué criterios de calidad se relacionan directamente con temas de accesibilidad, usabilidad, desempeño, seguridad y compatibilidad con tecnologías de asistencia. Así, después de este preámbulo, será posible comprender la relevancia de definir de manera precisa y ordenada los requerimientos antes descritos, pues serán la base para el posterior diseño, desarrollo y validación de una plataforma e-learning que sea inclusiva, eficiente y esté alineada con los lineamientos de WCAG 2.2.

4.1.1.1 Alcance del software

En primer lugar, el alcance del sistema abordará el diseño, desarrollo e implementación de una plataforma e-learning accesible centrada en la inclusión de personas con discapacidad visual, de acuerdo con los resultados establecidos en las pautas WCAG 2.2. El software garantizará el acceso individual seguro a contenidos educativos digitales a través de la inclusión de interfaz para lectores de pantalla, facilidad de navegación por teclado y promoción de la autonomía del uso.

Como tal, el proyecto también incluirá las funciones mínimas de esfuerzo mínimo de gestión de usuarios, cursos y contenido educativo, proporcionados externamente, y la evaluación adicional de estas para verificar su accesibilidad. El sistema no incluirá desarrollos avanzados como IA o análisis de aprendizaje sofisticado, ya que su innovación se basa totalmente en la accesibilidad al software existente y la capacidad del software para interactuar con los usuarios de la manera más estable y efectiva posible.

Dashboard Administrador

Este permite el control y gestión total de la plataforma e-learning. Al mismo tiempo se logran gestionar a los usuarios, asignar roles, crear y organizar cursos y monitorear el estado general del sistema. Desde allí, podrá acceder a los reportes básicos de uso de la plataforma, estado de los cursos y actividades de los usuarios. El dashboard es funcional, es decir, cumple con criterios de accesibilidad, lo cual

aseguraré navegación por teclado y compatibilidad con lector de pantalla. Su aporte radica en asegurar un control eficiente, seguro y centralizado de la plataforma. Esto logra una correcta administración de los recursos educativos y tecnológicos.

Dashboard Instructor

El dashboard de Instructor está centrado en favorecer la creación, administración y monitoreo de los contenidos educativos en la plataforma. A través de este panel, los instructores podrán diseñar sus cursos, subir materiales accesibles, generar actividades y efectuar un monitoreo constante de los avances de los estudiantes. El tablero de control permitirá una interacción fluida y ordenada de acuerdo con los requerimientos pedagógicos del aula virtual. Además, serán herramientas accesibles y su diseño no será una barrera para la participación de un instructor con discapacidad visual. La incorporación del tablero de control en la plataforma amplía las oportunidades de desarrollo instructor como mediadores de la enseñanza y fomenta el ejercicio de la docencia inclusiva en aulas digitales.

Dashboard Estudiante

Tiene como finalidad principal brindar una experiencia de aprendizaje clara y accesible con autogestión. Desde el panel, los y las estudiantes accederán a sus cursos matriculados, contenidos educativos, actividades, y podrán visualizar su progreso académico. El diseño es lo más simple posible, con una activa navegación por teclado y es compatible con tecnologías de asistencia, permitiendo a los estudiantes ciegos interactuar eficazmente con el sistema. El dashboard de estudiante facilita la inclusión educativa, con acceso equitativo a formas educativas de conocimiento y a través de un aprendizaje autónomo en un entorno virtual.

4.1.1.2 Roles de usuario

En este sentido, en función a ello se establecen los permisos y las responsabilidades que tendrá cada uno de los roles respecto a las funciones y las

opciones obtenidas por el sistema, así se permitirá una interacción bien estructurada en función a los perfiles de usuario. Así también la forma en cómo han sido diseñados los roles de usuario en base a la accesibilidad, evitando así que cualquier tipo de personas, ya sean con discapacidad visual y problemas en la administración de estos recursos, no sea barrera para el desempeño de las funciones básicas. Este es el punto esencial que nos permitirá comprender la necesidad de los roles de usuario en base al proceso con el que se trabaja.

Tabla 2. Roles de usuario

Rol de Usuario	Descripción	Acciones que Realiza
Administrador	La administración general de la plataforma e-learning. Se refiere a la administración de los usuarios, los cursos, y la configuración del sistema; asegurar el correcto funcionamiento, la seguridad de la información, y la capacidad de usar según los criterios establecidos en las WCAG 2.2 Por otra parte, monitorear y ajustar su aplicabilidad según sea necesario.	<p>Crear, editar y eliminar usuarios.</p> <p>Asignar roles y permisos.</p> <p>Crear, editar y eliminar cursos.</p> <p>Gestionar contenidos generales.</p> <p>Supervisar el funcionamiento del sistema.</p> <p>Generar reportes básicos de uso.</p>
Instructor	Encargado de diseñar y gestionar los contenidos educativos dentro de la plataforma. Facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la creación de materiales accesibles, actividades y evaluaciones, realizando	<p>Crear y administrar cursos.</p> <p>Cargar materiales educativos accesibles.</p>

	seguimiento al progreso académico de los estudiantes.	<p>Diseñar actividades y evaluaciones.</p> <p>Realizar seguimiento al progreso del estudiante.</p> <p>Proporcionar retroalimentación.</p> <p>Gestionar calificaciones.</p>
Estudiante	<p>Usuario final de la plataforma y beneficiario directo del proceso formativo. Accede a los contenidos educativos, desarrolla actividades y participa activamente en su proceso de aprendizaje a través de una interfaz accesible y diseñada para personas con discapacidad visual.</p>	<p>Acceder a los cursos matriculados.</p> <p>Visualizar y descargar contenidos.</p> <p>Realizar actividades y evaluaciones.</p> <p>Consultar calificaciones y retroalimentación.</p> <p>Gestionar su perfil.</p> <p>Interactuar con el instructor en la plataforma.</p>

Fuente: elaboración propia.

4.1.2 Requisitos funcionales del sistema

Los requisitos funcionales se definen como las funciones, procesos y servicios concretos que la plataforma e-learning debe ejecutar para atender las demandas de los usuarios asignados y objetivos fijados. Por tanto, se describirán las acciones permitidas a cada rol de usuario, tales como la creación y edición de cursos, el acceso a materiales y fuentes educativas, la comunicación profesor-estudiante, y la configuración y administración general de la plataforma. Además, se ilustrarán los

criterios de diseño considerando la accesibilidad y el uso de los usuarios, la funcionalidad y comportamiento para usuarios de tecnologías de asistencia, y la adecuación a usuarios con ceguera a través de ejemplos prácticos. Esta sección servirá de introducción para comprender la necesidad de los requisitos funcionales para el diseño, desarrollo y prueba del software, garantizando un sistema lógico, efectivo y compatible con la WCAG 2.2.

Tabla 3. Requisitos funcionales administrador

Requisito Funcional	Acciones que se Realizan
Gestión de usuarios	<p>Crear, editar, eliminar y desactivar cuentas de usuario.</p> <p>Asignar roles (Administrador, Instructor, Estudiante).</p> <p>Restablecer credenciales de acceso.</p>
Gestión de cursos	<p>Crear, modificar y eliminar cursos.</p> <p>Asignar instructores a los cursos.</p> <p>Habilitar o deshabilitar cursos según disponibilidad.</p>
Administración de la plataforma	<p>Configurar parámetros generales del sistema.</p> <p>Supervisar el correcto funcionamiento de la plataforma.</p> <p>Garantizar el cumplimiento de criterios de accesibilidad.</p>
Control de accesibilidad	<p>Verificar que los contenidos cumplan con WCAG 2.2.</p> <p>Autorizar la publicación de materiales accesibles.</p> <p>Gestionar ajustes de accesibilidad globales.</p>
Generación de reportes	<p>Consultar reportes de uso del sistema.</p> <p>Visualizar estadísticas de acceso y participación.</p>

Exportar informes básicos del sistema.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Requisitos funcionales Rol instructor

Requisito Funcional	Acciones que se Realizan
Gestión de cursos asignados	Crear y organizar unidades temáticas. Editar información del curso. Administrar contenidos del curso.
Gestión de contenidos educativos	Cargar materiales accesibles (documentos, audios, videos). Incluir textos alternativos y descripciones. Actualizar o eliminar contenidos.
Creación de actividades y evaluaciones	Diseñar actividades accesibles. Crear evaluaciones en formatos compatibles con lectores de pantalla. Configurar fechas y criterios de evaluación.
Seguimiento académico	Visualizar el progreso de los estudiantes. Revisar entregas de actividades. Asignar calificaciones.
Retroalimentación estudiante	al Proporcionar comentarios accesibles. Comunicar observaciones sobre el desempeño académico. Resolver inquietudes académicas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Requisitos funcionales Rol Estudiante

Requisito Funcional	Acciones que se Realizan
Acceso a cursos	Ingresar a los cursos matriculados. Visualizar la estructura del curso. Navegar por el contenido mediante teclado.
Consulta de contenidos educativos	Leer materiales accesibles. Escuchar audios educativos. Reproducir videos con descripciones.
Desarrollo de actividades	Realizar actividades propuestas. Enviar evidencias de trabajo. Participar en evaluaciones accesibles.
Seguimiento académico	Consultar calificaciones. Visualizar retroalimentación del instructor. Revisar su progreso académico.
Gestión del perfil	Actualizar información personal. Configurar opciones de accesibilidad. Modificar credenciales de acceso.

Fuente: elaboración propia.

4.1.3 Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales describen todos los factores que no son inherentes a una función adicional de la plataforma e-learning, pero sin la cual el funcionamiento correcto del sistema es imposible. En otras palabras, los requisitos no funcionales incluyen la agilidad, la usabilidad, el rendimiento, la seguridad, la compatibilidad y la escalabilidad del sistema y, en este caso, el cumplimiento de WCAG 2.2. no funcional también puede describir cómo estos aspectos afectan la interacción del usuario con el producto, lo que garantiza que la experiencia de los usuarios será

eficiente, segura y desprovista de barreras. Es esencial sumergirse en las nociones anteriores para comprender por qué los requisitos no funcionales son tan cruciales para el juicio de verificación del software y cómo el cumplimiento de WCAG contribuye a un futuro de educación inclusiva.

Tabla 6. Requisitos no funcionales

Requisito Funcional	No Acciones que se Realizan
Accesibilidad	Implementar criterios WCAG 2.2. Garantizar navegación por teclado. Incluir textos alternativos y estructura semántica. Verificar compatibilidad con lectores de pantalla.
Usabilidad	Diseñar interfaces simples e intuitivas. Organizar contenidos de forma lógica. Reducir la carga cognitiva del usuario. Realizar pruebas de usabilidad con usuarios reales.
Compatibilidad	Asegurar funcionamiento en distintos navegadores. Verificar compatibilidad con tecnologías de asistencia. Adaptar el sistema a diferentes dispositivos.
Rendimiento	Optimizar tiempos de carga. Reducir el peso de los recursos multimedia. Garantizar funcionamiento estable en baja conectividad.
Seguridad	Implementar autenticación de usuarios. Proteger datos personales. Aplicar control de accesos por roles.
Escalabilidad	Diseñar una arquitectura modular. Permitir la adición de nuevos cursos y usuarios.

	Facilitar futuras ampliaciones del sistema.
Disponibilidad	Garantizar acceso continuo a la plataforma. Implementar mecanismos de respaldo. Minimizar tiempos de inactividad.
Mantenibilidad	Utilizar código limpio y documentado. Facilitar corrección de errores. Permitir actualizaciones sin afectar al usuario.
Portabilidad	Permitir despliegue en diferentes entornos. Facilitar migración del sistema. Reducir dependencias específicas.
Confiabilidad	Realizar pruebas continuas. Detectar y corregir fallos oportunamente. Garantizar estabilidad del sistema ante uso prolongado.

Fuente: elaboración propia.

4.1.4 Historias de usuario

Las historias de usuario son una parte importante de XP; es una herramienta que describe las necesidades del sistema y las expectativas de la manera más sencilla y directa posible. Las historias se centran en lo que se necesita, el cómo y el por qué es el papel de las tareas y el diseño. Como se mencionó anteriormente, el software tiene diferentes roles. Para cada uno de estos roles, se ha formulado la apropiación de la historia, ya que cada uno de ellos tiene interacciones descentralizadas con el sistema. Otro aspecto importante de las historias de desarrollo del usuario es la lente del acceso. La discapacidad visual no es una limitación para la interacción con el sistema.

Tabla 7. Historia de Usuario administrador

Historia de Usuario	Acciones que se Realizan	Tareas Específicas	Horas Estimadas
Como administrador, quiero gestionar los usuarios del sistema para controlar el acceso a la plataforma de forma segura.	Administrar usuarios y roles del sistema.	Diseñar formulario de gestión de usuarios. Implementar creación y edición de usuarios. Asignar roles y permisos. Validar accesibilidad del módulo.	20 horas
Como administrador, quiero gestionar los cursos para organizar la oferta académica de la plataforma.	Crear, editar y eliminar cursos.	Diseñar estructura de cursos. Implementar CRUD de cursos. Asignar instructores a cursos. Verificar navegación accesible.	18 horas
Como administrador, quiero supervisar el funcionamiento de la plataforma para garantizar su estabilidad y accesibilidad.	Monitorear el uso del sistema.	Implementar panel de control. Generar reportes básicos. Validar cumplimiento WCAG 2.2.	12 horas

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Historia de usuario Rol instructor

Historia de Usuario	Acciones que se Realizan	Tareas Específicas	Horas Estimadas
Como instructor, quiero crear cursos accesibles para ofrecer contenidos educativos inclusivos.	Crear y gestionar cursos.	Diseñar módulo de cursos. Implementar carga de contenidos. Agregar descripciones accesibles. Probar compatibilidad con lectores de pantalla.	20 horas
Como instructor, quiero diseñar actividades accesibles para evaluar a los estudiantes.	Crear actividades y evaluaciones.	Diseñar formularios accesibles. Implementar envío de actividades. Configurar criterios de evaluación. Validar navegación por teclado.	18 horas
Como instructor, quiero realizar seguimiento al progreso del estudiante para mejorar el proceso de aprendizaje.	Consultar avances y calificaciones.	Implementar vista de seguimiento. Mostrar calificaciones accesibles. Agregar retroalimentación textual.	14 horas

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Historia de usuario Rol estudiante

Historia de Usuario	Acciones que se Realizan	Tareas Específicas	Horas Estimadas
Como estudiante, quiero acceder a los cursos para iniciar mi proceso de aprendizaje de manera autónoma.	Acceder a cursos matriculados.	Diseñar vista de cursos. Implementar navegación accesible. Validar lectura con lector de pantalla.	15 horas
Como estudiante, quiero consultar contenidos educativos accesibles para comprender los temas del curso.	Visualizar materiales educativos.	Implementar visor de contenidos. Agregar textos alternativos. Optimizar carga de recursos.	18 horas
Como estudiante, quiero realizar actividades y evaluaciones para demostrar lo aprendido.	Enviar actividades y responder evaluaciones.	Diseñar formularios accesibles. Implementar envío de respuestas. Confirmar retroalimentación del sistema.	16 horas
Como estudiante, quiero consultar mis calificaciones para hacer seguimiento a mi progreso académico.	Visualizar resultados y retroalimentación.	Implementar módulo de calificaciones. Mostrar resultados accesibles. Validar comprensión del contenido.	10 horas

Fuente: elaboración propia.

4.2 Diseño bajo directrices WCAG 2.2 analizadas en la fase previa, asegurando compatibilidad con tecnologías asistidas como lectores de pantalla (e.g., NVDA o JAWS)

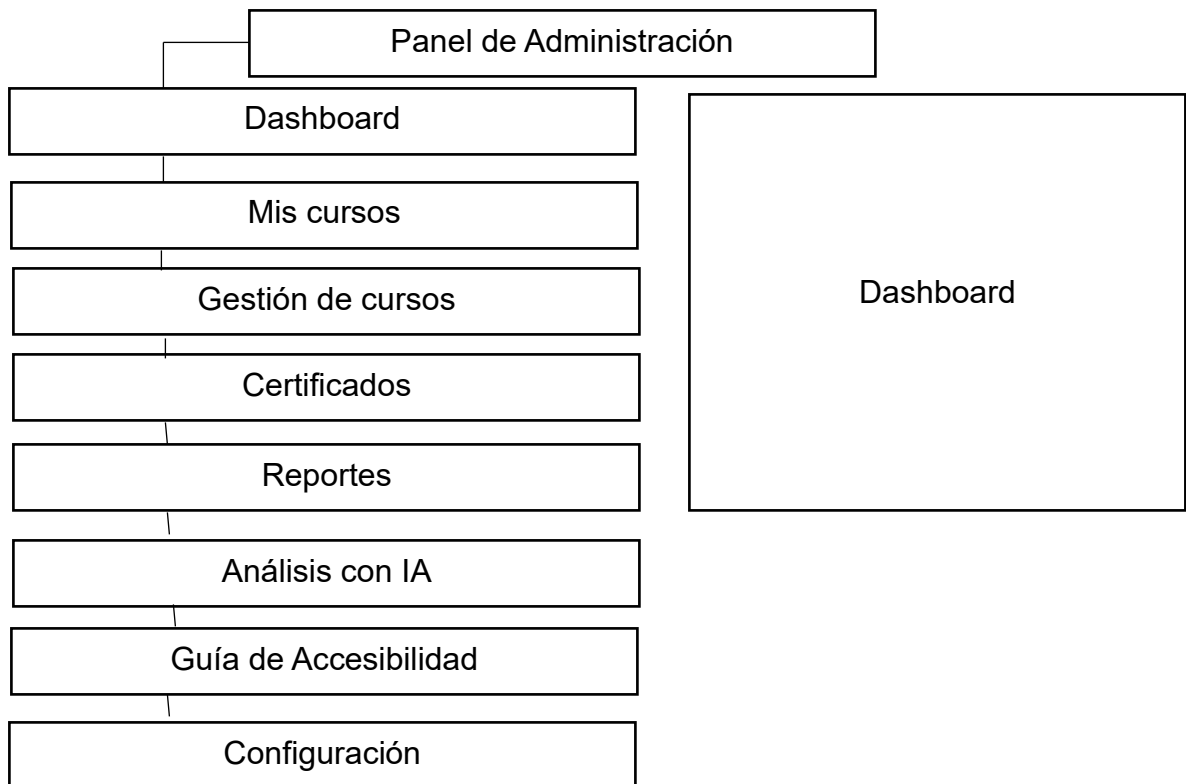
Fase de diseño

De tal forma, este diseño es uno de los ejes del proyecto de investigación, ya que asegura la accesibilidad de la plataforma e-learning por parte de personas con discapacidad visual. En este capítulo, se describirán los modos en que los principios de perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad y robustez están implementados en la estructura y la interfaz del sistema, así como en el contenido. Además, se considerarán los criterios como alternativas textuales, contraste, la navegación por medio de teclado y el uso de tecnologías de asistencia.

4.2.1 Diseño de navegación del administrador

El diseño de navegación del administrador ha sido desarrollado en función de la eficiencia y seguridad conceptual del sistema, proponiendo una línea específica de opciones de navegación a través de controles bien definidos y claros. Siguiendo esta idea, el informe incluirá una descripción de la estructura del menú, las opciones en orden jerárquico y los flujos de navegación para las funciones correspondientes a la administración de los usuarios, los cursos y las funciones y configuraciones generales de la plataforma, respectivamente. Además, se mostrará cómo se ha logrado un proceso de navegación fácil y accesible de acuerdo con los requisitos de las WCAG 2.2 y las vinculaciones de teclado, la lectura de texto y las posibilidades de interacción entendibles.

Figura 2. Navegación Rol administrador



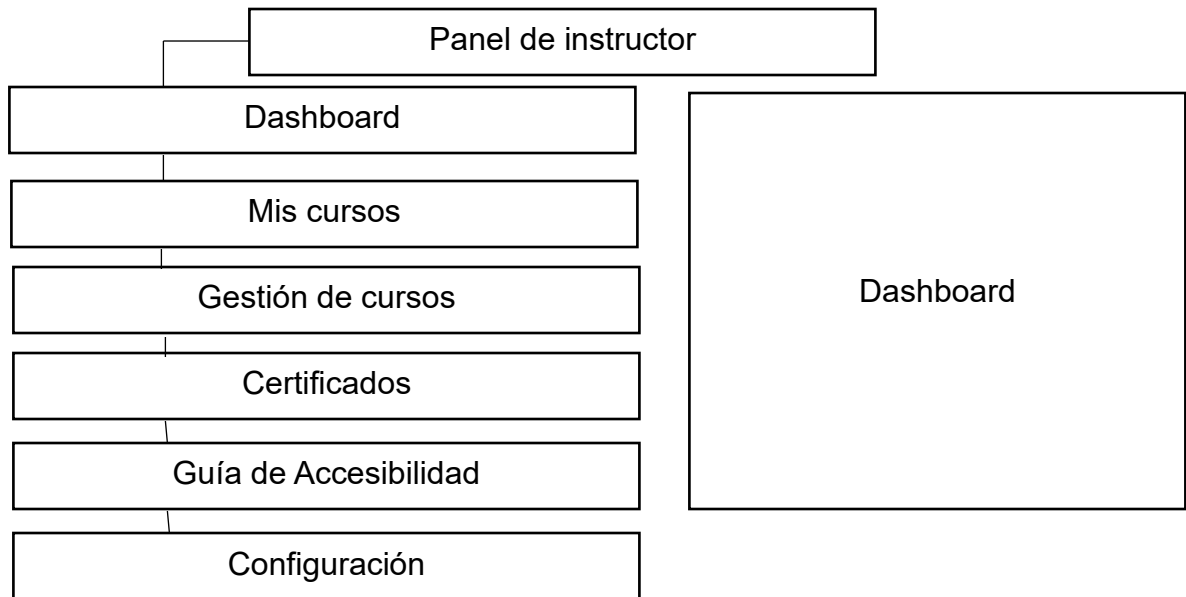
Fuente: elaboración propia.

El diseño de navegación para el rol de administrador de la plataforma e-learning fue otro paso clave, que valoraba la simplicidad y facilidad de uso de esta interfaz. Un enfoque dedicado a esta etapa permitió mantener la funcionalidad y claridad de las secciones principales del sistema. Además, la gravedad de esta etapa consistía en el desarrollo de una base estable para la futura fase de creación de software. En otras palabras, la tarea principal consistía en garantizar que los administradores actuales pudieran interactuar de la forma más efectiva posible con la plataforma y mejorar el proceso de gestión.

4.2.2 Diseño de navegación instructor

En el caso del diseño de navegación propuesto al rol de instructor, la meta es simplificar la creación, organización y seguimiento de los procesos formativos en el entorno e-learning. Por lo tanto, bajo el diseño propuesto, el sistema generará una distribución clara de menús y accesos directos a las funciones más esenciales para el rol de docencia, incluyendo la programación de cursos, la carga de material, la configuración de tareas y actividades, y la revisión del progreso de la comunidad estudiantil. Adicionalmente, la navegación fue diseñada para ser coherente y abordar la previsión. El objetivo es abordar y disminuir la curva de aprendizaje al tiempo que respalda la transición a interfaces funcionales diseñadas en el proceso de desarrollo de software.

Figura 3. Diseño de navegación rol instructor



Fuente: elaboración propia.

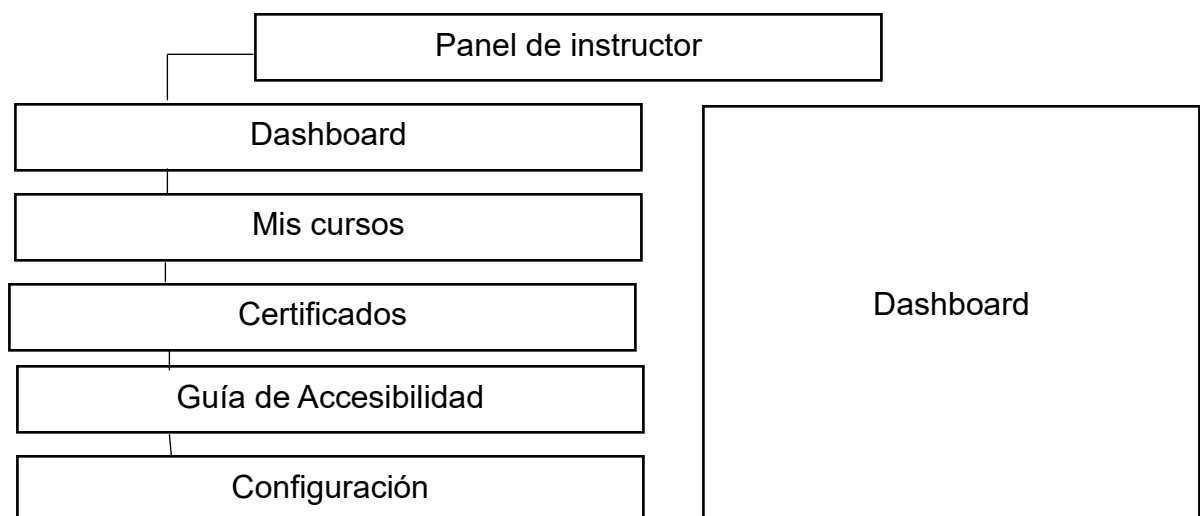
De esta manera, el diseño de navegación mencionado resulta esencial para el desarrollo ya que permitió definir en etapas tempranas la estructura lógica del sistema y el recorrido que el usuario haría dentro de cada módulo del software.

Gracias a esto, no solo se aclararon los flujos de trabajo del rol instructor, sino que se definieron claramente la cantidad de pantallas necesarias, se priorizaron funcionalidades, y se acotaron requisitos ambiguos. Adicionalmente, este diseño permitió hacer una planificación y estimación de tiempos para el desarrollo del frontend y el backend, facilitando su implementación.

4.2.3 Diseño de navegación del usuario

Por otro lado, se estructuró un diseño de navegación para el rol usuario, con la finalidad de brindar un acceso ordenado y sencillo a las funcionalidades más importantes de la plataforma e-learning. Este consideró las distintas rutas para acceder al sistema, visualizar los cursos disponibles, inscribirse, acceder a los contenidos, entregar actividades, y finalmente, revisar sus notas o retroalimentaciones. Del mismo modo, se desarrolló una navegación consistente de una pantalla a otra. Esto implica una limitada cantidad de opciones sin caer en la saturación, incentivando una experiencia intuitiva y natural. Todo lo anterior, con la intención de que el usuario pudiera interactuar eficientemente sin encontrarse con trabas en su proceso de enseñanza.

Figura 4. Diseño de navegación rol instructor

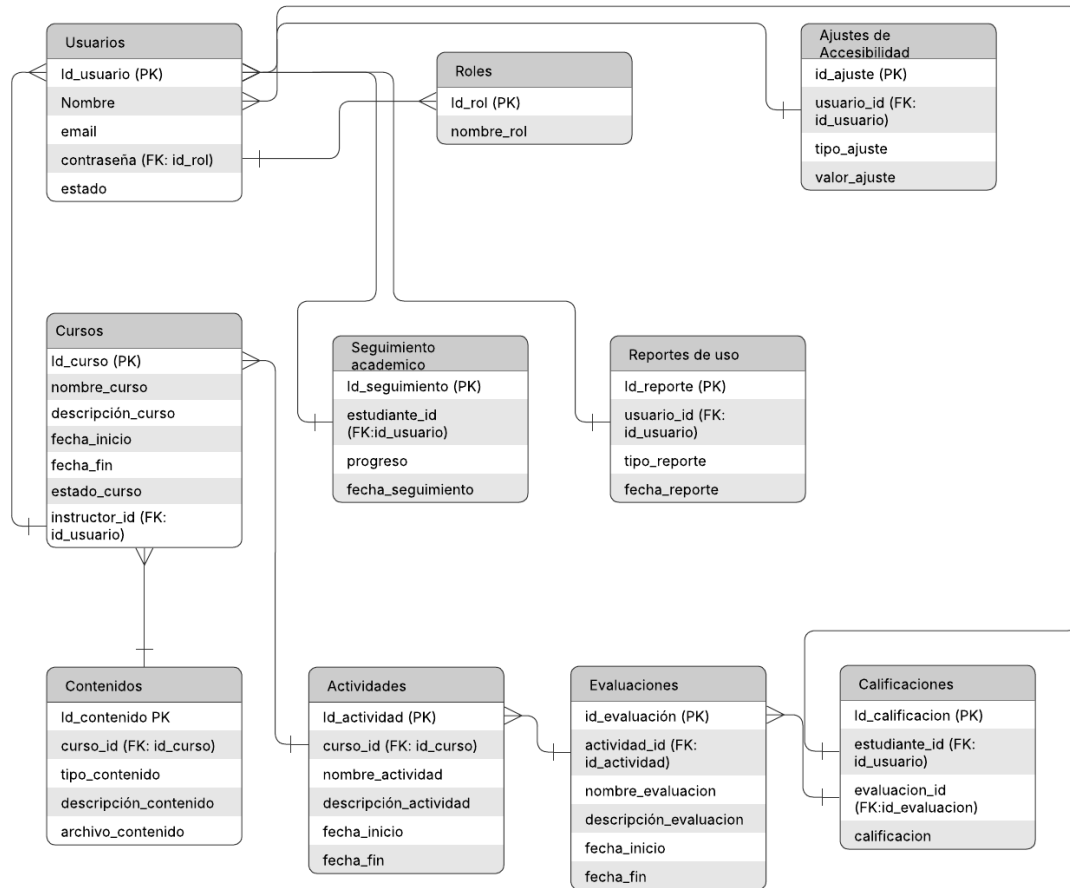


Contar con este diseño de navegación fue relevante para el rol usuario en tanto permitió anticipar cómo se organizarían los contenidos y cuáles serían los recorridos principales en la plataforma. Con ello, fue posible traducir los requerimientos en pantallas, componentes e interacciones concretas de forma consistente y sin dejar detalles al azar o dejando a interpretación. Además, orientó sobre qué funcionalidades priorizar, cómo definir la estructura de menús y rutas, y asegurar una experiencia coherente desde la primera interacción. En consecuencia, se redujeron retrabajos, se optimizó el desarrollo de la interfaz y se validó que el producto respondiera a lo que efectivamente requería el usuario que lo utilizaría.

4.2.4 Modelo entidad relación (ER)

Con el objetivo de preparar la información que administraría la plataforma e-learning y servir como base de diseño para la base de datos que alojaría al sistema, se planteó un modelo entidad-relación. Este modelo permitió identificar las entidades principales en el sistema a modelar, a saber, usuarios, cursos, lecciones, actividades, evaluaciones y roles, así como definir los atributos que las caracterizarían y las relaciones de jerarquización ente entre sí. De este modo, mediante esta representación, se pudo estructurar la lógica de almacenamiento y consultas de datos, disminuir las ambigüedades de requerimientos y habilitar la implementación de back-end. Por lo consiguiente, el procesamiento del software se estructuró de manera más coherente y penalizada.

Figura 5. Modelo entidad relación



Fuente: elaboración propia.

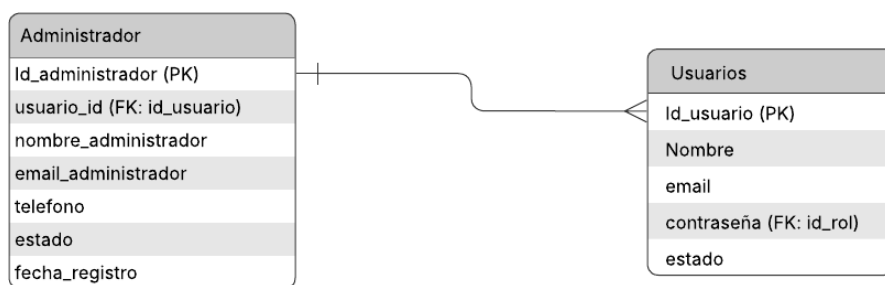
Para la investigación fue importante contar con el modelo entidad-relación ya que este contribuyó a fundamentar, en términos técnicos y comprobables, qué estructura de datos soportaría la plataforma e-learning. Por un lado, aportó a clarificar y justificar bajo qué criterios de diseño se proyectaron las entidades, atributos y relaciones analizados. Por otro, mostró evidencia objetiva de que hubo coherencia entre los requerimientos a ser satisfechos, la arquitectura del sistema y la implementación luego desarrollada. Por último, otorgó un basamento metodológico al proceso investigativo dado que constituyó una evidencia de lo “medido” o

planeado por el investigador, es decir, demostrar cómo aseguró que la información fuera organizada, íntegra y trazable por dentro del software a implementar.

4.2.4.1 *Modelo entidad Administrador*

El modelo entidad se creó para el rol de administrador del software. El propósito de este es estructurar y organizar la información referente a la gestión de usuarios entre los que se encuentran administradores y alumnos, los cursos y la administración general de la plataforma. Parte de la creación de tablas específicas como la tabla de administradores, la cual contiene información básica como el identificador único del administrador, el correo, el teléfono y el estado de su cuenta. Además, se tuvieron que definir relaciones con entidades ajenas como usuarios para mantener la consistencia de los datos y el sistema de manera general. Este modelo bien implementado permite una adecuada gestión de la plataforma y de un modo elástico la administración de esta por parte de los administradores.

Figura 6. Modelo entidad administrador



Fuente: elaboración propia.

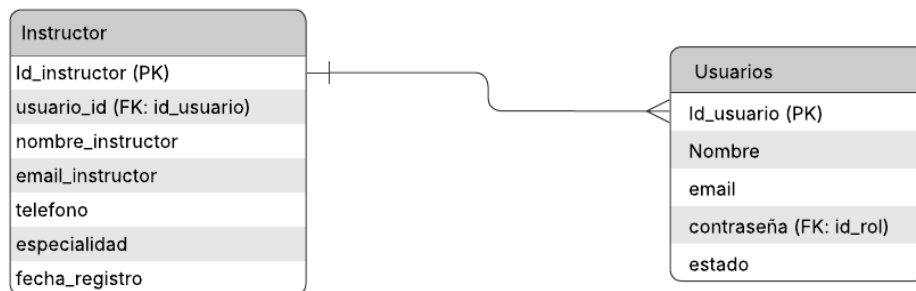
El haber realizado el modelo entidad del rol de administrador fue importante con respecto a que entregaba una estructura clara y organizada de los datos que hacían relación con la gestión de sistema. De este modo, sustentaba desde el foco teórico cómo se iba a realizar la gestión de la información de los administradores dentro de

la plataforma, asegurando que se cumpliera con los requisitos funcionales eficientemente. Por otro lado, desarrolló una vista tentativa de las interacciones entre las diversas entidades que existirían en el sistema, lo cual entregó mayor claridad en la realización del proceso de investigación y una fundación sólida para el desarrollo e implementación del software.

4.2.4.2 *Modelo entidad instructor*

El modelo entidad para el rol de instructor del software fue desarrollado con el fin de estructurar y organizar la información relacionada con la realización de cursos y actividades a cargo de los instructores. Para ello, se crearon tablas específicas como la tabla de instructores, donde se almacenó información primordial, como el ID del instructor, su especialidad, correo electrónico y teléfono. Al mismo tiempo, se realizaron relaciones con otras entidades como cursos y usuarios con el fin de garantizar una correcta gestión global e integración de los distintos componentes del sistema. Debido a la implementación de este modelo, fue posible llevar una correcta gestión del acceso y funciones del instructor en la plataforma.

Figura 7. Modelo entidad instructor



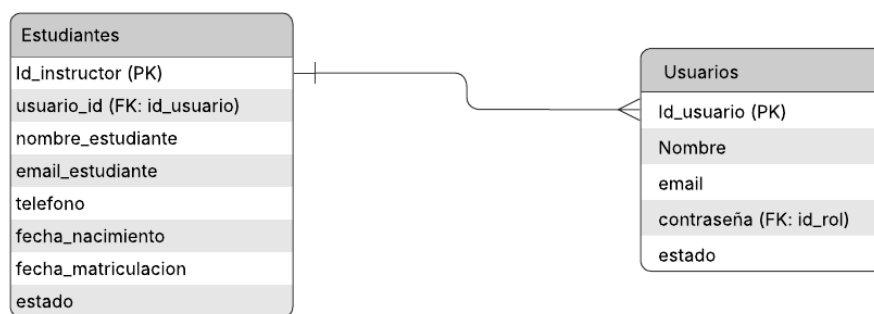
Fuente: elaboración propia.

La importancia de hacer el modelo entidad para el rol de instructor fue su capacidad para estructurar y organizar la información de manera limpia del sistema. Con este modelo, había un apoyo sólido en la administración de cursos y cualquier otra actividad asignada a ellos que permitía una clara asignación de roles y monitoreo de ello. Dado que el modelo tenía relaciones y conexiones con otras entidades dentro del sistema como usuarios y cursos, había una importación e integración clara y eficiente de los datos. Esto contribuyó significativamente a una planificación y desarrollo de software mejor y más efectiva.

4.2.4.3 Modelo entidad estudiante

El modelo entidad del rol de estudiante del software fue elaborado con el propósito de configurar y reordenar la información sobre los estudiantes en la plataforma. Este incluyó la creación de una serie de tablas que albergan información específica, uno de los ejemplos es la tabla de estudiantes; donde se guardaron datos cruciales sobre el estudiante tales como su identificación, su correo electrónico, su teléfono, su fecha de nacimiento y su estatus. Así también, definió la relación con otras entidades como los cursos y usuarios para facilitar una integración apropiada entre los componentes.

Figura 8. Modelo entidad estudiante



Fuente: elaboración propia.

4.2.5 Modelado del Software

El modelado del software se realizó en etapas para estructurar gradual y sistemáticamente los componentes diferentes del sistema. El modelado en etapas dividió el proceso en etapas manejables, desde la recolección de requisitos y la definición de las entidades claves para el software de implementación. En primer lugar, se desarrollaron modelos ER para los componentes clave del software, incluidos el ingreso de usuarios y la gestión del sistema. Los modelos incluían el modelo para un administrador, el modelo uno a muchos para completar y el modelo uno a uno para secciones e instrucciones. Cada etapa del modelado pretendía establecer la coherencia entre las entidades, la relación entre entidades y la funcionalidad del sistema, lo que permitió una implementación coherente y escalonada. El modelado por etapas permitió la identificación temprana de correcciones y mejoras con un desarrollo de software eficiente.

4.2.5.1 Descripción de casos de uso

La descripción de los casos de uso fue un aspecto crucial de la investigación como medio para ilustrar explícitamente cómo se esperaba que los diversos usuarios intercambiaran con el sistema. La definición clara de la interacción de los usuarios con el sistema ayudó a identificar y describir las características fundamentales de la plataforma, lo que aseguró que el desarrollo cumpliría con los requisitos para cada tipo de usuario involucrado, es decir, administrador, instructores y estudiantes. Describir los casos presentó al investigador una idea clara sobre los flujos de proceso y los requisitos del usuario, por lo que captó de inmediato cualquier preocupación en potencia y área de enfoque. Como resultado, esto también se usó como punto de referencia para el desarrollo, lo que significa que este investigador garantizó que el software se diseñara de acuerdo con la expectativa del usuario, una base obvia de la inversión académica.

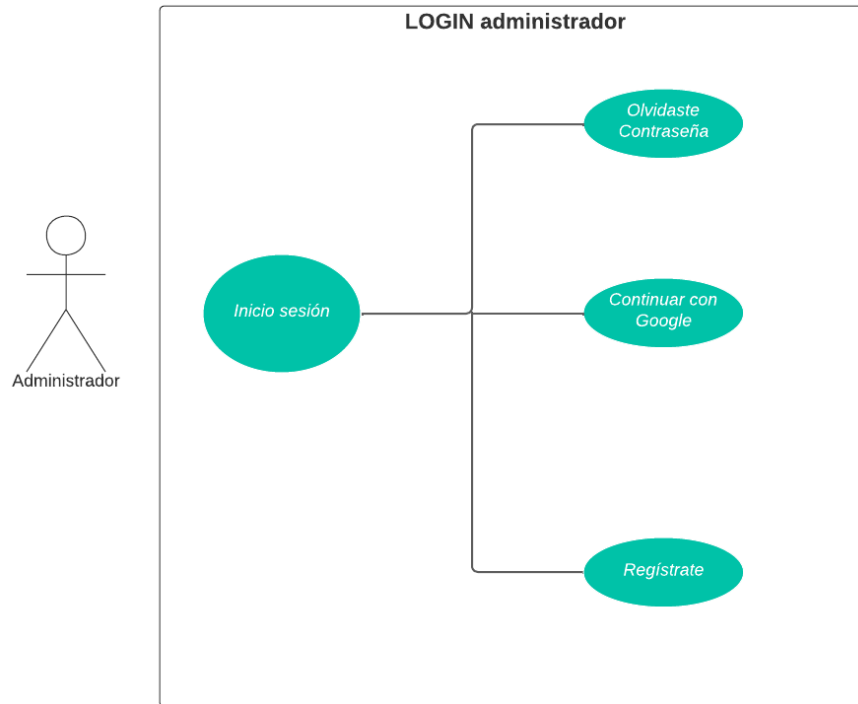
4.2.6 Diagrama UML

Se diseñaron los respectivos diagramas UML de cada uno de los roles participantes en la plataforma, con el propósito de dar una visión gráfica de las interacciones y relaciones que habrán de sostener los diferentes actores con el sistema. Al mismo tiempo, se redactaron las descripciones detalladas de cada caso de uso perteneciente a los roles de administrador, instructor y estudiante. De esta forma, la adopción de este enfoque dio lugar a un entendimiento holístico de las funcionalidades de la aplicación, en la medida en que los diagramas UML proporcionaron una visión esquematizada de los flujos de trabajo y la extensión de las acciones que cada rol implicaba, mientras que las descripciones de los casos de uso suministraron un análisis profundo de cada carpeta. Ambos procesos permitieron identificar claramente los requerimientos funcionales, explorar posibles áreas de mejora e, incluso, anticipar el contexto de uso que se espera del software.

4.2.6.1 Caso de uso administrador

Para el administrador, se realizó el diagrama UML, así como el caso de uso a fin de detallar las interacciones y funcionalidades específicas que este rol debería desempeñar en la plataforma. El diagrama consistió en mostrar gráficamente las interrelaciones del administrador y las entidades de usuario, cursos y configuración de plataforma. Asimismo, la descripción del caso de uso elaborada describe los pasos y campos para que el administrador lleve a cabo la actividad, como gestionar cuentas de usuario y roles, configurar parámetros generales y supervisar la actividad del sistema.

Figura 9. Login administrador



Fuente: elaboración propia.

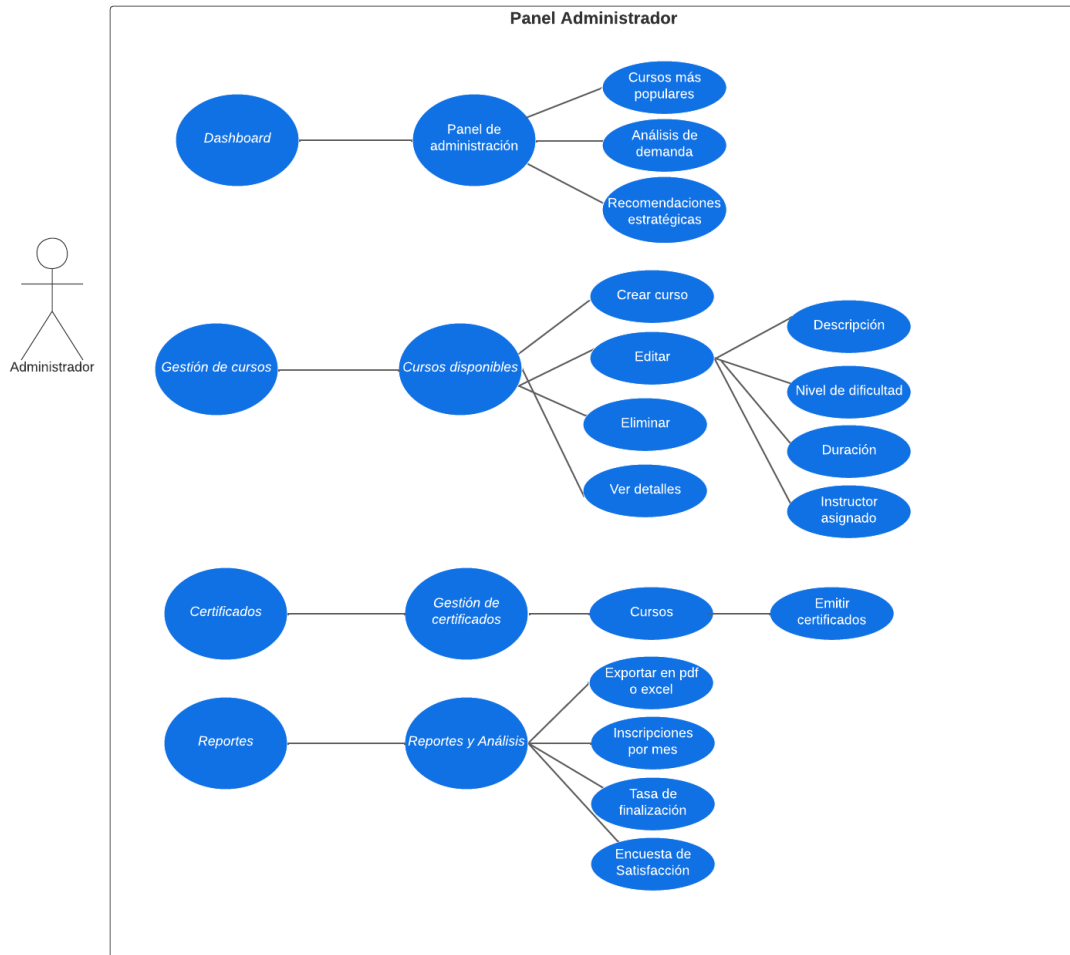
Tabla 10. Descripción caso de uso Login Admin

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-01
Actores	Administrador
Nombre	Login Administrador
Propósito	Permitir que un administrador ingrese al sistema utilizando credenciales propias o autenticación mediante Google.
Precondiciones	El administrador tiene una cuenta activa en el sistema. El administrador tiene credenciales válidas (usuario y contraseña) o acceso a Google.
Postcondiciones	El administrador ha iniciado sesión y tiene acceso a la plataforma.
Excepciones	El administrador olvida la contraseña y selecciona la opción "Olvidaste Contraseña".

	El administrador no tiene cuenta y selecciona la opción "Registrarse".
	El administrador no puede usar la opción "Continuar con Google".
Flujo Normal	1. El administrador ingresa su nombre de usuario y contraseña.
	2. El sistema valida las credenciales introducidas.
	3. Si las credenciales son correctas, el administrador accede a la plataforma.
Flujo Alternativo	El administrador hace clic en "Olvidaste Contraseña" para recuperar su cuenta.
	El administrador selecciona "Registrarse" para crear una nueva cuenta.
Condiciones de Éxito	El administrador ha ingresado correctamente a la plataforma y puede acceder a todas las funciones del sistema.
	El sistema valida las credenciales y otorga el acceso al sistema.

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Caso de uso Dashboard Administrador



Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Descripción caso de uso Cursos más populares

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-02
Actores	Administrador
Nombre	Panel de administración - Cursos más populares
Propósito	Permitir al administrador visualizar los cursos más populares en la plataforma.
Precondiciones	El administrador debe estar autenticado en el sistema.

Postcondiciones	El administrador visualiza los cursos más populares.
Excepciones	No hay cursos populares registrados.
Flujo Normal	1. El administrador selecciona la opción de "Cursos más populares". 2. El sistema muestra los cursos más populares según las estadísticas de uso.
Flujo Alternativo	El sistema muestra un mensaje si no hay suficientes datos para mostrar los cursos más populares.
Condiciones de Éxito	El administrador ve los cursos más populares correctamente.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Descripción caso de uso análisis de demanda

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-03
Actores	Administrador
Nombre	Panel de administración - Análisis de demanda
Propósito	Permitir al administrador analizar la demanda de cursos en la plataforma.
Precondiciones	El administrador debe estar autenticado y tener acceso a los reportes de demanda.
Postcondiciones	El administrador obtiene un análisis detallado de la demanda de cursos.
Excepciones	El administrador no tiene acceso a los reportes de demanda.
Flujo Normal	1. El administrador selecciona "Análisis de demanda". 2. El sistema presenta los análisis de demanda de cursos.
Flujo Alternativo	El sistema muestra un mensaje de error si no se pueden generar los datos de demanda.
Condiciones de Éxito	El administrador visualiza el análisis de demanda correctamente.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Descripción caso de uso crear curso

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-04
Actores	Administrador
Nombre	Gestión de cursos - Crear curso
Propósito	Permitir al administrador crear nuevos cursos en la plataforma.
Precondiciones	El administrador debe estar autenticado y tener permisos para crear cursos.
Postcondiciones	Un nuevo curso ha sido creado y agregado al sistema.
Excepciones	El administrador no tiene los permisos adecuados para crear un curso.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador selecciona "Crear curso". 2. El sistema presenta un formulario de creación de curso. 3. El administrador completa los detalles y guarda el curso.
Flujo Alternativo	Si el administrador no completa los campos obligatorios, el sistema muestra un mensaje de error.
Condiciones de Éxito	El curso se ha creado correctamente y está disponible en el sistema.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Descripción caso de uso Gestión de certificados

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-05
Actores	Administrador
Nombre	Gestión de certificados - Emitir certificados
Propósito	Permitir al administrador emitir certificados para los estudiantes que hayan completado un curso.
Precondiciones	El administrador debe estar autenticado y tener permisos para emitir certificados.
Postcondiciones	Los certificados han sido generados y enviados a los estudiantes correspondientes.
Excepciones	El administrador no tiene permisos para emitir certificados o el curso no está completado por el estudiante.

Flujo Normal	1. El administrador selecciona "Emitir certificados".
	2. El sistema presenta los estudiantes que han completado el curso.
	3. El administrador emite los certificados para los estudiantes seleccionados.
Flujo Alternativo	Si algún estudiante no cumple los requisitos para recibir el certificado, el sistema muestra un mensaje de advertencia.
Condiciones de Éxito	Los certificados se han emitido correctamente a los estudiantes.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Descripción caso de uso reportes y análisis

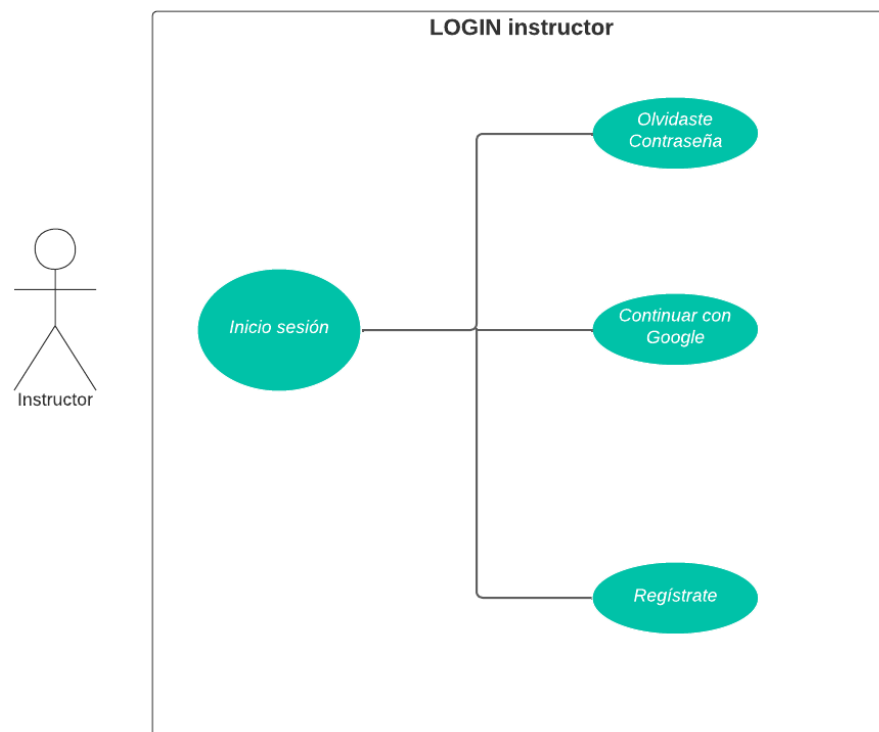
Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-06
Actores	Administrador
Nombre	Reportes y Análisis
Propósito	Permitir al administrador visualizar análisis y reportes detallados sobre la actividad de los cursos.
Precondiciones	El administrador debe estar autenticado y tener permisos para generar y visualizar reportes.
Postcondiciones	El administrador visualiza los reportes y análisis sobre la actividad del sistema.
Excepciones	El administrador no tiene acceso a los reportes o el sistema no tiene datos suficientes para generar los reportes.
Flujo Normal	1. El administrador selecciona "Reportes y Análisis".
	2. El sistema genera los reportes con la información actualizada.
Flujo Alternativo	El sistema muestra un mensaje si no hay información disponible o si el administrador no tiene permisos.
Condiciones de Éxito	Los reportes se muestran correctamente con datos relevantes.

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.2 Caso de uso instructor

Por tanto, el caso de uso desarrollado para el Instructor en la plataforma de administración de cursos es la capacidad de gestionar la creación, edición y seguimiento de los cursos impartidos. El instructor inicia sesión en el sistema y accede al panel de la cuenta. Más tarde, el instructor elige el enlace para la administración de cursos, lo que abre la posibilidad de crear nuevos cursos, modificar los ya existentes o borrar cursos que carecen de sentido en el contexto actual. Además, se implementa una funcionalidad que proporciona la oportunidad de ver el progreso de sus estudiantes o verificar las tareas y la entrega asociadas para poder otorgar las formas y las calificaciones.

Figura 11. Caso de uso Login Instructor



Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. Descripción caso de uso login instructor

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-07
Actores	Instructor
Nombre	Login Instructor
Propósito	Permitir que el instructor inicie sesión en la plataforma utilizando su cuenta, ya sea con sus credenciales de usuario y contraseña o mediante su cuenta de Google.
Precondiciones	El instructor debe tener una cuenta registrada en el sistema.
Postcondiciones	El instructor ha iniciado sesión correctamente y tiene acceso a las funcionalidades correspondientes a su rol.
Excepciones	El instructor olvida su contraseña y selecciona "Olvidaste Contraseña".
	El instructor no tiene cuenta y decide registrarse.
	El instructor no tiene acceso a Google para iniciar sesión con esa opción.
Flujo Normal	1. El instructor ingresa a la página de inicio de sesión.
	2. El instructor ingresa su usuario y contraseña en los campos correspondientes.
	3. El sistema valida las credenciales y da acceso al instructor.
Flujo Alternativo	1. Si el instructor olvida su contraseña, selecciona "Olvidaste Contraseña" y sigue el proceso de recuperación.
	2. Si el instructor no tiene cuenta, selecciona "Regístrate" para crear una nueva cuenta.
	3. Si el instructor elige "Continuar con Google", se le solicita acceso a su cuenta de Google.
Condiciones de Éxito	El instructor ha iniciado sesión correctamente y tiene acceso completo a las funcionalidades correspondientes.

Fuente: elaboración propia.

También se hizo una posibilidad de proporcionar una retroalimentación para los estudiantes para mantener el proceso de aprendizaje fácilmente accesible. Dentro del caso de uso, se validaron todas estas funcionalidades para asegurarse de que las herramientas de administración estén a mano y el flujo de trabajo en general para el instructor sea adecuado.

Figura 12. Diagrama caso de uso Dashboard instructor



Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. Descripción de caso de uso Dashboard instructor

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-08
Actores	Instructor
Nombre	Dashboard
Propósito	Permitir que el instructor visualice el estado general de su actividad en la plataforma, como los cursos, borradores y estudiantes.
Precondiciones	El instructor debe estar autenticado en el sistema.

Postcondiciones	El instructor puede visualizar el estado general y los detalles de su actividad en la plataforma.
Excepciones	El instructor no tiene acceso a los datos.
Flujo Normal	1. El instructor ingresa al panel de administración. 2. El sistema muestra la información relevante en el dashboard, incluyendo cursos, borradores y estudiantes.
Flujo Alternativo	Si no hay información disponible, el sistema muestra un mensaje de advertencia o vacío.
Condiciones de Éxito	El instructor visualiza correctamente toda la información clave del dashboard.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Descripción de caso de uso Mis cursos

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-09
Actores	Instructor
Nombre	Mis cursos
Propósito	Permitir al instructor visualizar todos los cursos que ha creado o está gestionando.
Precondiciones	El instructor debe estar autenticado y tener cursos creados o en proceso.
Postcondiciones	El instructor puede visualizar todos los cursos que ha creado o gestionado.
Excepciones	El instructor no tiene cursos creados o no tiene acceso a ellos.
Flujo Normal	1. El instructor selecciona "Mis cursos". 2. El sistema muestra una lista de los cursos disponibles y sus estados (publicados, borradores).
Flujo Alternativo	Si no hay cursos disponibles, el sistema muestra un mensaje indicando que no se han encontrado cursos.
Condiciones de Éxito	El instructor visualiza correctamente la lista de cursos disponibles.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. Descripción caso de uso accesibilidad

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-10
Actores	Instructor
Nombre	Guía de accesibilidad
Propósito	Proporcionar al instructor una guía para facilitar la navegación accesible en la plataforma.
Precondiciones	El instructor debe estar autenticado y tener acceso a la guía de accesibilidad.
Postcondiciones	El instructor puede acceder a la guía y utilizar la plataforma de manera accesible.
Excepciones	El instructor no tiene acceso a la guía o hay error en la carga del contenido.
Flujo Normal	1. El instructor selecciona "Guía de accesibilidad". 2. El sistema muestra la guía con las instrucciones y recomendaciones de accesibilidad.
Flujo Alternativo	Si el contenido de la guía no se carga correctamente, el sistema muestra un mensaje de error.
Condiciones de Éxito	El instructor visualiza correctamente la guía de accesibilidad.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Descripción caso de uso Configuración

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-11
Actores	Instructor
Nombre	Configuración
Propósito	Permitir al instructor configurar preferencias personales, como la seguridad y la visualización.
Precondiciones	El instructor debe estar autenticado y tener acceso a la configuración.
Postcondiciones	El instructor puede personalizar sus preferencias de configuración.
Excepciones	El instructor no tiene acceso a la configuración o hay error en el sistema.
Flujo Normal	1. El instructor selecciona "Configuración".

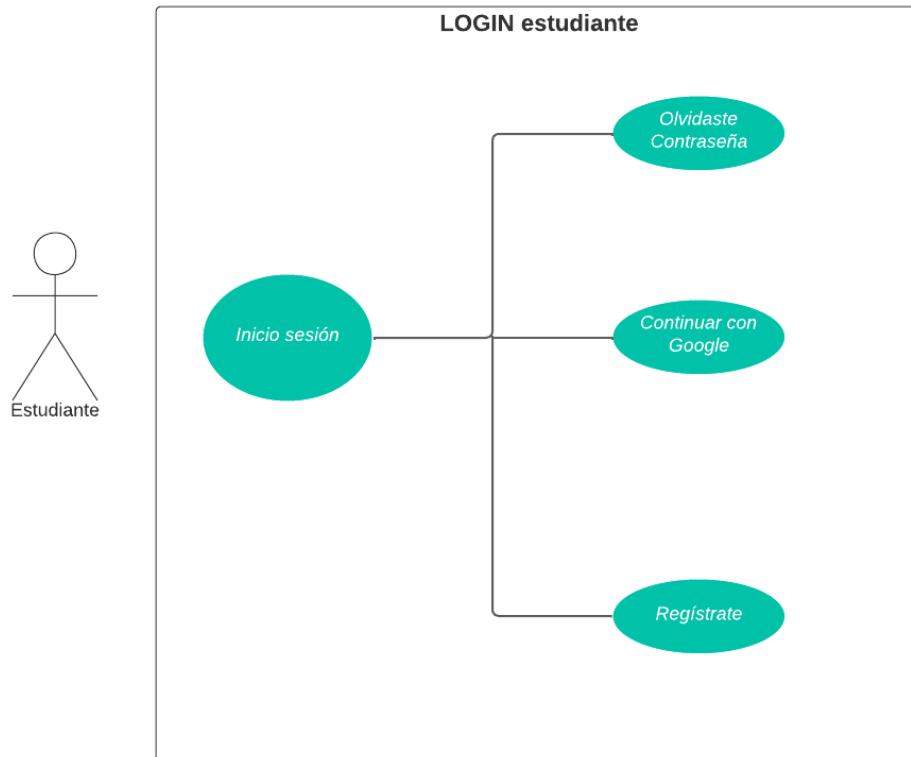
	2. El sistema muestra las opciones de configuración disponibles.
	3. El instructor ajusta las configuraciones según sus necesidades y guarda los cambios.
Flujo Alternativo	Si el instructor no puede acceder a las configuraciones, el sistema muestra un mensaje de error.
Condiciones de Éxito	El instructor actualiza correctamente sus preferencias de configuración.

Fuente: elaboración propia.

4.2.6.3 Caso de uso estudiante

De esta manera, el caso de uso del estudiante en la plataforma de e-learning se ha llevado a cabo con el propósito de abordar la interacción del estudiante con los cursos y actividades. El proceso comenzó con el acceso del estudiante después de iniciar sesión, que pudo realizarse tanto con credenciales ordinarias como con una cuenta de Google. Después de la autenticación, el estudiante puede acceder a los cursos disponibles, interactuar con los materiales educativos propios, participar en actividades y evaluaciones, ver las calificaciones y la retroalimentación, modificar la información de registro del perfil e incluso ajustar las opciones de accesibilidad. Los controles de teclado y lector de pantalla son accesibles en todas las etapas software.

Figura 13. Diagrama de caso de uso Login estudiante



Fuente: elaboración propia.

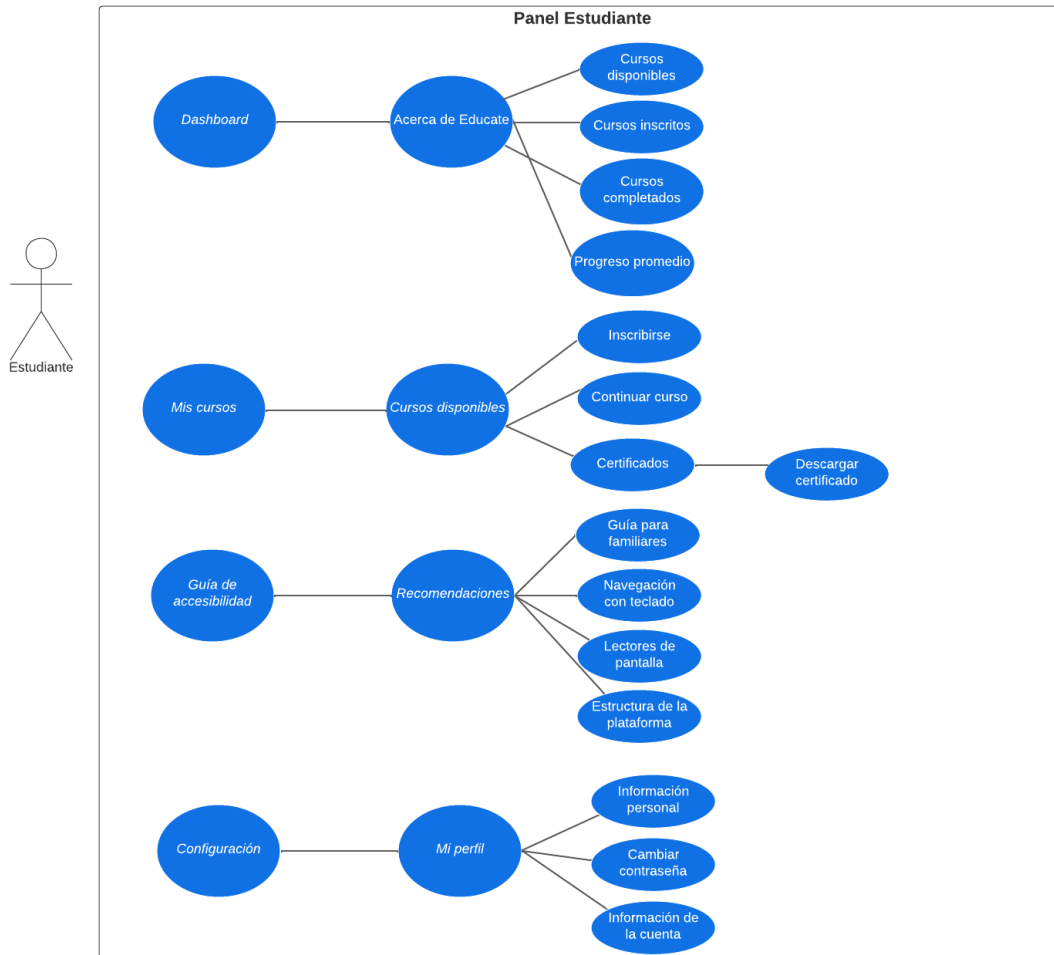
Tabla 21. Descripción caso de uso Login estudiante

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-12
Actores	Estudiante
Nombre	Login Estudiante
Propósito	Permitir que el estudiante inicie sesión en la plataforma utilizando sus credenciales o autenticación mediante Google.
Precondiciones	El estudiante debe tener una cuenta registrada en el sistema o una cuenta de Google vinculada.
Postcondiciones	El estudiante ha iniciado sesión correctamente y tiene acceso a su cuenta para interactuar con los cursos y actividades.
Excepciones	El estudiante olvida su contraseña y selecciona "Olvidaste Contraseña".

	El estudiante no tiene cuenta y selecciona "Registrate" para crear una nueva cuenta.
	El estudiante no tiene acceso a Google para iniciar sesión con esa opción.
Flujo Normal	1. El estudiante accede a la página de inicio de sesión.
	2. El estudiante ingresa su nombre de usuario y contraseña o elige "Continuar con Google".
	3. El sistema valida las credenciales y permite el acceso a la cuenta del estudiante.
Flujo Alternativo	1. Si el estudiante olvida su contraseña, selecciona "Olvidaste Contraseña" y sigue el proceso de recuperación de cuenta.
	2. Si el estudiante no tiene cuenta, selecciona "Registrate" para crear una nueva cuenta.
	3. Si el estudiante elige "Continuar con Google", se le solicita que inicie sesión con su cuenta de Google.
Condiciones de Éxito	El estudiante ha iniciado sesión correctamente y tiene acceso a las funcionalidades correspondientes de su cuenta.

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama caso de uso Dashboard Estudiante



Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. Descripción caso de uso Dashboard estudiante

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-13
Actores	Estudiante
Nombre	Dashboard
Propósito	Permitir al estudiante visualizar un resumen de su actividad en la plataforma, como cursos disponibles, inscritos y progreso.
Precondiciones	El estudiante debe estar autenticado en el sistema.

Postcondiciones	El estudiante puede ver el estado general de su actividad en la plataforma.
Excepciones	El estudiante no tiene acceso a la información del dashboard.
Flujo Normal	1. El estudiante ingresa al panel principal. 2. El sistema muestra información clave, como cursos disponibles, inscritos y progreso.
Flujo Alternativo	Si no hay información disponible, el sistema muestra un mensaje indicando la falta de datos.
Condiciones de Éxito	El estudiante visualiza correctamente la información del dashboard.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23.Descripción caso de uso Mis cursos

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-02
Actores	Estudiante
Nombre	Mis cursos
Propósito	Permitir al estudiante visualizar los cursos en los que está inscrito y su estado actual.
Precondiciones	El estudiante debe estar autenticado en el sistema y tener cursos inscritos.
Postcondiciones	El estudiante puede ver los cursos en los que está inscrito.
Excepciones	El estudiante no tiene cursos inscritos o no tiene acceso a la información.
Flujo Normal	1. El estudiante selecciona "Mis cursos". 2. El sistema muestra una lista de los cursos en los que el estudiante está inscrito, incluyendo su progreso.
Flujo Alternativo	Si no hay cursos inscritos, el sistema muestra un mensaje indicando que no se han encontrado cursos.
Condiciones de Éxito	El estudiante visualiza correctamente los cursos en los que está inscrito.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Descripción caso de uso Guía de accesibilidad

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-06
Actores	Estudiante
Nombre	Guía de accesibilidad
Propósito	Proporcionar al estudiante una guía para facilitar la navegación accesible en la plataforma.
Precondiciones	El estudiante debe estar autenticado y tener acceso a la guía de accesibilidad.
Postcondiciones	El estudiante puede visualizar y utilizar la guía de accesibilidad.
Excepciones	El estudiante no tiene acceso a la guía o hay error en la carga del contenido.
Flujo Normal	1. El estudiante selecciona "Guía de accesibilidad". 2. El sistema muestra la guía con las instrucciones y recomendaciones de accesibilidad.
Flujo Alternativo	Si el contenido de la guía no se carga correctamente, el sistema muestra un mensaje de error.
Condiciones de Éxito	El estudiante visualiza correctamente la guía de accesibilidad.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Descripción caso de uso Configuración

Elemento	Descripción
ID Caso de Uso	UC-07
Actores	Estudiante
Nombre	Configuración
Propósito	Permitir al estudiante modificar las configuraciones personales, como preferencias de seguridad y accesibilidad.
Precondiciones	El estudiante debe estar autenticado en el sistema y tener acceso a la configuración.
Postcondiciones	El estudiante ha actualizado correctamente sus configuraciones.
Excepciones	El estudiante no tiene acceso a las configuraciones o hay error en el sistema.

Flujo Normal	1. El estudiante selecciona "Configuración".
	2. El sistema muestra las opciones de configuración disponibles.
	3. El estudiante ajusta las configuraciones según sus necesidades y guarda los cambios.
Flujo Alternativo	Si el estudiante no puede acceder a las configuraciones, el sistema muestra un mensaje de error.
Condiciones de Éxito	El estudiante actualiza correctamente sus preferencias de configuración.

Fuente: elaboración propia.

Fase Codificación

La etapa de la fase de codificación del desarrollo del software fue completada, durante la cual se codificaron las funcionalidades definidas en los requerimientos recopilados anteriormente. El equipo de desarrollo programó el front-end y el back-end de la plataforma de acuerdo con los requerimientos estableciendo la integración con los módulos de acceso a cursos, evaluaciones y seguimiento de progreso. Se agregaron elementos de adaptabilidad, de acuerdo con WCAG 2.2, que incluyen soporte para la navegación por teclado, texto alternativo para las imágenes y compatibilidad con los lectores de pantalla. Esta etapa hace posible realizar una transformación de los diagramas de casos de uso validado en un sistema funcional listo para pruebas de integración y validación de accesibilidad.

Tabla 26. Herramientas tecnológicas utilizadas

Componente	Descripción
IA Utilizada	Los modelos GPT-3.5 y GPT-4 de IA de OpenAI utilizados en las Edge Functions de la aplicación son una solución para mejorar el aspecto de la experiencia educativa. Mediante ai-course-recommendations, es posible que el sistema genere recomendaciones personalizadas de cursos para los usuarios y con generate-course-content, es posible generar contenido educativo automatizado. La función está integrada con la plataforma mediante una clave API configurada como OPENAI_API_KEY en las variables de entorno, lo que asegura un control y acceso seguros. Como resultado, se logró una mayor personalización del aprendizaje y la reducción de creación de contenido manual.

Base de Datos	La base de datos utilizada fue PostgreSQL, una base de datos relacional altamente confiable y escalable. Se implementaron funcionalidades avanzadas como Row Level Security para controlar el acceso a los datos por usuario, así como triggers y funciones en PL/pgSQL para automatizar procesos internos. La base de datos cuenta con autenticación integrada y su URL de conexión se almacena en la variable VITE_SUPABASE_URL. Con ese conjunto de características, la base de datos asegura la integridad, seguridad y consistencia de la información de los usuarios y cursos dentro de la plataforma.
Lenguajes de Programación	El código de desarrollo del software que, principalmente usó TypeScript para todo el front-end mejoró la experiencia al aportar tipado estático, además prevenía muchos de los errores comunes de codificación. El backend usó SQL no solo para las migraciones sino también para los esquemas. Se utilizó PL/pgSQL para las funciones y triggers que automatizan fácilmente varias operaciones acerca de la DB. Las Edge Functions serverless de Bolt Database están implementadas en TypeScript/Deno, esto asegura que la lógica de negocio se ejecuta en la nube, haciendo nuestro código altamente eficiente garantizando una alta escalabilidad.
Framework Principal	La base de la plataforma se construyó en React 18: una biblioteca de interfaz de usuario moderna con la que los estudiantes y los profesores tendrían una experiencia agradable e interactiva. La construcción y el desarrollo del sitio se basaron en Vite: una herramienta de creación ultrarrápida desarrollada para mejorar el tiempo de arranque y simplificar la integración de módulos. Como resultado, se obtuvo una interfaz moderna, altamente escalable y perfectamente adaptada para las interfaces web y de dispositivos móviles.
Estilo	Se creó un estilo visual accesible y moderno en términos de legibilidad y navegación conveniente incluso para personas con discapacidades visuales. Esto también incluye la selección de contraste de colores, el uso de tipografías claras y adaptativas, la estructuración semántica del material mediante el uso de los mismos elementos HTML. Se agregaron atributos ARIA y se implementaron flujos de navegación para el teclado. Este enfoque no solo cumplió con los requisitos de WCAG 2.2, sino que también hizo que la plataforma fuera una de las más flexibles para usuarios de todo el mundo.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se presentó el código fuente del backend y de las páginas principales del software, con el propósito de demostrar la implementación de las funcionalidades previamente descritas en las etapas de diseño y programación. Por un lado, el backend referenciado en el material se centró en las funciones relacionadas a los usuarios, cursos y evaluaciones además de las funciones de

conexión a la base de datos creada en PostgreSQL y las Edge Functions que implementan la lógica del negocio.

Mientras tanto, las páginas principales del front-end muestran cómo se materializa la interacción con la plataforma, la navegación entre secciones y se teorizó la inclusión de los elementos de accesibilidad según las normas WCAG 2.2. La evidencia presentada permitió documentar y verificar la arquitectura de este sistema, y así la generación de un código que pueda ser inspeccionado por el equipo de desarrollo a cargo y los encargados de la evaluación, asegurando una máxima calidad y congruencia para diseñar un software e-learning.

El código presentado en la Figura 15 se utilizó en el desarrollo del backend de la plataforma e-learning para implementar una Edge Function que se encargara de procesar y generar recomendaciones de cursos con base en la información dada por los usuarios. Durante este proceso, se establecieron los encabezados CORS y los métodos HTTP, lo cual permitió enviar llamadas entre el frontend y el backend. Además, se estableció el formato de datos de los cursos CourseData que define los atributos título, descripción, cantidad de inscripciones y nivel de dificultad de cada curso.

La función chequea que los datos de los cursos fueran suficientes y en caso contrario devolvía recomendaciones y cursos populares. Con este código no se obtenían tantos datos, pero comenzaba a generar recomendaciones para probar que, a pesar de no contar con todos los datos, la plataforma seguía generando buen contenido al usuario. Con este módulo, se integró la lógica de negocio de la aplicación garantizando las recomendaciones y el correcto funcionamiento del sistema.

Figura 15. Desarrollo del backend recomendaciones de IA

```
1 import "jsr:@supabase/functions-js/edge-runtime.d.ts";
2
3 const corsHeaders = {
4   "Access-Control-Allow-Origin": "*",
5   "Access-Control-Allow-Methods": "GET, POST, PUT, DELETE, OPTIONS",
6   "Access-Control-Allow-Headers": "Content-Type, Authorization, X-Client-Info, Apikey",
7 };
8
9 interface CourseData {
10  title: string;
11  description: string;
12  enrollmentCount: number;
13  difficulty_level: string;
14 }
15
16 Deno.serve(async (req: Request) => {
17   if (req.method === "OPTIONS") {
18     return new Response(null, {
19       status: 200,
20       headers: corsHeaders,
21     });
22   }
23
24   try {
25     const { courses } = await req.json() as { courses: CourseData[] };
26
27     if (!courses || courses.length === 0) {
28       return new Response(
29         JSON.stringify({
30           recommendations: [
31             "No hay suficientes datos de cursos para generar recomendaciones.",
32             "Considera crear cursos sobre temas populares como: Programación Web, Marketing Digital, o Diseño Gráfico."
33           ],
34           insights: "Sin datos suficientes para análisis"
35         }),
36         {
37           headers: {
38             ...corsHeaders,
39             "Content-Type": "application/json",
40           },
41         }
42       );
43     }
44   }
45 });
```

Fuente: elaboración propia.

El código presentado en la Figura 16 se utilizó durante el desarrollo del backend de la plataforma e-learning para implementar una Edge Function encargada de generar certificados en formato PDF para los clientes que completan los cursos. Durante este proyecto, se configuraron correctamente los encabezados CORS para permitir que el frontend y el backend se comuniquen de forma segura y decodificados a través de varios métodos HTTP. La función centerText se diseñó para calcular la posición vertical central del texto en el formato PDF, de modo que el nombre de los clientes y la otra información se presentaran de manera visualmente agradable.

Además, se verificó si el parámetro certificateld de la URL de solicitud se encontraba accesible para que la generación de certificados solo esté disponible si la solicitud

pasa el ID válido. Finalmente, se inicializó el cliente de Supabase a través de las variables de entorno SUPABASE_URL y SUPABASE_SERVICE_ROLE_KEY, que se usaron para interactuar con la base de datos y obtener la información necesaria para montar los certificados. Hasta la fecha de escribir estas líneas, esta funcionalidad ha permitido a la plataforma emitir automáticamente certificados de finalización del curso y archivos similares, lo que ha impulsado significativamente la satisfacción del usuario y la eficiencia de las operaciones.

Figura 16. Desarrollo backend para generación de certificados

```
1 import "jsr:@supabase/functions-js/edge-runtime.d.ts";
2 import { createClient } from "npm:@supabase/supabase-js@2";
3 import { PDFDocument, rgb, StandardFonts } from "npm:pdf-lib@1.17.1";
4
5 const corsHeaders = {
6   "Access-Control-Allow-Origin": "*",
7   "Access-Control-Allow-Methods": "GET, POST, PUT, DELETE, OPTIONS",
8   "Access-Control-Allow-Headers": "Content-Type, Authorization, X-Client-Info, Apikey",
9 };
10
11 function centerText(text: string, pageWidth: number, fontSize: number): number {
12   const textWidth = text.length * (fontSize * 0.5);
13   return (pageWidth - textWidth) / 2;
14 }
15
16 Deno.serve(async (req: Request) => {
17   if (req.method === "OPTIONS") {
18     return new Response(null, {
19       status: 200,
20       headers: corsHeaders,
21     });
22   }
23
24   try {
25     const url = new URL(req.url);
26     const certificateId = url.searchParams.get("id");
27
28     if (!certificateId) {
29       return new Response(
30         JSON.stringify({ error: "Certificate ID is required" }),
31         {
32           status: 400,
33           headers: { ...corsHeaders, "Content-Type": "application/json" },
34         }
35       );
36     }
37
38     const supabase = createClient(
39       Deno.env.get("SUPABASE_URL") ?? "",
40       Deno.env.get("SUPABASE_SERVICE_ROLE_KEY") ?? ""
41     );
42
```

Fuente: elaboración propia.

El código de la Figura 17 tuvo como propósito desarrollar un servicio, el que posteriormente fue implementado en el backend de la plataforma e-learning, cuya misión es buscar y obtener videos de YouTube de acuerdo a los temas de los cursos.

Además, en esta etapa se configuraron los CORS headers para permitir al frontend efectuar solicitudes seguras con diferentes métodos HTTP. Se crearon dos estructuras de datos, es decir, ContentRequest y YouTubeSearchResult, con el fin de organizar la información de los cursos, así como también, los resultados de la búsqueda de videos.

Figura 17. Desarrollo backend API KEY Youtube

```
1 import "jsr:@supabase/functions-js/edge-runtime.d.ts";
2
3 const corsHeaders = {
4   "Access-Control-Allow-Origin": "**",
5   "Access-Control-Allow-Methods": "GET, POST, PUT, DELETE, OPTIONS",
6   "Access-Control-Allow-Headers": "Content-Type, Authorization, X-Client-Info, Apikey",
7 };
8
9 interface ContentRequest {
10  courseTitle: string;
11  sectionTitle: string;
12  sectionIndex: number;
13 }
14
15 interface YouTubeSearchResult {
16  items: Array<{
17    id: {
18      videoId: string;
19    };
20    snippet: {
21      title: string;
22    };
23  }>;
24 }
25
26 async function searchYouTubeVideo(query: string): Promise<string> {
27   try {
28     const youtubeApiKey = Deno.env.get('YOUTUBE_API_KEY');
29     if (!youtubeApiKey) {
30       console.log('YouTube API key not configured, using default video');
31       return 'https://www.youtube.com/embed/dQw4w9WgXcQ';
32     }
33
34     const searchQuery = encodeURIComponent(query + ' tutorial español');
35     const response = await fetch(
36       `https://www.googleapis.com/youtube/v3/search?part=snippet&q=${searchQuery}&type=video&maxResults=1&key=${youtubeApiKey}`
37     );
38
39     if (!response.ok) {
40       console.log('YouTube API error:', response.status);
41       return 'https://www.youtube.com/embed/dQw4w9WgXcQ';
42     }
43   }
44 }
```

Fuente: elaboración propia

El código mostrado en la Figura 18 se utilizó durante el desarrollo del backend de la plataforma e-learning para producir los certificados como documento PDF. En esta etapa, se establecieron los encabezados CORS, que permiten que todo el tráfico entre el backend y el frontend deba ser HTTPS para prevenir accesos no autorizados mediante distintos métodos HTTP. La función principal

generateCertificatePDF se utilizó para crear un documento PDF, establecer páginas, configurar las fuentes, lo que incluía Times Times Roman regular, bold e italic y los rectángulos que formaban el certificado de la misma manera que la estructura visual. Esta funcionalidad automatizó el proceso de producción de los certificados, ya que producía certificados individuales para cada uno de los usuarios que finaliza un curso a fin de tener un sistema eficaz en la emisión de certificados que reconozca formalmente el resultado de aprendizaje.

Figura 18. Desarrollo backend certificados en formato pdf

```
1 import "jsr:@supabase/functions-js/edge-runtime.d.ts";
2 import { createClient } from "npm:@supabase/supabase-js@2";
3 import { PDFDocument, rgb, StandardFonts } from "npm:pdf-lib@1.17.1";
4
5 const corsHeaders = {
6   "Access-Control-Allow-Origin": "*",
7   "Access-Control-Allow-Methods": "GET, POST, PUT, DELETE, OPTIONS",
8   "Access-Control-Allow-Headers": "Content-Type, Authorization, X-Client-Info, Apikey",
9 };
10
11 function centerText(text: string, pageWidth: number, fontSize: number): number {
12   const textWidth = text.length * (fontSize * 0.5);
13   return (pageWidth - textWidth) / 2;
14 }
15
16 async function generateCertificatePDF(certificate: any): Promise<Uint8Array> {
17   const pdfDoc = await PDFDocument.create();
18   const page = pdfDoc.addPage([842, 595]);
19   const { width, height } = page.getSize();
20
21   const timesRomanFont = await pdfDoc.embedFont(StandardFonts.TimesRoman);
22   const timesRomanBold = await pdfDoc.embedFont(StandardFonts.TimesRomanBold);
23   const timesRomanItalic = await pdfDoc.embedFont(StandardFonts.TimesRomanItalic);
24
25   page.drawRectangle({
26     x: 30,
27     y: 30,
28     width: width - 60,
29     height: height - 60,
30     borderColor: rgb(0.1, 0.3, 0.6),
31     borderWidth: 3,
32   });
33
34   page.drawRectangle({
35     x: 40,
36     y: 40,
37     width: width - 80,
38     height: height - 80,
39     borderColor: rgb(0.1, 0.3, 0.6),
40     borderWidth: 1,
41   });
42 }
```

Fuente: elaboración propia.

En esta etapa, como se muestra en la Figura 19 se integraron múltiples componentes de React como páginas de inicio, el panel de control, la administración de cursos, los certificados y la accesibilidad. Por un lado, se habilitaron los contextos de autenticación y accesibilidad a través de AuthProvider y AccessibilityProvider, que permiten, respectivamente, controlar el acceso de los usuarios y proporcionar herramientas para asistir a los usuarios con discapacidades visuales. Además, se definió un estado de carga para mostrar animaciones mientras se verificaba la información del usuario y para condicionar la navegación de la aplicación según si un usuario estaba o no autenticado. Con esto, se permitió que la interfaz reaccionará dinámicamente a las acciones del usuario, promoviendo así una interacción fluida y accesible y una integración total de todos los principales módulos de la plataforma.

Figura 19. Desarrollo Frontend Página principal

```
1 import { useState } from 'react';
2 import { AuthProvider, useAuth } from './contexts/AuthContext';
3 import { AccessibilityProvider } from './contexts/AccessibilityContext';
4 import { AccessibilityAssistant } from './components/accessibility/AccessibilityAssistant';
5 import { LandingPage } from './components/landing/LandingPage';
6 import { DashboardLayout } from './components/layout/DashboardLayout';
7 import { DashboardHome } from './components/dashboard/DashboardHome';
8 import { ManageCoursesPage } from './components/courses/ManageCoursesPage';
9 import { MyCoursesPage } from './components/courses/MyCoursesPage';
10 import { SettingsPage } from './components/settings/SettingsPage';
11 import { CertificateManagementPage } from './components/certificates/CertificateManagementPage';
12 import { StudentCertificates } from './components/courses/StudentCertificates';
13 import { AccessibilityGuidePage } from './components/accessibility/AccessibilityGuidePage';
14 import { AICourseSuggestions } from './components/analytics/AICourseSuggestions';
15 import { ReportsPage } from './components/reports/ReportsPage';
16 import { TestingDashboard } from './components/testing/TestingDashboard';
17
18 function AppContent() {
19   const { user, loading, isInstructor, isAdmin } = useAuth();
20   const [currentPage, setCurrentPage] = useState('dashboard');
21
22   if (loading) {
23     return (
24       <div className="min-h-screen bg-gray-50 flex items-center justify-center">
25         <div className="text-center">
26           <div className="animate-spin rounded-full h-12 w-12 border-b-2 border-blue-600 mx-auto mb-4" aria-hidden="true" />
27           <p className="text-gray-600">Cargando...</p>
28         </div>
29       </div>
30     );
31   }
32
33   if (!user) {
34     return (
35       <>
36         <LandingPage />
37         <AccessibilityAssistant />
38       </>
39     );
40   }
41
42   const renderPage = () => {
```

Fuente: elaboración propia.

En esta etapa, se definieron varias interfaces TypeScript StudentStats, AdminStats, InstructorStats e InstructorCourse. Esto se realizó para estructurar los datos relacionados con cursos, inscripciones, progreso y actividades. También se importaron las gráficas y las librerías, como lucide-react, para representar visualmente estas estadísticas en dashboards y tarjetas. Mostraban cosas como número total de cursos, número de estudiantes inscrito, número de cursos completados y tasas de progreso promedio. Por lo tanto, se logró proporcionar a los usuarios una forma de analizar cuantitativamente el desempeño de los cursos y el progreso de los estudiantes, lo que mejoró su experiencia educativa y sus habilidades para tomar decisiones.

Figura 20. Desarrollo Frontend Mostrar estadísticas

```
1 import { useEffect, useState } from 'react';
2 import { useAuth } from '../../contexts/AuthContext';
3 import { supabase } from '../../lib/supabase';
4 import { Card, CardBody, CardHeader } from './ui/Card';
5 import { BookOpen, GraduationCap, TrendingUp, Award, Users, FileText, Target, BarChart3 } from 'lucide-react';
6
7 interface StudentStats {
8   totalCourses: number;
9   enrolledCourses: number;
10  completedCourses: number;
11  averageProgress: number;
12 }
13
14 interface AdminStats {
15   totalStudents: number;
16   totalInstructors: number;
17   totalCourses: number;
18   publishedCourses: number;
19   draftCourses: number;
20   totalEnrollments: number;
21   completedEnrollments: number;
22   averageCompletionRate: number;
23   totalActivities: number;
24 }
25
26 interface InstructorStats {
27   totalCourses: number;
28   publishedCourses: number;
29   draftCourses: number;
30   totalStudents: number;
31   totalEnrollments: number;
32 }
33
34 interface InstructorCourse {
35   id: string;
36   title: string;
37   description: string;
38   difficulty_level: string;
39   is_published: boolean;
40   enrollmentCount: number;
41   completionRate: number;
42 }
```

Fuente: elaboración propia.

Durante esta etapa, en la Figura 21 se definió la interfaz MetricsData para estructurar los datos relacionados estudiantes, cursos, inscripciones, certificados y encuestas de satisfacción, permitiendo manejar de manera consistente la información recopilada de la plataforma. Se importaron y configuraron gráficos como barras, líneas y pastel a través de la librería lucide-react, así como funciones de exportación de reportes a Excel y PDF para facilitar la generación de informes.

Figura 21. Desarrollo del Frontend página de reportes

```
1 import React, { useState, useEffect } from 'react';
2 import { supabase } from '../../lib/supabase';
3 import { BarChart } from '../charts/BarChart';
4 import { LineChart } from '../charts/LineChart';
5 import { PieChart } from '../charts/PieChart';
6 import { TrendingUp, Users, BookOpen, Award, Calendar, Download, FileSpreadsheet, FileText } from 'lucide-react';
7 import { exportReportsToExcel } from '../../utils/exportToExcel';
8 import { exportReportsToPDF } from '../../utils/exportToPDF';
9
10 interface MetricsData {
11   totalStudents: number;
12   totalCourses: number;
13   totalEnrollments: number;
14   totalCertificates: number;
15   enrollmentsByMonth: Array<{ label: string; value: number }>;
16   topCourses: Array<{ label: string; value: number; color: string }>;
17   coursesByCategory: Array<{ label: string; value: number; color: string }>;
18   completionRate: number;
19   surveyStats: {
20     totalSurveys: number;
21     avgEaseOfUse: number;
22     avgContentQuality: number;
23     avgInstructorEffectiveness: number;
24     avgOverallSatisfaction: number;
25     recommendationRate: number;
26   };
27 }
28
29 export function ReportsPage() {
30   const [metrics, setMetrics] = useState<MetricsData | null>(null);
31   const [loading, setLoading] = useState(true);
32   const [dateRange, setDateRange] = useState<'7d' | '30d' | '90d' | 'all'>('30d');
33
34   useEffect(() => {
35     loadMetrics();
36   }, [dateRange]);
37
38   const loadMetrics = async () => {
39     try {
40       setLoading(true);
41
42       const dateFilter = getDateFilter();
```

Fuente: elaboración propia.

En esta fase, se definieron los tipos de datos de un Curso, inscripción en un Curso, Un Curso inscrito y se hicieron uso de hooks de React useState y useEffect para el control del estado de los cursos, la selección de un curso a ver y definir si este curso

se vería como previsualizado o no. La función loadCourses se encarga de mandar la consulta a una base de datos de Supabase que regresa los registros de una inscripción que tuvo un usuario y con este recupera el curso al cual corresponde.

Figura 22. Desarrollo del Frontend de Cursos disponibles

```
1 import { useEffect, useState } from 'react';
2 import { useAuth } from '../../contexts/AuthContext';
3 import { supabase } from '../../lib/supabase';
4 import { Card, CardBody } from './ui/Card';
5 import { Button } from './ui/Button';
6 import { BookOpen, Play, Clock, ArrowLeft, Eye, Award } from 'lucide-react';
7 import type { Database } from '../../types/database';
8 import { CourseViewer } from './CourseViewer';
9 import CoursePreview from './CoursePreview';
10 import { StudentCertificates } from './StudentCertificates';
11
12 type Course = Database['public']['Tables']['courses']['Row'];
13 type Enrollment = Database['public']['Tables']['enrollments']['Row'];
14
15 interface EnrolledCourse extends Enrollment {
16   course: Course;
17 }
18
19 export function MyCoursesPage() {
20   const { profile } = useAuth();
21   const [enrolledCourses, setEnrolledCourses] = useState<EnrolledCourse[]>([]);
22   const [availableCourses, setAvailableCourses] = useState<Course[]>([]);
23   const [loading, setLoading] = useState(true);
24   const [selectedCourse, setSelectedCourse] = useState<Course | null>(null);
25   const [previewCourse, setPreviewCourse] = useState<string | null>(null);
26   const [activeTab, setActiveTab] = useState<'courses' | 'certificates'>('courses');
27
28   useEffect(() => {
29     loadCourses();
30   }, [profile]);
31
32   const loadCourses = async () => {
33     if (!profile) return;
34
35     try {
36       const { data: enrollments, error: enrollError } = await supabase
37         .from('enrollments')
38         .select('*', { course: courses(*) })
39         .eq('user_id', profile.id)
40         .order('enrolled_at', { ascending: false });
41
42       if (enrollError) throw enrollError;
```

Fuente: elaboración propia.

4.3 Plataforma e-learning mediante la integración de módulos desarrollados, implementando iteraciones basadas en pruebas de usabilidad con usuarios con discapacidad visual

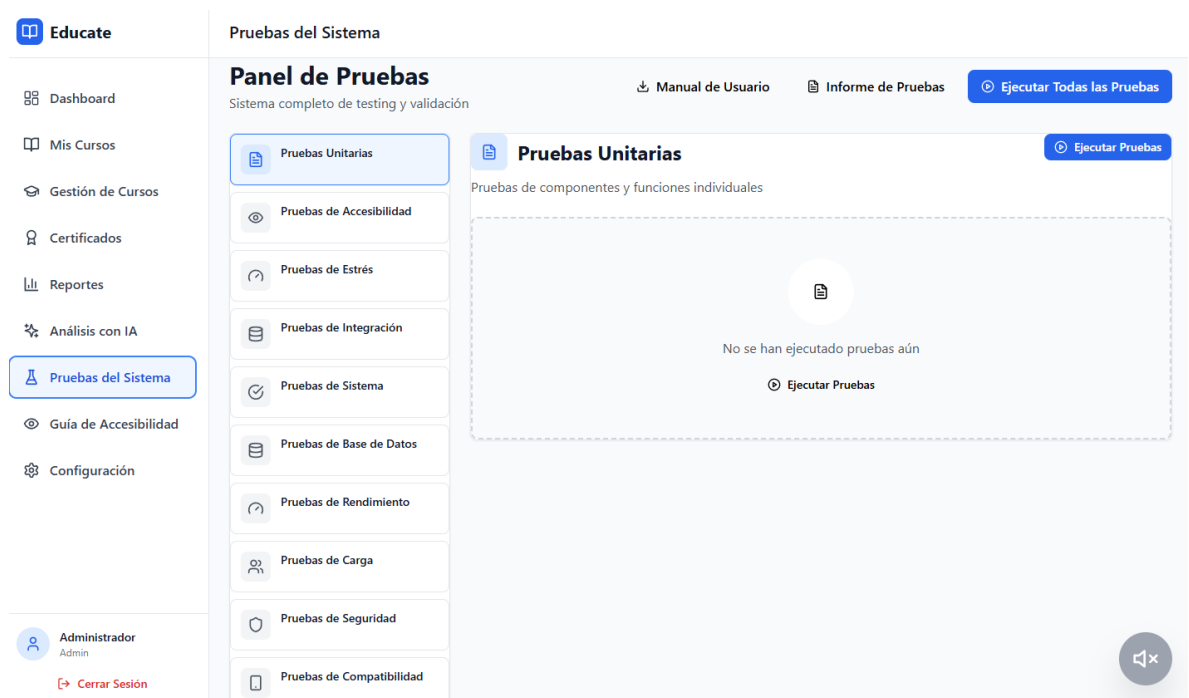
Durante todo el proceso se efectuaron iteraciones permanentes, basadas en los resultados de las pruebas de usabilidad con usuarios con discapacidad visual. Para la etapa de las pruebas, se verificó la accesibilidad de la plataforma en general, la navegación con teclado, la compatibilidad con lectores de pantalla y la correcta reproducción de los elementos multimedia. A continuación, en la etapa de implementación, se efectuaron los ajustes necesarios de acuerdo con las observaciones de los usuarios, la correcta interconexión de los módulos de plataforma, el funcionamiento adecuado de los cursos, emisión de certificados y reportes, satisfaciendo los criterios de accesibilidad WCAG 2.2. Tal acercamiento permitió asegurar que la plataforma tuviera la experiencia inclusiva, conveniente e íntegra para todos los estudiantes.

Fase de pruebas

La fase de pruebas de la plataforma fue realizada para evaluar la funcionalidad, usabilidad y accesibilidad de esta. Durante la etapa, se probaron las diversas características de la herramienta con usuarios reales, incluyendo voluntarios con discapacidad visual, para confirmar que la navegación con teclado, el lector de pantalla y el contenido multimedia fueran correctos. Todos los módulos integrados en la plataforma, como cursos, certificados, reportes y panel de control se probaron para identificar errores, mensajes inconsistentes y oportunidades de mejora. Todos los resultados obtenidos se documentaron para determinar los ajustes necesarios en el diseño y la implementación del software para garantizar que la plataforma cumpla con los estándares de accesibilidad WCAG 2.2 y proporcione una experiencia de usuario eficiente y confiable.

En esta fase, como se muestra la Figura 23 las pruebas se organizaron en la misma categorización, a saber, pruebas unitarias, de accesibilidad, estrés, integración, rendimiento, carga, seguridad y compatibilidad. Por lo tanto, en el apartado de pruebas unitarias, se verificaron los componentes y las funciones por separado para garantizar que cada módulo funcionara de forma aislada. Asimismo, el panel permitió acceder al manual del usuario y el informe de pruebas, así como a la ejecución central de todas las pruebas. Esta interfaz facilitó la validación completa de la plataforma para documentar los resultados y detectar los problemas antes de la implementación efectiva para asegurarse de que la plataforma cumpliera los estándares de calidad y accesibilidad pertinentes.

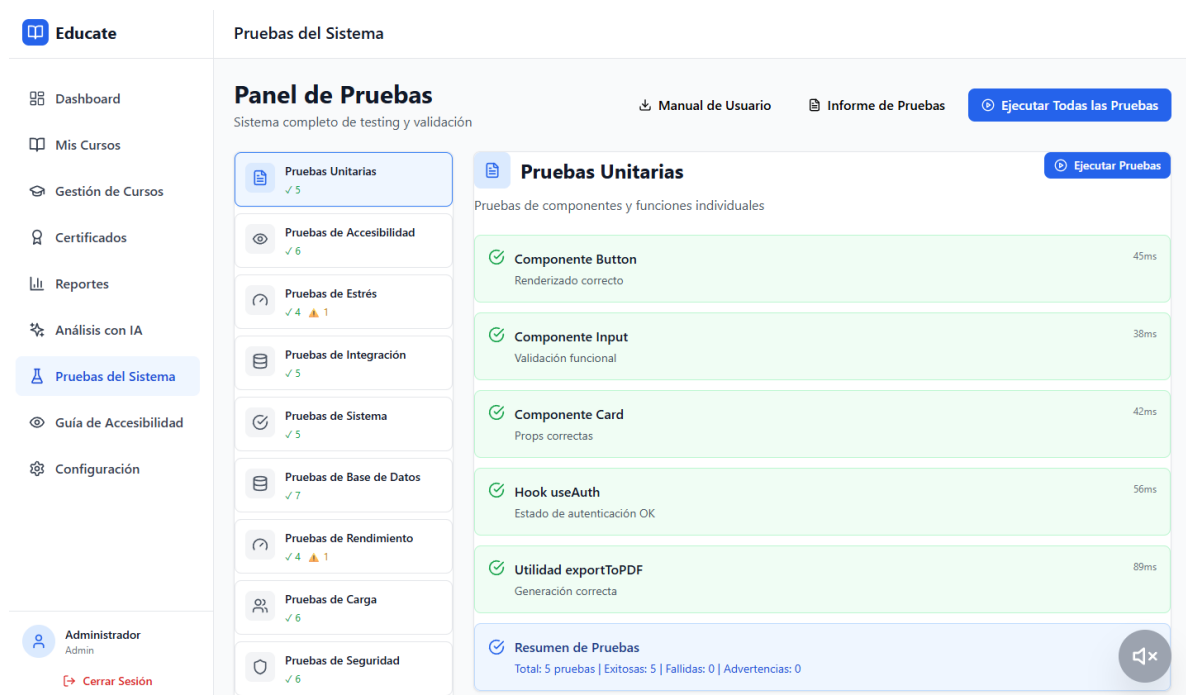
Figura 23. Panel de pruebas iniciales



Fuente: elaboración propia.

Para expresar esta etapa, en la Figura 24 se verificó si los siguientes elementos se ejecutaron correctamente: botones, campos de ingreso, cámaras de contenido, anzuelos de autorización y exportación de utilidades a PDF. Cada una de las pruebas mostró el tiempo de ejecución y el estado de validación, lo que implica que todas las pruebas unitarias se completaron sin errores ni advertencias. Asimismo, se registraron los resultados de las demás categorías de pruebas, a saber, pruebas de accesibilidad, integración, presión, ejecución y base de datos. Este panel le proporcionó la oportunidad de documentar y validar la asistencia de cada módulo de software, asegurándose de que se cumplan los requisitos de calidad, accesibilidad y confiabilidad antes del despliegue final de la plataforma.

Figura 24. Pruebas Unitarias

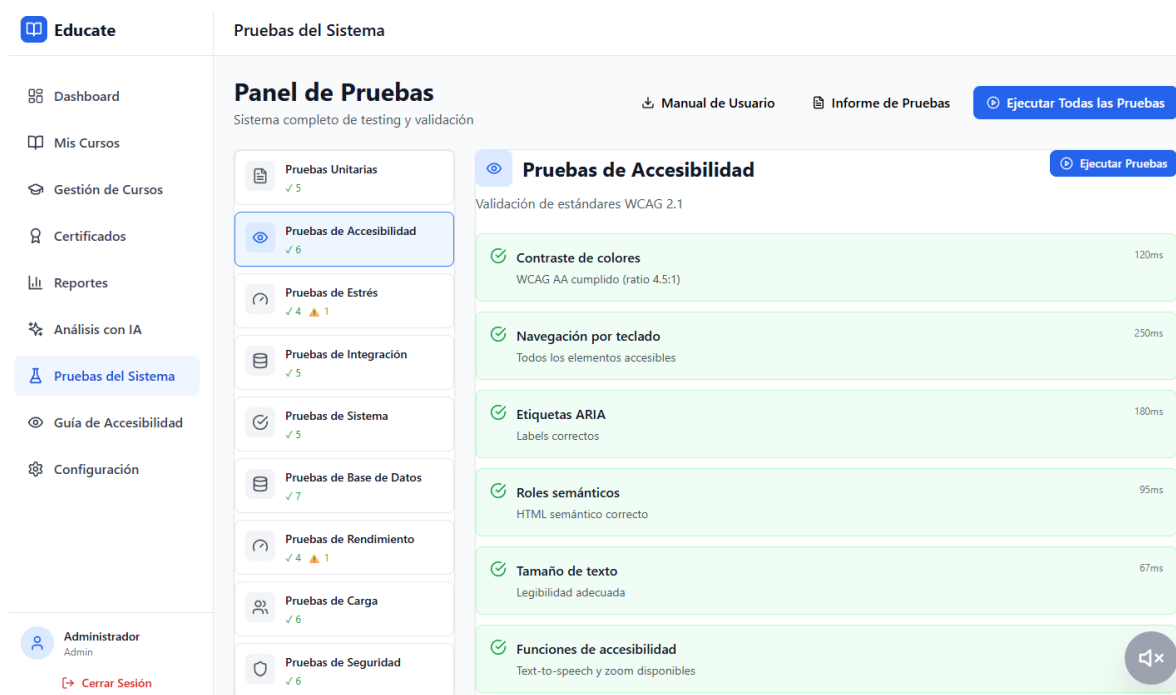


Fuente: elaboración propia.

De la misma forma, en la Figura 25 se puede apreciar que cada una de las pruebas arrojó y detalló el tiempo de realización y verificó que todos los elementos cumplieran

con los criterios de accesibilidad, otorgando la lectura y navegabilidad de los contenidos a diferencia de las personas con discapacidad visual. Finalmente, mediante la validación descrita previamente, mayores garantías tiene la plataforma, y se asegura que la plataforma ofrezca una experiencia inclusiva conforme a los estándares internacionales, mejorando la interacción y la independencia de todos los estudiantes en el aula virtual.

Figura 25. Pruebas de Accesibilidad

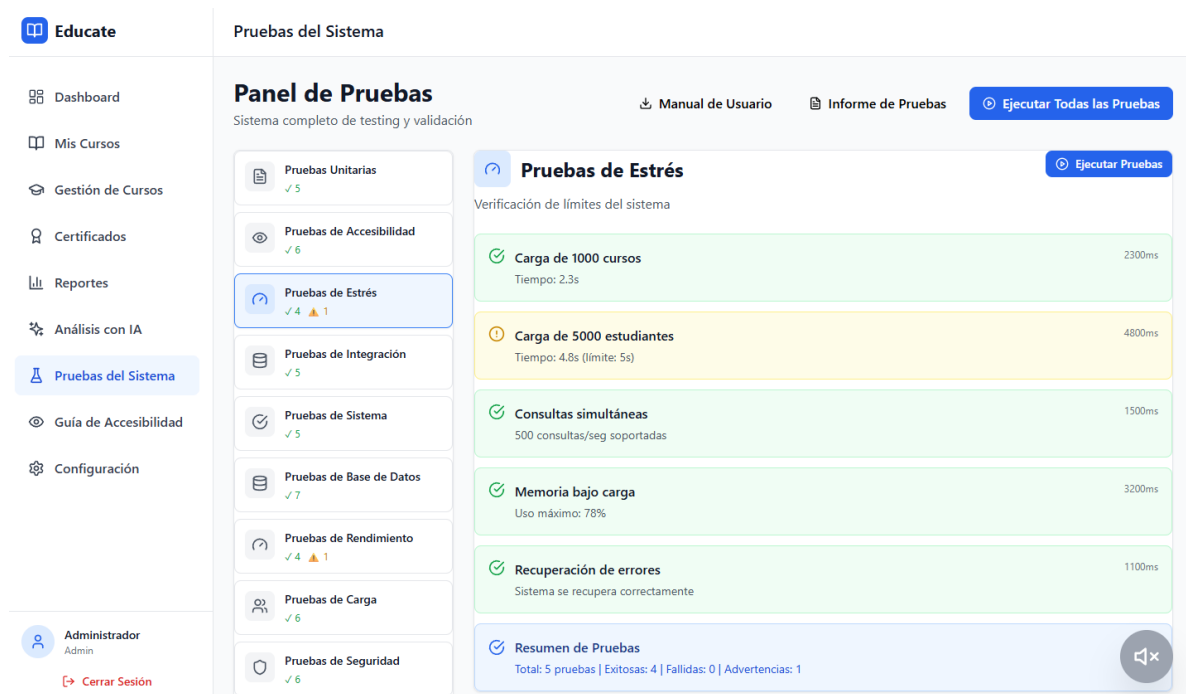


Fuente: elaboración propia.

A lo largo de esta prueba como se observa en la Figura 26, se realizaron pruebas de carga de plataforma al ejecutar 1000 cursos y 5000 alumnos, así como el cálculo de tiempo de respuesta del sistema, consultas simultáneas, memorias bajo carga y recuperación de errores. Como resultado, la mayoría de las pruebas fueron exitosas, aunque una carga obtuvo el siguiente mensaje de advertencia: “desbordamiento de tiempo de carga en 0,034 ms”. Finalmente, la etapa garantiza

el adecuado funcionamiento bajo diversas cargas, lo que garantiza la fiabilidad y escalabilidad de la red para la totalidad de sus usuarios.

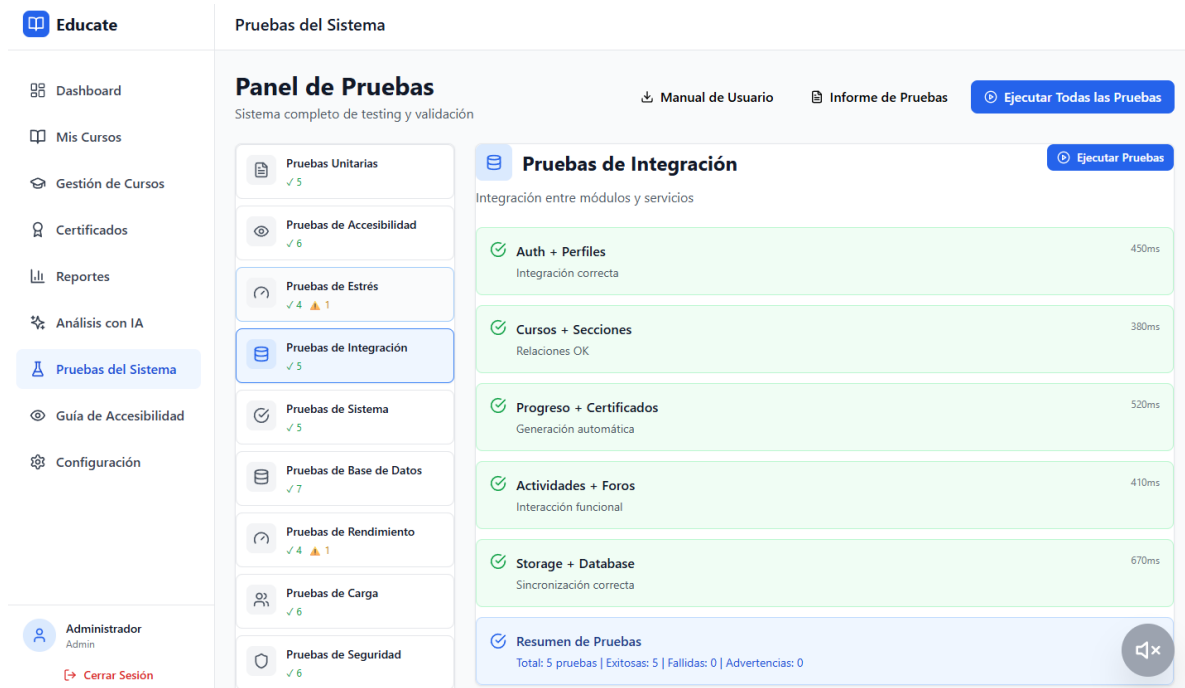
Figura 26. Pruebas de Estrés



Fuente: elaboración propia.

Durante esta etapa, como se observa en la Figura 27 se evaluaron códigos como la perfecta integración del sistema de autenticación con los perfiles del usuario, la relación entre cursos y secciones, la generación automática de los certificados de progreso, la interacción de actividades y foros, y la sincronización entre el almacenamiento y la base de datos. Cada prueba arrojaba el tiempo de ejecución e indicaba que todas las funciones integradas estaban sin ningún error o señal de advertencia. Esta etapa, de esa manera, permitió que, con los módulos desarrollados, las dependencias funcionen juntas sin problemas, lo que permitía que los usuarios accedieran a todas las funcionalidades de esta plataforma sin fallos ni problemas.

Figura 27. Pruebas de integración



Fuente: elaboración propia.

En esta etapa, como se logra visualizar en la Figura 28 todos los flujos de usuario fueron probados, que incluían todo el proceso de inscripción y certificación de los estudiantes, los cursos creados y manejados por los instructores y los usuarios administrados por el administrador. Además, el sistema de notificación también fue validado, así como el generador de reportes y análisis de datos. Cada prueba indicaba el tiempo de ejecución y confirmaba que todas las funciones críticas estaban sistematizadas y operativas; por lo tanto, no se producían errores ni advertencias. Esto aseguraba que la plataforma proveyera un servicio uniforme y estable para todos los perfiles de usuario, garantizando la experiencia completa del usuario educativo y del usuario del sistema educativo.

Figura 28. Pruebas de Sistema



Fuente: elaboración propia.

En esta fase, como se muestra en la Figura 29 las pruebas garantizan la conexión exitosa a la base de datos y verificar el acceso correcto a las tablas profiles, courses, enrollments, section_content, quiz_questions, etc. Cada prueba mostró el tiempo de respuesta y confirmó que todas las operaciones críticas de lectura y escritura funcionaban según lo previsto. Esta etapa ayudó a asegurar la integridad, la consistencia y la disponibilidad de los datos almacenados, lo que permitió que los módulos de la plataforma interactuaran de manera confiable con la base de datos y ofrecieran una experiencia estable y segura para todos los usuarios del sistema.

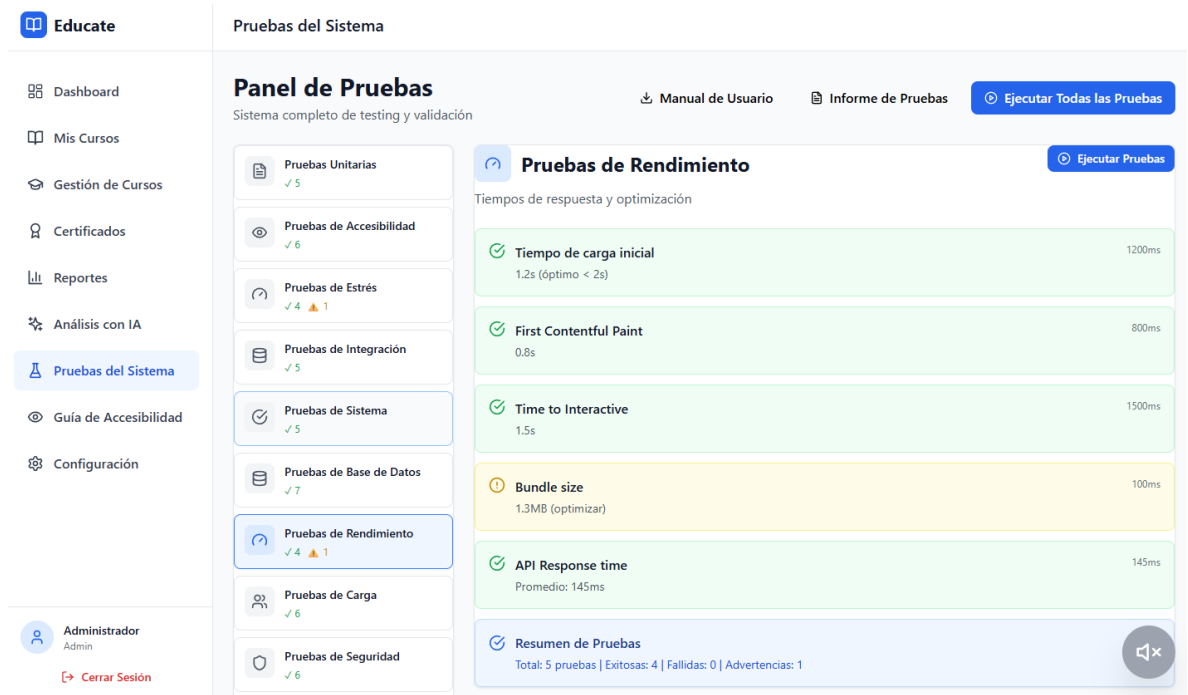
Figura 29. Pruebas de base de datos



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, esta etapa como se muestra en la Figura 30 permitió medir indicadores clave de rendimiento tales como el tiempo de carga inicial, First Contentful Paint, Time to Interactive, tamaño del paquete y tiempo de respuesta de la API. Los resultados obtenidos indicaron que la mayoría de las métricas cumplían con el objetivo previamente establecido, mientras que una prueba de bundle size reveló una advertencia de optimización. En conclusión, todo ello permitió asegurar tiempos de carga, interacción y respuesta óptimos al sistema, condición sine qua non para asegurar la experiencias del usuario y el correcto funcionamiento de todos y cada uno de los módulos de la plataforma.

Figura 30. Pruebas de Rendimiento



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 31 se llevó a cabo una prueba de carga con diferentes cantidades de usuarios simultáneos: 10, 50, 100 y 150 al mismo tiempo, en conjunto con la simulación de picos de tráfico. De esta manera, se midió el tiempo de respuesta y la recuperación de la plataforma, lo que resultaba fundamental para garantizar su escalabilidad y eficiencia operativa, incluso en situaciones de uso extremas. En general, los resultados arrojaron el óptimo desempeño de la plataforma en la mayoría de los escenarios, ya que la recuperación en la materia no superaba los 3 segundos. Esta etapa ha posibilitado certificar la plataforma en relación con su estabilidad, escalabilidad y confiabilidad, para que el sistema funcione e los usuarios tengan acceso a los cursos y opciones disponibles en la plataforma, incluso en situaciones de alta cantidad de personas en línea.

Figura 31. Pruebas de carga



Fuente: elaboración propia.

En lo que respecta a esta etapa, como se logra visualizar en la Figura 32 era necesario verificar la siguiente funcionalidad: la autenticación basada en tokens JWT, protección contra inyecciones SQL y ataques XSS, políticas configuradas en CORS y RLS. Adicionalmente, se necesita confirmar la presencia de comunicación cifrada en HTTPS para garantizar la confidencialidad e integridad de los datos. Dado que se cumplieron todos los criterios anteriores, los resultados son satisfactorios, ya que la plataforma está a salvo tanto de violaciones comunes como de accesos no autorizados. Por lo tanto, es posible confirmar que la plataforma funcionará de manera segura, brindando la confiabilidad necesaria a los usuarios y la integridad de los datos que el sistema e-learning utilizará.

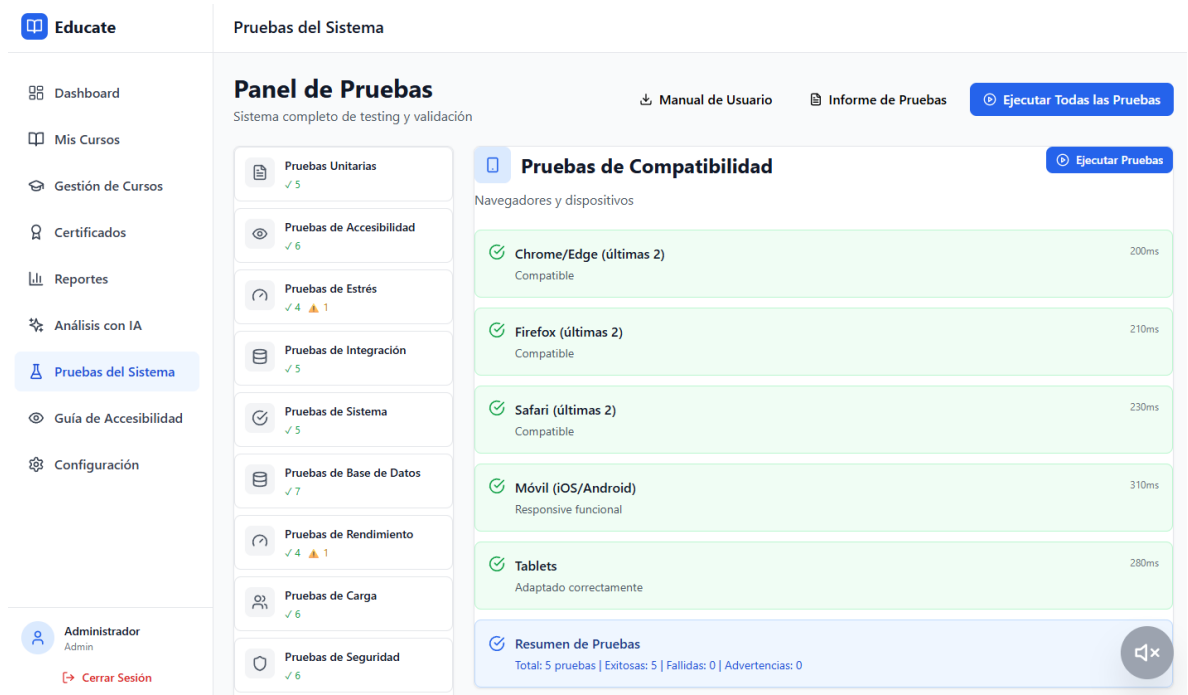
Figura 32. Pruebas de Seguridad



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 33, se probó la compatibilidad con las últimas versiones de Chrome, Edge, Firefox y Safari, además de en dispositivos móviles con iOS y Android, así como en tabletas. Cada examen demostró que la plataforma estaba correctamente adaptada a cada entorno y que los usuarios podrían acceder de manera responsive sin restricciones. Se cumplió el propósito de que se permite que todo tipo de usuario pueda ingresar al sistema sin problemas, sin importar qué navegador usan o qué tipo de gadget usan, y como resultado, no habrá restricciones técnicas en términos de acceso a los cursos y la inscripción en la plataforma.

Figura 33. Pruebas de compatibilidad



Fuente: elaboración propia.

Durante esta fase, como se muestra en la Figura 34 se desarrollaron escenarios que tenían un tiempo de actividad de 24 horas. Se probó la incapacidad del sistema, los mecanismos de recuperación condicional, el manejo de errores, la persistencia de datos y la incapacidad de establecer una conexión estable. En general, cada prueba demostró que el sistema podría mantener la operación incluso en las peores condiciones. El sistema podría recuperarse en caso de fallas sin pérdida de información y no se bloquearía cuando ocurrieran errores. Estas pruebas aseguraron que la plataforma fuera robusta y siempre estuviera lista para ofrecer un entorno estable y seguro para garantizar que los usuarios pudieran acceder a los cursos, administrar datos y realizar todas las funciones, incluso durante las peores condiciones.

Figura 34. Pruebas de Confiabilidad



Fuente: elaboración propia.

En esta fase como se muestra en la Figura 35 se verificaron la navegabilidad, los mensajes de error de los criterios de claridad, la efectividad de las animaciones aplicadas para expresar el feedback visual, la modalidad de la función del diseño, algunos tiempos de respuesta percibidos por los útiles finales. Cada prueba, de todos modos, confirmó una percepción de que los elementos ofrecían coherencia y un flujo claro por el que los usuarios finales pudieran trabajar de manera simple y clara al interactuar con los cursos, los certificados o los reportes. En conclusión, esta fase permitió asegurar la viabilidad de la función de la plataforma no solo “funcional”, sino también “aceptable” en el sentido de que fuera satisfactoria y fácil de ejercer su función, en comparativa con todas las garantías impartidas por el soporte del sistema según arriba mencionado.

Figura 35. Pruebas de usabilidad



Fuente: elaboración propia.

Fase de implementación

Esta fase corresponde a la implementación de la plataforma, es decir, todos los módulos desarrollados se integraron y desplegaron, es decir, el curso de gestión, la administración de usuarios, la obtención de certificados, el acceso a informes y todas las herramientas de accesibilidad desarrolladas, entre otros. Para ello, se configuraron servidores, base de datos y servicios para hacer posible la disponibilidad del sistema. Así mismo, se ejecutaron en paralelo con los ajustes finales, que surgieron de las pruebas de usabilidad, rendimiento y seguridad ocupacional mejoras para el correcto funcionamiento de la conexión entre frontend y backend, tal como se describe en la Figura X.

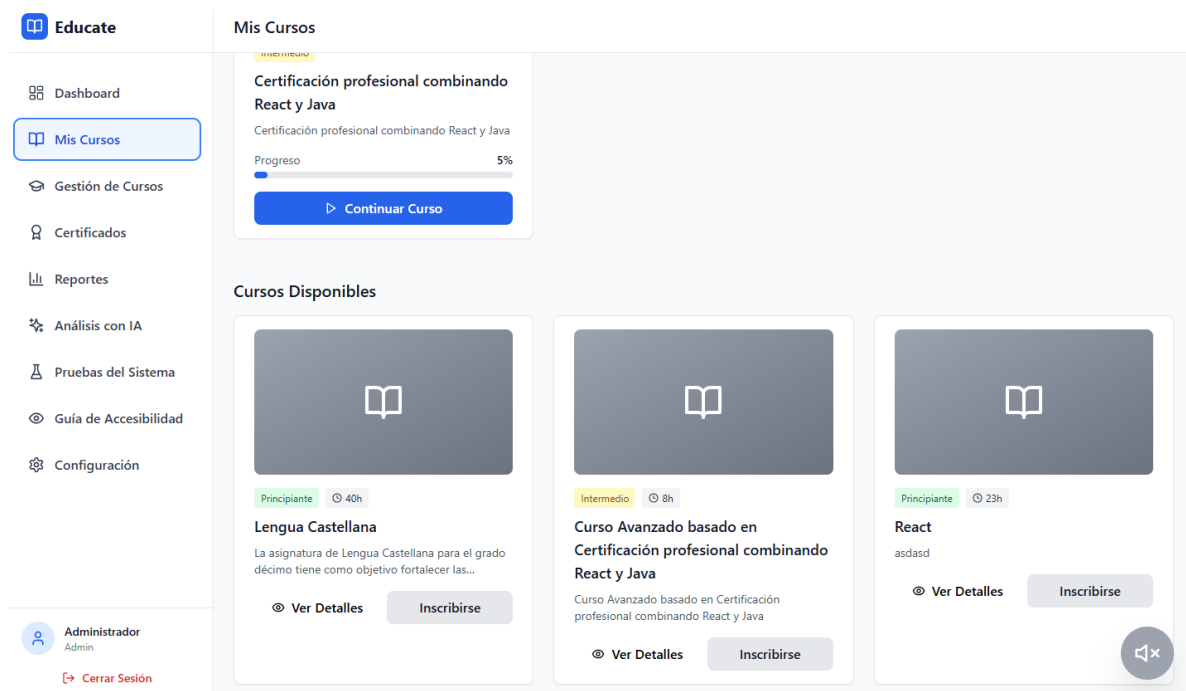
Figura 36. Dashboard Administrador



Fuente: elaboración propia.

En esta etapa, las métricas clave incluían el número total de estudiantes e instructores, los cursos disponibles y publicados, las inscripciones entrantes y ya completadas y la tasa de finalización del curso. También se abordaron los cursos más populares en la plataforma y se ofreció una lista basada en la demanda actual del usuario. Dicha información permitió identificar posibles deficiencias, priorizar la redacción de nuevos cursos y optimizar las condiciones de los elementos de la formación. Dado que los administradores disponían de un panorama general actualizado, podían tomar decisiones estratégicas fundamentadas, realizar un seguimiento del progreso del usuario para un seguimiento detallado y garantizar un entorno educativo bien organizado tanto desde el contenido del papel como del aspecto tecnológico.

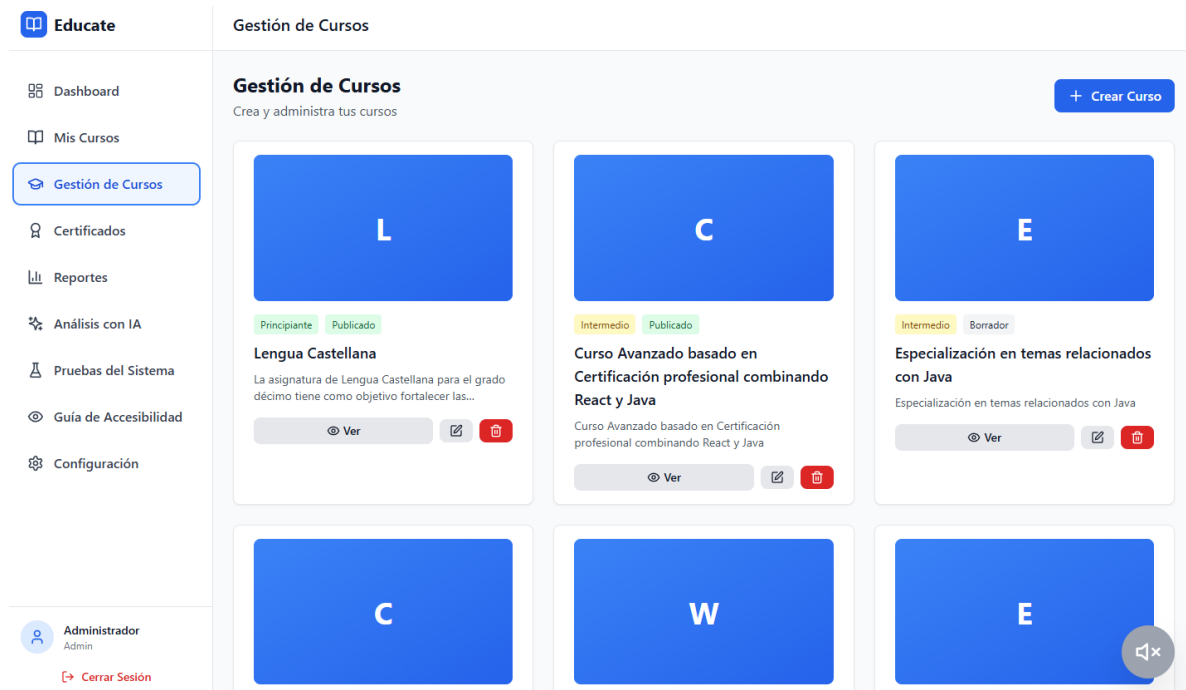
Figura 37. Dashboard Mis Cursos



Fuente: elaboración propia.

Esta sección presenta todos los cursos para los que el usuario estaba inscrito; se informaba el porcentaje de avance y se permitía continuar el curso con un solo click con el botón 'Continuar Curso'. En esta pantalla, también se presentaban todos los cursos disponibles, informando el nivel de dificultad, la duración estimada y una breve descripción que le permitía al estudiante tomar una decisión informada de su futura capacitación. Esta visualización mejorada permitió una gestión más cómoda del estudio, fomentando la autonomía y permitiendo que cada usuario tenga su acceso personal a toda la información necesaria para su aprendizaje efectivo.

Figura 38. Dashboard Gestión de Cursos



Fuente: elaboración propia.

A lo largo de esta etapa, se pudo tener información relevante tal como el nombre del curso, dificultad, el estado de publicación, publicado o borrador, y opciones de gestión, tales como ver, editar o eliminar. La visualización central de estas métricas permitió organizar fácilmente los cursos, identificar rápidamente aquellos que estaban en borrador o publicados y tomar decisiones más informadas sobre la necesidad de actualizar, publicar o eliminar contenido. Además, estas métricas inmediatamente disponibles contribuyeron a una eficiencia administrativa mejorada, ya que los cursos ofrecidos siempre estaban actualizados y accesibles para nuestros estudiantes.

Figura 39. Gestión de certificados

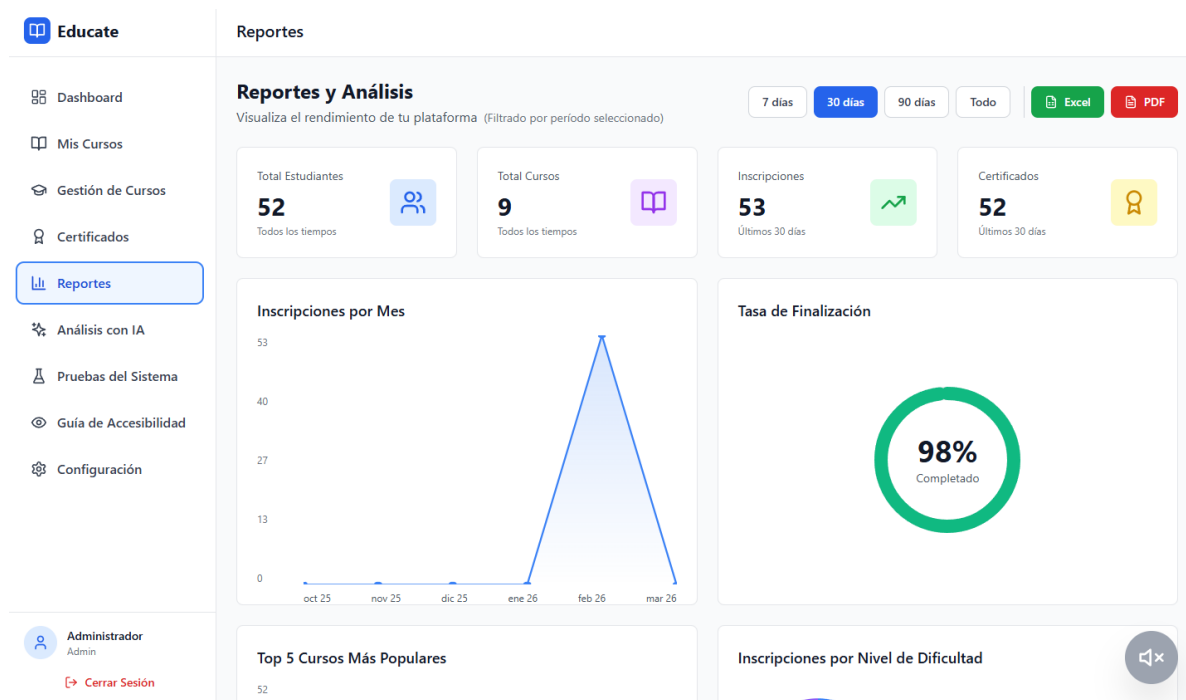
The screenshot displays the 'Gestión de Certificados' (Certificate Management) interface. The main content area shows a list of students who have completed the 'Lengua Castellana' course. The interface includes a sidebar with navigation options and a top header with the course name and instructor information.

Nombre	Correo Electrónico	Estado del Certificado	Fecha de Emisión
María Rodríguez Gómez	maria.rodriguez@eduplatform.edu.co	Certificado Emitido	10/2/2026
Ana Martínez López	ana.martinez@eduplatform.edu.co	Certificado Emitido	10/2/2026
Laura García Pérez	laura.garcia@eduplatform.edu.co	Certificado Emitido	10/2/2026
Sofía Hernández Silva	sofia.hernandez@eduplatform.edu.co	Certificado Emitido	10/2/2026
Valentina López Ramírez	valentina.lopez@eduplatform.edu.co	Certificado Emitido	10/2/2026
Camila González Torres	camila.gonzalez@eduplatform.edu.co	Certificado Emitido	10/2/2026

Fuente: elaboración propia.

En esta etapa, ofreció detalles sobre cada estudiante, como su nombre, correo electrónico, la emisión del certificado y la fecha de emisión. De esta manera, pude diferenciar fácilmente quienes ya habían generado su certificado y quiénes aún no, lo que hace que me exenta el permitirme olvidar a ninguno. Asimismo, me dio la opción de descargar directamente desde el panel los certificados ya que, al hacerlo, de modo manual con cada estudiante requiere de más tiempo. Esto me permitió realizar un seguimiento ordenado de los registros de sus logros.

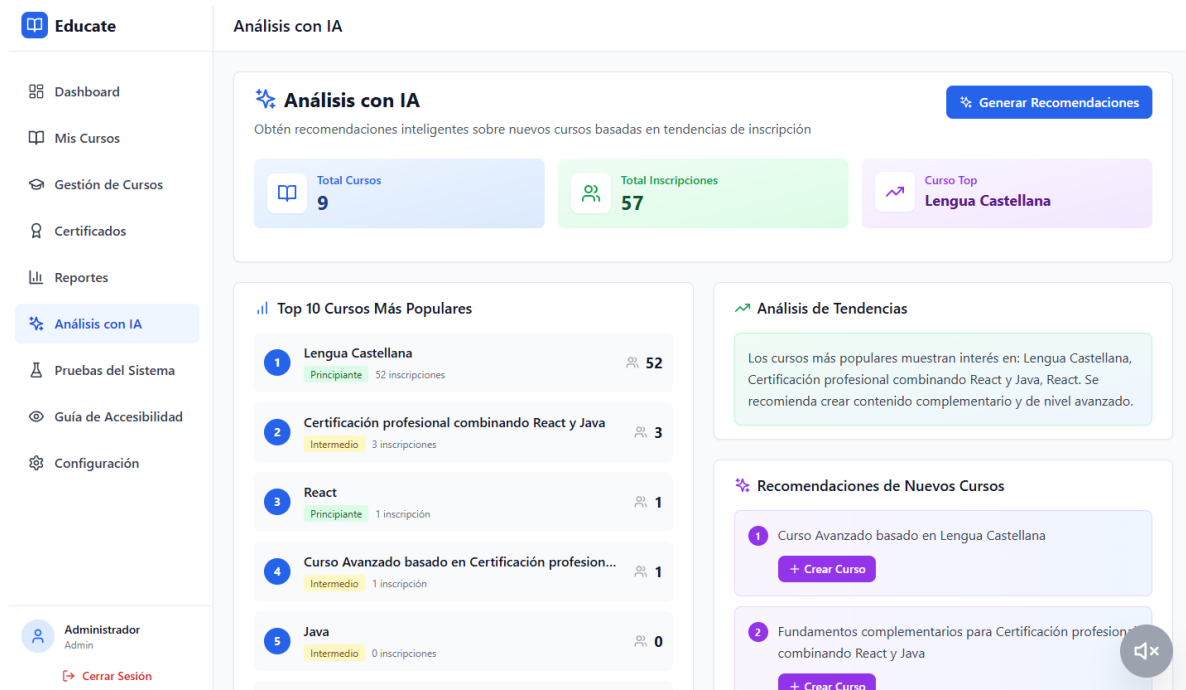
Figura 40. Dashboard Reportes y análisis



Fuente: elaboración propia.

En este sentido, se presentaron las métricas clave como el número total de estudiantes, cursos, inscripciones y certificados, así como los gráficos de inscripciones por mes, tasa de finalización, cursos más populares e inscripciones por dificultad. De este modo, la visualización unificada permitió identificar las tendencias prevalecientes, evaluar el progreso académico y formular decisiones fundamentadas sobre planificación de los cursos nuevos, gestión de los recursos, y optimización de la oferta educativa. Además, el acceso a excel y la oportunidad de exportar para informes en formato de PDF posibilitaron elaborar versiones oficiales para análisis posteriores o seguimiento administrativo.

Figura 41. Dashboard Análisis con IA



Fuente: elaboración propia.

En lo que respecta a este módulo, se proporcionaron métricas relevantes como el recuento total de cursos, el recuento total de inscripciones, el curso más inscrito, la lista de cursos más populares y el informe de tendencias de interés. Además, se proporcionaron recomendaciones para nuevos cursos según lo revelado por los patrones de inscripción y la popularidad de los cursos existentes. Esta vista permitió a los gerentes de la plataforma discutir y determinar las oportunidades en las que se podía desarrollar contenido más amplio y en qué áreas se necesitaba reducir el contenido. De esta manera, los gerentes produjeron el contenido perfecto en el alcance adecuado a medida que planificaban los nuevos cursos de manera significativa y estratégica. Concluyentemente, esta etapa ayudó a garantizar que la plataforma siguiera siendo receptiva y razonablemente basada en los deseos y preferencias de los estudiantes.

Figura 42. Dashboard Guía de accesibilidad



Fuente: elaboración propia.

En esta sección, se presentó información clave sobre la plataforma, que era el propósito de proporcionar educación complementaria accesible para personas con discapacidad visual. Además, se proporcionaron orientaciones específicas para familiares y asistentes en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En otras palabras, la guía fue acompañada por recomendaciones generales, las mejores prácticas de navegación y las estrategias de aprendizaje autónomo. Al consolidar esta visualización, se diseñó la posibilidad de que todos esos usuarios pudieran obtener acceso a la información de manera clara, lo que optimizaba significativamente sus oportunidades para una experiencia de aprendizaje previa, la inclusión y la calificación por la educación accesible.

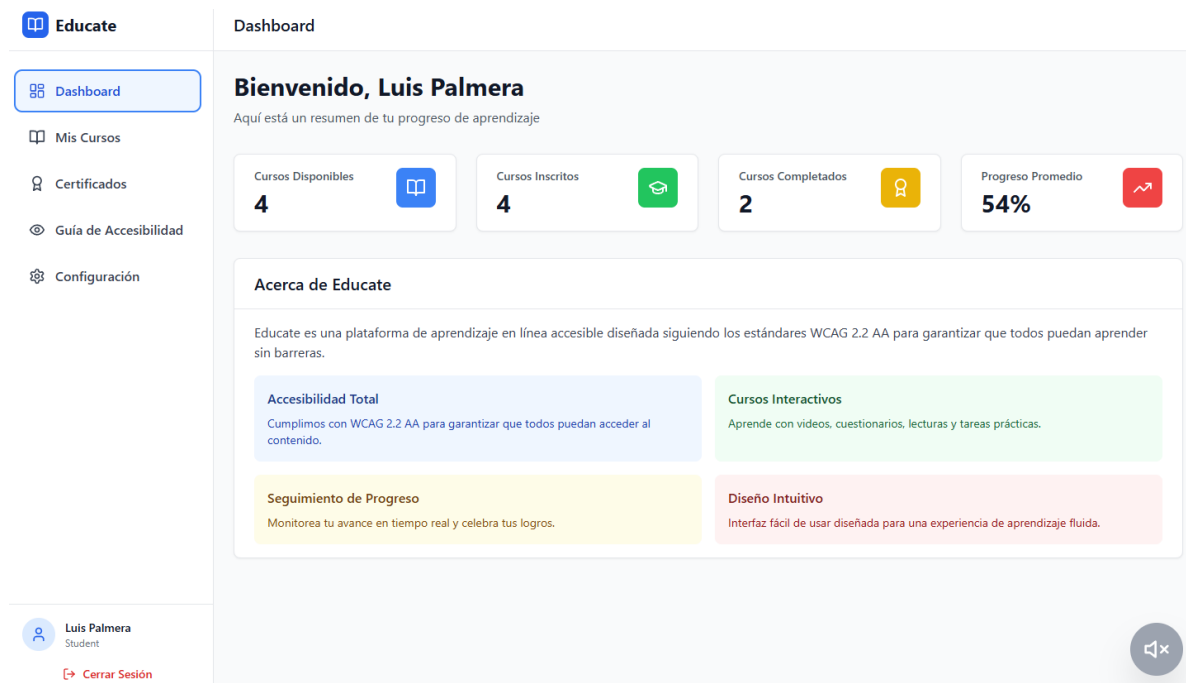
Figura 43. Dashboard Configuración

The screenshot displays the 'Configuración' (Configuration) dashboard for the 'Educate' system. The interface is divided into a left sidebar and a main content area. The sidebar contains navigation links: Dashboard, Mis Cursos, Gestión de Cursos, Certificados, Reportes, Análisis con IA, Pruebas del Sistema, Guía de Accesibilidad, and Configuración (highlighted). Below the sidebar, the user's role is identified as 'Administrador' (Admin) with a 'Cerrar Sesión' (Logout) button. The main content area is titled 'Configuración' and includes a sub-section 'Información Personal' (Personal Information) with the instruction 'Actualiza tus datos personales' (Update your personal data). This section contains several input fields: 'Nombre Completo' (Full Name) with the value 'Administrador'; 'Número de Documento' (Document Number) with the placeholder 'DNI, Cédula o Pasaporte' and a note 'Aparecerá en tus certificados'; 'Teléfono' (Phone) with the value '+57 300 123 4567'; 'Fecha de Nacimiento' (Date of Birth) with a calendar icon and the placeholder 'dd/mm/aaaa'; 'Género' (Gender) with a dropdown menu showing 'Selecciona una opción'; 'País' (Country) with a dropdown menu showing 'Colombia, México, Argentina...'; 'Ciudad' (City) with a dropdown menu showing 'Bogotá, Ciudad de México...'; 'Email' (Email) with the value 'admin@educate.com' and a note 'El email no se puede modificar'; and 'Rol Actual' (Current Role) with a red button labeled 'Administrador' and a note 'Contacta a un administrador para cambiar tu rol'. The 'Fecha de Registro' (Registration Date) is shown as '7 de diciembre de 2025'. A close button is visible in the bottom right corner of the main content area.

Fuente: elaboración propia.

En la sección, específicamente, se abrieron campos relacionados con la información personal del administrador como el nombre, documento, teléfono, fecha de nacimiento, género, país, ciudad, correo electrónico, rol actual y fecha de registro. De esta manera, se posibilitó la operación de actualización y verificación de datos, lo que contribuyó a que la información en el sistema permaneciera actualizada, ordenada y confiable. Por otro lado, la ubicación de opciones como gestión de usuarios, institución, certificados y sistema en un mismo panel permitió la sencillez en las labores administrativas, el fortalecimiento del control sobre la plataforma y la garantía de una gestión de recursos y perfiles asociados al entorno educativo más eficiente.

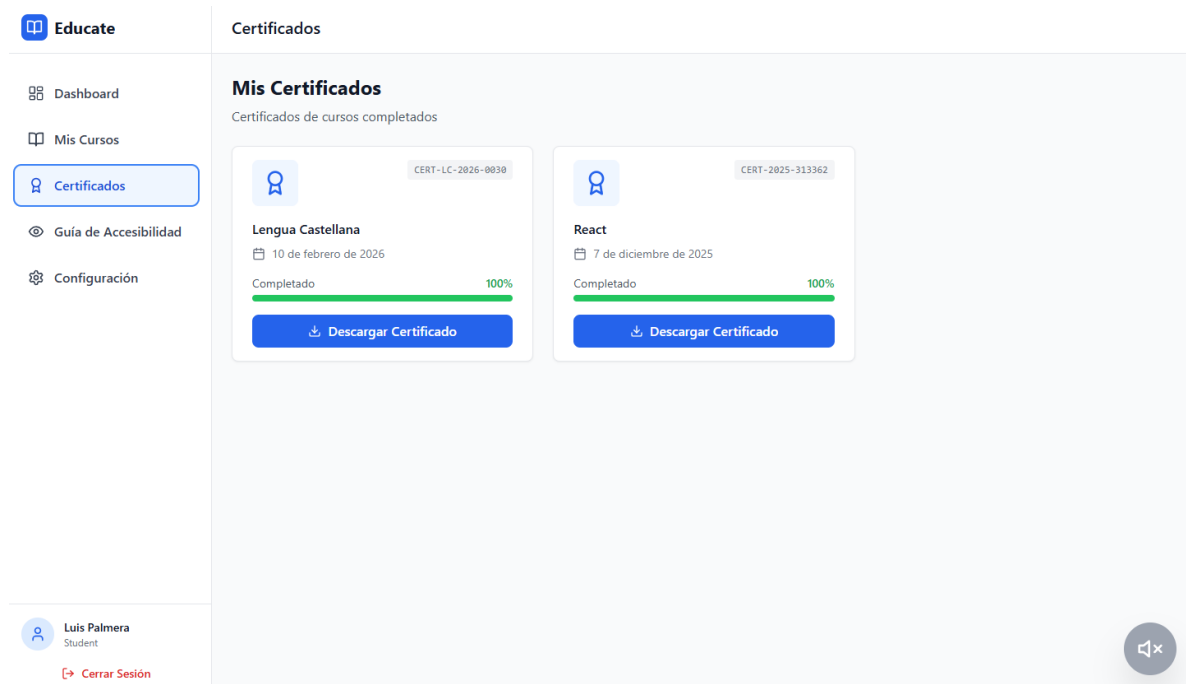
Figura 44. Dashboard Rol Estudiante



Fuente: elaboración propia.

El mostrar toda esa información en el dashboard principal del estudiante se consideró fundamental, pues de esta manera se permitió presentar de forma clara y resumida el estado general de su proceso de aprendizaje en la plataforma. Al inicio de su experiencia, por ejemplo, se visualizó la cantidad de cursos disponibles, la que el estudiante ya se había inscrito, los completados y el porcentaje de su nivel de avance promedio, lo que le permitió tener en cuenta de inmediato su posición académica. También se agregó un recuadro informativo con las características de Educate, como la accesibilidad, cursos interactivos, el seguimiento y su diseño simplificado. De esta manera, la organización de la información orientó al usuario desde el primer momento, potenció su motivación, facilitó la navegación y promovió una orientada al uso más autónomo, asequible y eficiente.

Figura 45. Descargar certificado estudiante



Fuente: elaboración propia.

Mediante este dashboard de certificados de la plataforma se tuvo la oportunidad de mostrar y vincular tal cantidad de información al estudiante por cuanto, permitió a este, visualizar de manera organizada la totalidad de los cursos completados y los distintivos obtenidos en el ámbito de su proceso formativo. En tal sentido, se presentó el nombre del curso, la fecha de finalización, el índice de cumplimiento y el código identificador de cada certificado, acompañado de su eventual descarga directa. Esta pauta de visualización posibilitó al estudiante el rápidamente acceder a un registro sistemático de sus logros académicos, incrementando la motivación orientada y permitiendo una mejor administración de los elementos presentes. De igual modo, permitió que el usuario pudiera disponer de un servicio centralizado, limpio y útil disponible para corroborar y descargar sus certificados dentro de la plataforma.

CONCLUSIONES

La identificación de los requisitos funcionales fue un paso importante en el desarrollo de la plataforma, ya que permitió la definición clara de las funciones y servicios necesarios para atender las necesidades de los usuarios. Como tal, este paso proporcionó una lista concisa e inequívoca de las acciones que deben llevarse a cabo a través del sistema: registro y autenticación, administración del curso, inscripción de estudiantes, seguimiento del avance, certificación y acceso a los recursos educativos.

La creación de una plataforma e-learning cuyos parámetros de accesibilidad integraran nuestros niveles de accesibilidad basados en los estándares de la WCAG 2.2 resultaron ser viables para permitir que personas con discapacidad visual tengan una educación inclusiva, comprensible y funcional. Los parámetros de accesibilidad de la navegación por teclado, contraste adecuado, estructura semántica, etiquetas accesibles, tecnologías de asistencia y presentación clara del contenido incrementaron la autonomía de los usuarios y redujeron las barreras para interactuar con el sistema.

Se demostró que el desarrollo de pruebas de software fue un proceso determinante para validar la operación, la usabilidad, la seguridad, el rendimiento y la accesibilidad de la plataforma. En particular, el uso de supervisores de pantalla como NVDA o JAWS hizo posible alcanzar si la interfaz podía o no ser realmente interpretada y utilizada por personas con discapacidad visual en condiciones de uso reales. Estas pruebas permitieron encontrar fallas en la lectura de elementos, problemas de navegación, falta de criterios de acceso apropiados y problemas en el contacto con los formularios y contenido.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda colocar en funcionamiento la plataforma mediante una implementación gradual, iniciando con un grupo piloto de usuarios, preferiblemente estudiantes y docentes vinculados al contexto objetivo.
- Capacitar a los usuarios en el uso de las funcionalidades y herramientas de accesibilidad.
- Establecer un plan de soporte técnico, mantenimiento y actualización continua.

REFERENCIAS

- Aguilera, M. (04 de Diciembre de 2023). *Discapacidad visual en el aula: desafíos y adaptaciones*. Obtenido de Educación y Docencia: <https://www.rededuca.net/blog/educacion-y-docencia/discapacidad-visual>
- Álvarez Montero, I. (2024). Desarrollo de una herramienta para la evaluación de la capacidad de uso de las TIC en personas con necesidades especiales. *Universitat Politècnica de València*, 1-74. Obtenido de <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/0eca4e27-f902-47f1-85d9-ef15841850fa/content>
- ASP Colombia. (2023). En el marco del capítulo C del CMPD: Envejecimiento, protección social y desafíos socioeconómicos. *ASP COLOMBIA*, 1-17. Obtenido de https://colombia.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/3.4_discapacidad.pdf
- Briceño Montenegro, S. (2023). Accesibilidad Web en los ambientes virtuales de aprendizaje (AVA) de las Universidades de Bogotá. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 1-94. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/c4a3ab8d-6d5b-4646-b03c-c9f4a198d75d/content>
- Calderón-Delgado, E., Jácome-Achi, S., Chalá-Quilumba, A., & Villavicencio-Guambo, R. (2024). Accesibilidad digital: El impacto de la tecnología en el aprendizaje de estudiantes con discapacidades. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 4, 1-10. doi:<https://doi.org/10.62574/rmpi.v4iespecial.234>
- Cantú Martínez, P. (2023). Investigación aplicada al ámbito educativo. *Universidad Autónoma de Nuevo León*, 1-117. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/373514897_INVESTIGACION_APPLICADA_AL_AMBITO_EDUCATIVO

Castañeda García, A. (2024). Desarrollo de un videojuego serio orientado a personas con discapacidad visual para el aprendizaje de matemáticas. *Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 1-104. Obtenido de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/3058/475451.pdf?sequence=1>

Castro Maldonado, J., Gómez Macho, L., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. doi:<https://doi.org/10.14483/22487638.19171>

Costa, M. (25 de Mayo de 2021). *Herramientas para comprobar la accesibilidad en e-learning*. Obtenido de IDEASPROPIAS: <https://www.ideaspropiaseditorial.com/blog/accesibilidad-en-e-learning/>

DANE. (28 de Mayo de 2020). *Discapacidad*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/discapacidad>

DANE. (2024). Mercado laboral población en condición de discapacidad. *DANE*, 1-15. Obtenido de <http://dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/bol-GEIHMLPD-nov2023-ene2024.pdf>

DANE. (10 de Julio de 2025). *Mercado laboral de las personas con discapacidad*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/mercado-laboral-de-las-personas-con-discapacidad>

Dejusticia. (23 de Agosto de 2021). *La brecha digital en Colombia y el Internet como derecho fundamental*. Obtenido de Dejusticia: <https://www.dejusticia.org/la-brecha-digital-en-colombia-y-el-internet-como-derecho-fundamental/>

- Eniversy. (30 de Noviembre de 2024). *El impacto del diseño inclusivo en las plataformas de elearning: ¿Por qué la accesibilidad es un factor clave para destacar?* Obtenido de Eniversy: <https://eniversy.com/articulos/articulo-el-impacto-del-diseno-inclusivo-en-las-plataformas-de-elearning-por-que-la-accesibilidad-es-un-factor-clave-para-destacar-7379>
- Equipo Editorial eLearning. (10 de Enero de 2024). *Accesibilidad y Equidad en el eLearning: Llegando a una Audiencia diversi sin barreras*. Obtenido de Editorial eLearning: <https://editorialelearning.com/blog/accesibilidad-y-equidad-en-el-elearning/>
- Espinoza Colón, J., & Cruz Ramos, O. (2024). Aportes del diseño digital a la accesibilidad e inclusión urbana. *Revista de estudios Interdisciplinarios del Arte, Diseño y la Cultura*, 168-183. Obtenido de <https://masam.cuautitlan.unam.mx/seminarioarteydiseno/revista/index.php/riadyc/article/view/202>
- García Lascano, M., Masabanda Tiviano, M., Toro Briones, G., Jimenez Serrano, M., Quijije Delgado, S., & Mero Chinga, E. (2025). El diseño universal para el aprendizaje como herramienta pedagógica en al educación inclusiva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(3), 8969-9003. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18530
- Guadarrama Sánchez, H. (2025). El paralelismo entre los sistemas de información y el constructivismo social desde una perspectiva bibliotecológica. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 48(1), 1-12. doi:<https://doi.org/10.17533/udea.rib.v48n1e356241>
- López, A. R. (28 de Mayo de 2021). *Importancia de la accesibilidad digital para los estudiantes con discapacidad visual mediante el uso de tecnologías de apoyo*. Obtenido de INCI Instituto Nacional para Ciegos:

<https://www.inci.gov.co/blog/importancia-de-la-accesibilidad-digital-para-los-estudiantes-con-discapacidad-visual-mediante>

Manobanda Dávalos, M. (2025). Diseño universal del aprendizaje (DUA) apoyado por herramientas tecnológicas. *Technology Rain Journal*, 4(1), 1-21. doi:<https://doi.org/10.55204/trj.v4i2.e86>

Min Salud. (2024). Boletín técnico Personas Certificadas con Discapacidad. *Ministerio de Salud*, 1-30. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PES/boletin-personas-certificadas-discapacidad-primer-semester-2024.pdf>

Min TIC. (2024). Índice de Brecha Digital 2023. *Ministerio de las TIC*, 1-14. Obtenido de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-396961_recurso_1.pdf

Mora Mera, M., Montesdeoca Vera, D., Robles Ramírez, A., & Vera Molina, R. (2024). Inclusión y Diversidad: Innovaciones Tecnológicas para estudiantes con Discapacidad en Entornos de Aprendizaje Digital. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), 1-17. doi:[https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)476](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)476)

Morales Pacavita, O., Sandoval Espitia, A., & Suárez Forero, D. (2025). Tendencias y enfoques didácticos en la enseñanza y el aprendizaje mediado por tecnologías de información y comunicación. *Academia y Virtualidad*, 18(2), 99-116. doi:<https://doi.org/10.18359/ravi.7588>

Nasamuez Quintero, C. (2023). Desafíos para la educación rural en Colombia en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en época de pandemia y aislamiento social. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 4(1), 227-247. doi:<https://doi.org/10.51660/ripie.v4i1.143>

Organización Mundial de la Salud. (10 de Agosto de 2023). *Ceguera y discapacidad visual*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud:

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

- Ortiz Huerta, M., & Zacarías Gutiérrez, M. (2025). Modelos educativos por competencias e inclusión educativa, aforía de la educación en sistemas económicos neoliberales-capitalistas. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 16, 1-20. doi:https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v16i0.2338
- Paredes Paredes, F. (2025). Desarrollo e implementación de un sistema de lectura asistida mediante voz para personas invidentes con técnicas de visión artificial e inteligencia artificial. *Universidad Politécnica Salesiana Ecuador*, 1-79. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29576/1/TTQ1889.pdf>
- Pérez Ricard, E. (2025). Evaluación de la experiencia de usuario (UX) en técnicas de Marker Tracking: Optimización mediante Métodos de Diseño Centrado en el Usuario en casos prácticos Gastronómicos. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia / Universidad de Lleida*, 1-175. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/74166/eaperezrtesis_TesisElkinAlbeiroPerezRicard.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramírez Ramírez, M. (2025). Tendencias investigativas sobre calidad de software en etapas tempranas: un análisis bibliométrico. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*, 1-96. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/70622/miramirezra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saguano-Carrión, E., & Murillo-Párraga, D. (2025). La relación entre la accesibilidad web y el aumento de la conversión de ventas en plataformas de e-commerce. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 9(1), 342-351. doi:<https://doi.org/10.62452/m2fz6p81>

- Salazar-Escorcía, L. (2020). Investigación Cualitativa: Una respuesta a las Investigaciones Sociales Educativas. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 6(11), 101-110. doi:DOI 10.35381/cm.v6i11.327
- Santa Cruz, C., Espinoza, V., & Hohlberg, E. (2021). Problemas Socioemocionales en Niños con Discapacidad Auditiva, Discapacidad Visual y Desarrollo Típico. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 15(1), 1-22. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-73782021000100095>
- Yossa Manrique, E. (2022). Estrategias pedagógicas mediadas por las TIC para apoyar procesos académicos a población con discapacidad intelectual. *Universidad Autónoma de Bucaramanga*, 1-125. Obtenido de https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/17601/2022_Tesis_Carolina_Parra_Zapata.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MODELO DE LOS ANEXOS DE LA PROPUESTA

Anexo A. Modelo Carta del director del proyecto

Aguachica, fecha.

Señores:

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

Facultad de Ingenierías y Tecnológicas

Programa de ingeniería de Sistemas

Universidad Popular Del Cesar

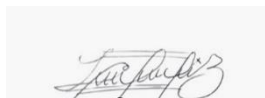
Cordial saludo

Yo **Luis Alfonso Muñoz Morales**, identificado con la cédula de ciudadanía No. **80202177**, certifico que he revisado el documento correspondiente al proyecto que lleva por título “**DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING QUE CUMPLA CON LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD WCAG 2.2 PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**”, presentada por los estudiantes XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX y, después de haberle realizado las respectivas correcciones, cuenta con mi aprobación para ser presentada ante el comité. Sugiero la aprobación por parte de ustedes.

Línea de investigación: Ingeniería del Software

Agradezco la atención prestada

Atentamente,



Luis Alfonso Muñoz Morales

CC 80202177 de Aguachica

Director de Proyecto

Anexo B. Modelo Carta de los estudiantes

Aguachica, Fecha.

Señores:

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

Facultad de Ingenierías y Tecnológicas

Programa Ingeniería de Sistemas

Universidad Popular Del Cesar

Cordial saludo

Nosotros los abajo firmantes, estudiantes del programa de Ingeniería de sistemas, presentamos a ustedes el documento correspondiente al proyecto de grado denominado **“DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING QUE CUMPLA CON LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD WCAG 2.2 PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR”**.

Quedamos a la espera del concepto emitido por el comité respecto de la viabilidad y aceptación de dicha propuesta.

Agradecemos la atención prestada

Atentamente,



Yeisin Esneider Villegas Duarte
CC. 1090460979 de Aguachica



Karoll Daniela Cantillo Castilla
CC. 1003248481 de Aguachica

Anexo E. Modelo Carta declaración antifraude

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS
PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE PROYECTO O TESIS DE GRADO HOJA
DE DECLARACION ANTI-FRAUDE
(A DILIGENCIAR POR EL ESTUDIANTE)

SEMESTRE	10
FECHA	(11/08/2025)

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

NOMBRES, APELLIDOS DEL ESTUDIANTE E IDENTIFICACIÓN:

Yeisin Esneider Villegas Duarte

CC. 1090460979 de Aguachica

Karoll Daniela Cantillo Castilla

CC. 1003248481 de Aguachica



TÍTULO DEL PROYECTO:

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING QUE CUMPLA CON LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD WCAG 2.2 PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR

DECLARACIÓN:

1 - Soy consciente que cualquier tipo de fraude en este proyecto es considerado como una falta grave en la Universidad. Al firmar, entregar y presentar esta propuesta de Proyecto de Grado, doy expreso testimonio de que esta propuesta fue desarrollada de acuerdo con las normas establecidas por la Universidad. Del mismo modo, aseguro que no participé en ningún tipo de fraude y que en el trabajo se expresan debidamente los conceptos o ideas que son tomadas de otras fuentes.

2- Soy consciente de que el trabajo que realizaré incluirá ideas y conceptos del autor y del director y/o Asesor y podrá incluir material de cursos o trabajos anteriores realizados en la Universidad y por lo tanto, daré el crédito correspondiente y utilizaré este material de acuerdo con las normas de derechos de autor. Así mismo, no haré publicaciones, informes, artículos o presentaciones en congresos, seminarios o conferencias sin la revisión o autorización expresa del Asesor, quien representará en este caso a la Universidad.

NOMBRE	Firma
Yeisin Esneider Villegas Duarte	
Karoll Daniela Cantillo Castilla	

Anexo F. Modelo carta Derechos de autor

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS
PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE PROYECTO O TESIS DE GRADO HOJA
DE DERECHOS DE AUTOR
(A DILIGENCIAR POR EL ESTUDIANTE)

SEMESTRE	10
----------	----

FECHA	(11/08/2025)
-------	--------------

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

NOMBRES, APELLIDOS DEL ESTUDIANTE E IDENTIFICACIÓN:

Yeisin Esneider Villegas Duarte CC. 1090460979 de Aguachica Karoll Daniela Cantillo Castilla CC. 1003248481 de Aguachica

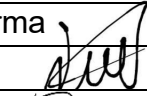

TÍTULO DEL PROYECTO:

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING QUE CUMPLA CON LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD WCAG 2.2 PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR
--

AUTORIZACIÓN DE SU USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD:

Autorizo a LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR, para que en los términos establecidos en **la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995** y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento.

PARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, usos en red, internet, extranet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

NOMBRE	Firma
Yeisin Esneider Villegas Duarte	
Karoll Daniela Cantillo Castilla	

Anexo G. Modelo Carta de compromiso de realizar un artículo científico.

(A DILIGENCIAR POR EL ESTUDIANTE)

Aguachica Cesar

fecha

Señores:

COMITÉ DE PROYECTOS

Facultad de Ingenierías y Tecnologías

Programa de Ingeniería de Sistemas

Universidad Popular Del Cesar

Cordial saludo

Quiénes suscriben la presente carta se comprometen a desarrollar un artículo científico del presente proyecto de grado titulado: **“DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING QUE CUMPLA CON LOS NIVELES DE ACCESIBILIDAD WCAG 2.2 PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR”**, la evidencia de la presentación del artículo para revisión a una revista será entregada en el documento final como Anexo.

Agradecemos la atención prestada

Atentamente,



Yeisin Esneider Villegas Duarte
CC. 1090460979 de Aguachica



Karoll Daniela Cantillo Castilla
CC. 1003248481

Anexo H. Modelo Carta de declaración de la Universidad

(ANEXAR POR EL ESTUDIANTE)

Aguachica Cesar
06/03/2024

“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por los estudiantes en su proyecto de grado, solo velará que no se publique nada

contrario a la moral y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la justicia”