



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

“DESARROLLO DE UN SOFTWARE DE APRENDIZAJE EN LÍNEA CON
CONTENIDO ADAPTATIVO BASADO EN LA *KNOWLEDGE SPACE THEORY*
(KST) PARA LOS CURSOS DE NIVELACIÓN DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS (FICA)”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Ingeniería en
Software



AUTOR:

Tito Amauri Córdova Lema

DIRECTOR:

PhD. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza

Ibarra-Ecuador

2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte, dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1050321684		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Tito Amauri Córdova Lema		
DIRECCIÓN:	Otavalo – Miguel Egas Cabezas		
EMAIL:	tacordoal@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2690309	TELF. MOVIL	0990730126

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Desarrollo de un software de aprendizaje en línea con contenido adaptativo basado en la <i>Knowledge Space Theory</i> (KST) para los cursos de nivelación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA).
AUTOR(ES):	Tito Amauri Córdova Lema
FECHA: AAAA/MM/DD	2026/02/09
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	☒ PREGRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Software
DIRECTOR:	PhD. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza, MSc.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, TITO AMAURI CÓRDOVA LEMA, con cédula de identidad Nro. 105032168-4, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 9 días del mes de febrero de 2026

EL AUTOR:

.....
Tito Amauri Córdova lema
C.C.: 105032168-4

CONSTANCIAS

El autor(es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 9 días del mes de febrero de 2026

EL AUTOR:

.....
Tito Amauri Córdova lema
C.C.: 105032168-4

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 9 de febrero de 2026

Ing. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza, PhD
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)
Ing. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza, PhD
C.C.: 100287304-8

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Desarrollo de un software de aprendizaje en línea con contenido adaptativo basado en la Knowledge Space Theory (KST) para los cursos de nivelación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA)”, elaborado por Córdova Lema Tito Amauri, previo a la obtención del título de ingeniero en software, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f)
Ing. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza, PhD

(f)
Ing. Julio Esteban Guerra Masson, MSc.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a las personas más importantes de mi vida, quienes estuvieron a mi lado en los momentos difíciles y siempre tuvieron una palabra de aliento que me ayudó a continuar con mis proyectos. A aquellas personas que, a pesar de las adversidades, supieron enseñarme cómo levantarme una vez más; a quienes confiaron en mí y jamás se apartaron de mi vida, y sé que nunca lo harán.

A mi madre, María Elena Lema Lema, la persona más importante de mi vida, quien jamás se rindió conmigo y que, en mis momentos más bajos, supo iluminarme con su amor, su sabiduría, su cariño y cada una de sus cualidades. No existen palabras suficientes para agradecer todo lo que ha hecho por mí, y por eso le dedico esta pequeña parte de mi vida.

A mi hermano, Eduardo Tupac Córdova Lema, por ser un compañero incondicional, una persona en quien sé que puedo confiar a pesar de las dificultades, tanto en las buenas como en las malas.

A mi padre, Eduardo Córdova Pineda, quien supo confiar en mí hasta el último día y que, a pesar de los momentos difíciles, siempre recordaré y mantendré presentes sus enseñanzas todos los días de mi vida.

A mis amigos, con quienes compartí una gran parte de mi vida y muchos momentos inolvidables. Cada uno de ellos me ha dejado una enseñanza, y esas lecciones las llevaré siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

Esta gran etapa en mi vida no pudo ser posible sin la ayuda de varias personas, y quiero agradecer a cada una de ellas, especialmente a:

Mi madre, María Elena Lema: Agradecerle por su esfuerzo y dedicación puestos en mí; con su sacrificio me ayudó a alcanzar un escalón más en mi vida. No hay agradecimientos que compensen todo lo que hizo por mí, pero siempre le estaré eternamente agradecido.

Mi hermano, Eduardo Córdova: Agradecerle por su ayuda todos estos años y desearle éxitos en su futuro, porque a pesar de todo siempre seremos hermanos.

Mi tutora, Ing. Daisy Imbaquingo: Agradecerle por brindarme su ayuda y conocimiento durante este periodo académico; su guía y sus enseñanzas fueron vitales para que yo pudiera culminar mis estudios superiores. Gracias por enseñarme que los docentes no solo enseñan en las aulas, sino también para la vida.

A los docentes de la Universidad Técnica del Norte: agradecerles por todos sus conocimientos y enseñanzas durante mi estancia en esta prestigiosa institución.

Finalmente, agradecer a cada persona que aportó su granito de arena para que pudiera culminar mis estudios. A todos, muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Tema	14
1.2. Planteamiento del problema.....	14
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Alcance	16
1.5. Metodología.....	17
1.6. Justificación	18
1.7. Antecedentes.....	19
2. CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO	22
2.1. Conceptos Fundamentales	22
2.1.1. Software Educativo.....	22
2.1.2. Software de aprendizaje en línea.....	26
2.1.3. Beneficios del software educativo.....	27
2.1.4. Importancia del contenido adaptativo en la educación.....	28
2.1.5. La Knowledge Space Theory (KST)	29
2.2. Herramientas de desarrollo	31
2.2.1. Frontend.....	31
2.2.2. Backend	34
2.2.3. Base de datos	36
2.3. Normas y estándares de usabilidad.....	37
2.3.1. Definición de la usabilidad en el software.....	37
2.3.2. Norma ISO 25010: Evaluación de la calidad del software.....	38
2.3.3. System Usability Scale (SUS).....	40
2.4. Trabajos relacionados	41
2.4.1. Trabajo I	41
2.4.2. Trabajo II.....	41
2.4.3. Trabajo III.....	42
2.4.4. Trabajo IV.....	42
2.4.5. Trabajo V.....	42

2.4.6.	Trabajo VI.....	43
3.	CAPÍTULO III - DESARROLLO	44
3.1.	Fase 1: Análisis.....	44
3.1.1.	Definición de roles de Scrum	44
3.1.2.	Definición de requisitos.....	45
3.1.3.	Product Backlog	52
3.2.	Fase 2: Diseño – Sprint 0	54
3.2.1.	Resumen Sprint 0	54
3.2.2.	Arquitectura tecnológica.....	54
3.2.3.	Esquema Base de Datos Inicial	55
3.2.4.	Diagrama de Procesos	56
3.3.	Desarrollo del software de aprendizaje en línea	60
3.3.1.	Sprint 1	61
3.3.2.	Sprint 2	69
3.3.3.	Sprint 3	76
3.3.4.	Sprint 4	82
3.3.5.	Sprint 5	89
4.	CAPÍTULO IV – RESULTADO Y ANÁLISIS	103
4.1.	Definición del modelo de calidad en uso	103
4.2.	Medición del modelo de calidad de uso.....	103
4.2.1.	Definición de la muestra poblacional para la evaluación	104
4.2.2.	Taller práctico.....	104
4.2.3.	Encuesta SUS	105
4.3.	Validaciones estadísticas de los ejercicios de medición	106
4.3.1.	Test de normalidad en el taller práctico de usabilidad	106
4.3.2.	Test de fiabilidad de la encuesta SUS	107
4.4.	Evaluación del modelo de calidad de uso	108
4.4.1.	Eficacia	108
4.4.2.	Eficiencia	110
4.4.3.	Satisfacción.....	111
4.5.	Resultados del modelo de calidad de uso	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías del software educativo.....	23
Tabla 2. Tendencias tecnológicas emergentes en la educación en Latinoamérica (2020-2024).....	25
Tabla 3. Características del software de aprendizaje en línea.	26
Tabla 4. Beneficios del software educativo.....	27
Tabla 5. Beneficios del software educativo.....	28
Tabla 6. Beneficios de la Knowledge Space Theory.....	30
Tabla 7. Características principales de la ISO/IEC 25010	38
Tabla 8. Subcaracterísticas de usabilidad según la perspectiva de calidad del producto en la norma ISO/IEC 25010	39
Tabla 9. Subcaracterísticas de usabilidad según la perspectiva de calidad en uso en la norma ISO/IEC 25010.....	40
Tabla 10. Definición de roles Scrum.....	44
Tabla 11. Historia de usuario 1.....	45
Tabla 12. Historia de usuario 2.....	46
Tabla 13. Historia de usuario 3.....	46
Tabla 14. Historia de usuario 4.....	47
Tabla 15. Historia de usuario 5.....	47
Tabla 16. Historia de usuario 6.....	48
Tabla 17. Historia de usuario 7.....	49
Tabla 18. Historia de usuario 8.....	49
Tabla 19. Historia de usuario 9.....	50
Tabla 20. Historia de usuario 10.....	50
Tabla 21. Historia de usuario 11.....	51
Tabla 22. Historia de usuario 12.....	52
Tabla 23. Product Backlog	52
Tabla 24. Tareas – Sprint 0.....	54
Tabla 25. Descripción del diagrama del proceso de la aplicación.....	57
Tabla 26. Resumen de los Sprints	60
Tabla 27. Sprint Backlog - Sprint 1.....	61
Tabla 28. Pruebas de aceptación Sprint 1.....	62
Tabla 29. Plan de mejoras Sprint 1.....	68
Tabla 30. Sprint Backlog - Sprint 2.....	69
Tabla 31. Pruebas de aceptación Sprint 2.....	70
Tabla 32. Plan de mejoras Sprint 1.....	75
Tabla 33. Sprint Backlog - Sprint 3.....	76
Tabla 34. Pruebas de aceptación Sprint 3.....	78
Tabla 35. Plan de mejoras Sprint 1.....	82
Tabla 36. Sprint Backlog - Sprint 4.....	82
Tabla 37. Pruebas de aceptación Sprint 4.....	84
Tabla 38. Plan de mejoras Sprint 4.....	88
Tabla 39. Sprint Backlog - Sprint 5.....	89
Tabla 40. Pruebas de aceptación Sprint 5.....	91
Tabla 41. Plan de mejoras Sprint 5.....	102

Tabla 42. Definición de modelo de calidad de uso.....	103
Tabla 43. Objetivos y tareas del taller	105
Tabla 44. Encuesta SUS aplicada en el software de aprendizaje en línea.....	105
Tabla 45. Resultados del test de normalidad Shapiro-Wilk	107
Tabla 46. Resultados de test de fiabilidad de la encuesta SUS	108
Tabla 47. Pesos de las respuestas SUS	111
Tabla 48. Resultados de la encuesta SUS - Utilidad	112
Tabla 49. Resultados de la encuesta SUS - Comodidad.....	113
Tabla 50. Resultados del modelo de calidad de uso	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas. Fuente: Propia.....	15
Figura 2. Arquitectura a desarrollar. Fuente: Propia	18
Figura 3. Visualización de conexiones de correlaciones. Fuente: Propia	24
Figura 4. Gráfico de dependencia de conceptos. Fuente: [30]	30
Figura 5. Virtual DOM de React. Fuente: [36]	33
Figura 6. Estructura capítulo 2.	44
Figura 7. Arquitectura tecnológica.	55
Figura 8. Diagrama de base de datos. Fuente: Elaboración propia	56
Figura 9. Diagrama de base de procesos.	57
Figura 10. Vista de selección de rol.	63
Figura 11. Vista de registro.	63
Figura 12. Notificación de contraseña.	64
Figura 13. Notificación de correo ya registrado.	64
Figura 14. Notificación de registro exitoso.	64
Figura 15. Vista de nuevo registro del administrador.	64
Figura 16. Vista de actualizar perfil del administrador.	65
Figura 17. Vista de listado de usuarios.	65
Figura 18. Vista de iniciar sesión.	66
Figura 19. Vista de cerrar sesión.	66
Figura 20. Pantalla de inicio del estudiante.	67
Figura 21. Pantalla de inicio del docente.	67
Figura 22. Pantalla de inicio del diseñador.	67
Figura 23. Pantalla de inicio del administrador.	68
Figura 24. Vista de clases creadas por el docente.	72
Figura 25. Vista del catálogo de cursos disponibles.	72
Figura 26. Vista de la creación de clases.	72
Figura 27. Vista de los cursos del estudiante.	73
Figura 28. Vista de inscripción a un curso.	73
Figura 29. Notificación de inscripción exitosa.	73
Figura 30. Advertencia de error al inscribirse.	73
Figura 31. Alerta de ingreso al curso.	74
Figura 32. Vista de la bienvenida a la evaluación inicial.	74
Figura 33. Vista de las reglas de la evaluación.	74
Figura 34. Vista de la evaluación de diagnóstico.	75
Figura 35. Vista de la evaluación de diagnóstico.	75
Figura 36. Vista de temas no dominados.	79
Figura 37. Vista de temas dominados.	79
Figura 38. Mapa de conocimientos.	80
Figura 39. Vista de progreso global de la clase.	80
Figura 40. Vista del podio de la clase.	81
Figura 41. Árbol de conocimientos.	81
Figura 42. Vista general de la clase. Fuente: Elaboración propia	85
Figura 43. Vista individual del progreso de cada estudiante. Fuente: Elaboración propia	86

Figura 44. Personalización de la clase.	86
Figura 45. Vista de la generación del código único.	87
Figura 46. Vista de clases recientes.	87
Figura 47. Vista del progreso individual por curso.	88
Figura 48. Vista de la posición en el ranking.	88
Figura 49. Vista de creación de cursos.	92
Figura 50. Vista de creación de recursos educativos.	92
Figura 51. Vista de creación de dominios.	93
Figura 52. Vista de creación de subtemas.	93
Figura 53. Vista de subtemas por dominio.	94
Figura 54. Vista del progreso individual por curso.	94
Figura 55. Vista de creación de explicaciones por subtema.	95
Figura 56. Vista de creación de ejercicios por subtema.	95
Figura 57. Vista de banco de ejercicios.	95
Figura 58. Vista previa del ejercicio.	96
Figura 59. Vista de evaluaciones del curso.	96
Figura 60. Vista de creación de evaluación.	97
Figura 61. Vista de gestión de evaluación.	97
Figura 62. Vista de asignación de ejercicios.	97
Figura 63. Vista de recursos del subtema.	98
Figura 64. Vista de los ejercicios interactivos.	98
Figura 65. Notificación de respuesta correcta.	98
Figura 66. Notificaciones de respuestas incorrectas.	98
Figura 67. Vista de auditoría (Administrador).	99
Figura 68. Vista de detalles de auditoría (Administrador).	99
Figura 69. Vista de usuarios (Administrador).	100
Figura 70. Vista de gestión de usuarios (Administrador).	100
Figura 71. Vista de roles (Administrador).	100
Figura 72. Vista de gestión de roles (Administrador).	101
Figura 73. Vista de cursos (Administrador).	101
Figura 74. Vista de gestión de cursos (Administrador).	101
Figura 75. Calidad en uso del software de aprendizaje en línea. Fuente: basado en (ISO 25000, 2015).....	114

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tema

Desarrollo de un software de aprendizaje en línea con contenido adaptativo basado en la *Knowledge Space Theory* (KST) para los cursos de nivelación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA).

1.2. Planteamiento del problema

En la Facultad de Ciencias Aplicadas (FICA) se enfrenta un problema crítico relacionado con la baja tasa de titulación entre los estudiantes. Según el Modelo Genérico de Evaluación del Entorno de Aprendizaje de Carrera en Ecuador 2017, las carreras deben garantizar que al menos el 80% de los estudiantes de las cohortes designadas para la evaluación se titulen dentro de los plazos estipulados por la normativa [1]. Sin embargo, los datos obtenidos del Sistema Integrado Institucional Universitario (SIIU) muestran que la Facultad está muy por debajo de este estándar:

- SEPTIEMBRE 2018 – FEBRERO 2019: 13% de estudiantes titulados.
- MARZO 2019 – AGOSTO 2019: 28% de estudiantes titulados.
- SEPTIEMBRE 2019 – FEBRERO 2020: 26% de estudiantes titulados.
- JUNIO 2020 – OCTUBRE 2020: 26% de estudiantes titulados [2].

Estos valores reflejan una tendencia preocupante de bajos índices de titulación que afectan el desempeño académico institucional y la evaluación externa de calidad educativa.

Uno de los principales factores que contribuyen a esta problemática es la elevada tasa de reprobación en las materias de los primeros niveles de las carreras, particularmente en las asignaturas de nivelación. Muchos estudiantes ingresan a la universidad con una formación previa desigual, lo que dificulta su adaptación a las exigencias académicas. Además, la falta de recursos pedagógicos adaptados a las necesidades individuales y la ausencia de estrategias personalizadas de enseñanza exacerbaban esta situación. Esto genera frustración, desmotivación y, en algunos casos, el abandono de los estudios [3].

Las consecuencias de no abordar este problema son graves. La falta de apoyo académico en las asignaturas de nivelación contribuye a un aumento de la deserción estudiantil, retrasa los tiempos de titulación y reduce la eficiencia académica, lo que genera una pérdida de inversión tanto para las instituciones educativas como para los gobiernos. Esto se debe a que los recursos destinados a la educación de los estudiantes que abandonan no se traducen en graduados [4]. Con el objetivo de comprender a fondo las raíces de este problema y sus impactos en el rendimiento académico, se presenta un árbol de problemas que ilustra de manera detallada las causas y efectos relacionados.

Figura 1.

Esquema de redacción para el planteamiento del problema.

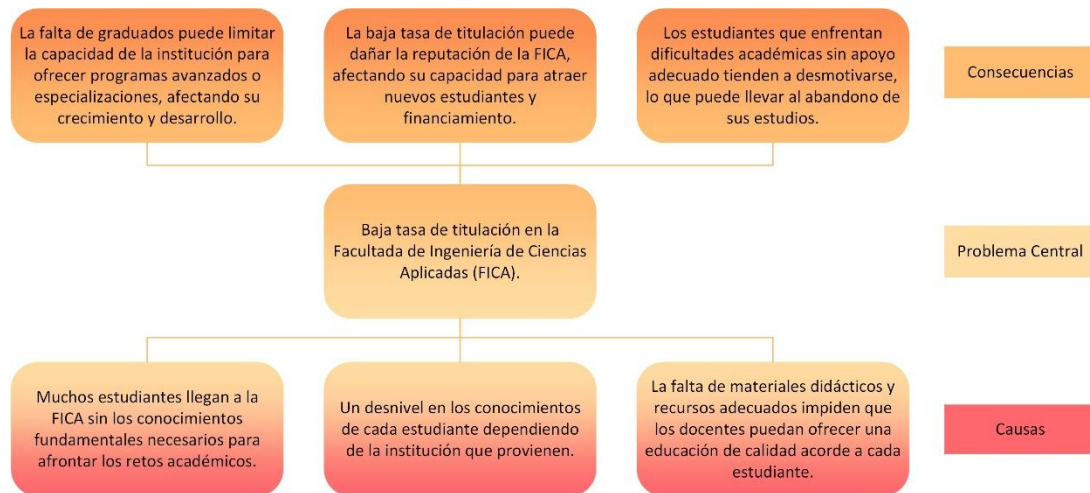


Figura 1. Árbol de problemas. Fuente: Propia

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un software de aprendizaje en línea con funcionalidades de contenido adaptativo, basado en la *Knowledge Space Theory* (KST), para los cursos de nivelación de la FICA.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Realizar un marco teórico para el estudio del desarrollo de un software de aprendizaje en línea con funcionalidades de contenido adaptativo que emplean como base la KST.
2. Desarrollar un software de aprendizaje intuitivo y amigable que facilite la navegación y ajuste los contenidos de la materia en función del progreso y el conocimiento del estudiante utilizando la metodología ágil SCRUM.
3. Evaluar el software mediante la norma ISO 25010 enfocada hacia la usabilidad y el System Usability Scale (SUS).

1.4. Alcance

El proyecto se enfocará en desarrollar un software de aprendizaje en línea con funciones de contenido adaptativo para los cursos de nivelación de la Facultad de Ciencias Aplicadas (FICA). El programa permitirá a los estudiantes de nivelación y primeros niveles de la facultad acceder a recursos educativos y realizar evaluaciones continuas para nivelar sus conocimientos. Además, se implementarán funcionalidades que adapten los contenidos de la materia al nivel del estudiante utilizando la teoría de los Espacios de Conocimiento (KST), que analizará el rendimiento de los estudiantes y ajustará automáticamente los contenidos de la materia (Ejercicios Interactivos, Guías de Aprendizaje) y las evaluaciones en función de su progreso. Se contará con una interfaz accesible y fácil de usar para mejorar la experiencia de usuario, asegurando que el software sea intuitivo y navegable tanto para estudiantes como para docentes. Además, se incluirá un repositorio de materiales educativos proporcionados por el docente tutor, que incluirá videos explicativos, lecturas en formato digital, libros, etc.

El software será desarrollado utilizando el *Knowledge Space Theory* (KST) como base, la cual se centra en la estructura de conocimiento, que se define como un par (Q, K) , donde Q es un conjunto de ítems y K es una colección de subconjuntos que representan los estados de conocimiento de un estudiante. Cada estado de conocimiento refleja el dominio sobre ciertos ítems, y la estructura es discriminativa si cada ítem tiene un conjunto único de estados asociados. Además, la teoría se extiende a la teoría de espacios de aprendizaje, que busca gestionar estos espacios para facilitar evaluaciones adaptativas. Estos procedimientos de evaluación son más informativos que las

calificaciones numéricas tradicionales, ya que se adaptan a las respuestas previas del estudiante, proporcionando un diagnóstico más preciso de su conocimiento y ayudando a personalizar su aprendizaje [5].

Limitaciones:

- El proyecto se limitará a los cursos de nivelación de la FICA, sin incluir otras asignaturas o facultades.
- El contenido del software se limitará a la asignatura de matemáticas, con un enfoque en una unidad específica.
- Se centrará en la fase de diseño, implementación y evaluación inicial con una muestra de estudiantes seleccionados.

1.5. Metodología

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicado, y tiene como objetivo desarrollar un software de aprendizaje en línea que adapte los contenidos de la materia de manera personalizada a las necesidades educativas y al nivel de conocimiento de cada uno de los estudiantes.

El enfoque metodológico está alineado con los tres objetivos del proyecto:

1. Con la finalidad de cumplir el primer objetivo, se llevará a cabo una revisión bibliográfica con el fin de recopilar información sobre la *Knowledge Space Theory* y su implementación en sistemas de gestión de aprendizaje (LMS). Esta revisión permitirá identificar las mejores prácticas y las herramientas más adecuadas para el desarrollo del software. Se usará el gestor bibliográfico gratuito, que permitirá buscar, generar y gestionar bibliografías para trabajos académicos.
2. Para cumplir con el segundo objetivo, se empleará el marco de desarrollo ágil de software SCRUM, siguiendo sus tres fases principales. En la fase de Planificación, se realizará el levantamiento de requerimientos del software. Para la fase de Desarrollo, se implementarán las funcionalidades del software de aprendizaje aplicando las respectivas iteraciones necesarias con el fin de

garantizar un correcto desarrollo. En la fase final de Revisión, se realizarán las pruebas de aceptación, evaluando que cumpla con los requisitos establecidos.

3. En relación con el tercer y último objetivo, se llevará a cabo una evaluación del software. Esta misma se realizará mediante pruebas piloto con estudiantes, utilizando la ISO 25010 enfocada hacia la usabilidad y el cuestionario de Escala de Usabilidad del Sistema, o System Usability Scale (SUS).

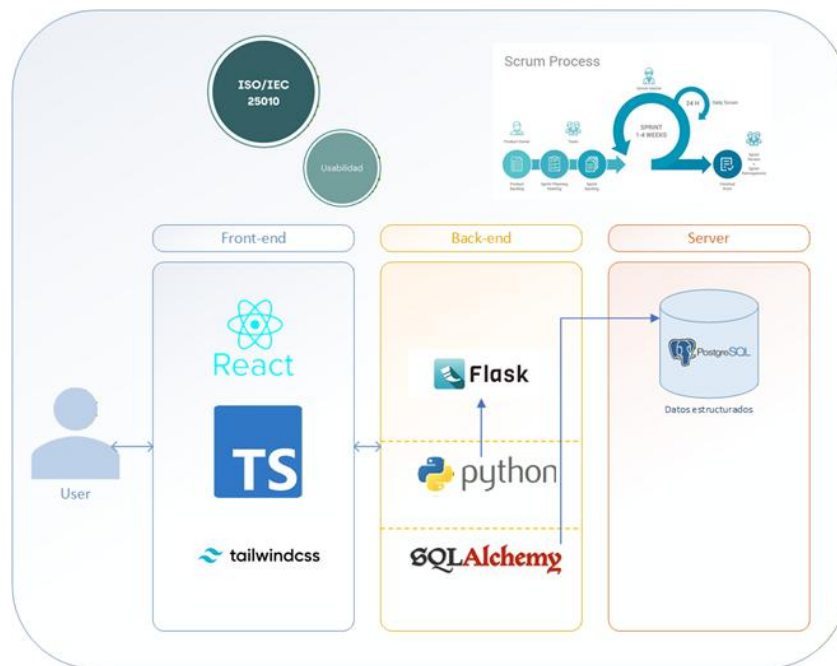


Figura 2. Arquitectura a desarrollar. Fuente: Propia

1.6. Justificación

Esta investigación se enfoca en el desarrollo de un software de aprendizaje en línea, el cual no solo facilita el acceso a materiales didácticos, sino que también permite personalizar el proceso de enseñanza para adaptarse a las necesidades de cada estudiante. En este contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se alinea con el objetivo número cuatro, educación de calidad. Este objetivo busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos (Naciones Unidas, 2016). Además, está vinculado con la política 7.2 del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, que enfatiza promover

la modernización y eficiencia del modelo educativo por medio de la innovación y el uso de herramientas tecnológicas (SENAPLES, 2021).

Beneficiarios

- Los principales beneficiarios serán los estudiantes de nivelación de la FICA.
- Docentes de las asignaturas de nivelación y de las asignaturas del área básica.

Justificación tecnológica. —En un contexto educativo donde los estudiantes ingresan con diversos niveles de conocimiento, el uso de la *Knowledge Space Theory* (KST) permite una adaptación precisa del contenido, enfocándose en las áreas que cada estudiante necesita reforzar. La implementación del software no solo facilita una nivelación eficiente y dirigida, sino que también optimiza los recursos académicos al ofrecer una enseñanza personalizada.

Justificación económica. —El desarrollo de un software de aprendizaje en línea con contenido adaptativo no solo representa un avance en el ámbito educativo, sino que también ofrece importantes beneficios económicos. Al optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, este software tiene el potencial de reducir costos asociados con la repetición de cursos y el rezago académico, que a menudo resultan en prolongados períodos de estudio y en la utilización ineficiente de recursos educativos. La personalización del aprendizaje mediante la KST permite a los estudiantes avanzar en función de sus necesidades individuales, facilitando un aprendizaje más efectivo desde el inicio; se espera que se disminuyan los costos de apoyo adicional, tutorías y otros servicios de recuperación.

1.7. Antecedentes

INVESTIGACIÓN	APORTE
Contexto: Internacional Using an adaptive learning tool to improve student performance and satisfaction in online and	Los resultados mostraron que la estrategia AL mejoró significativamente el rendimiento académico de los estudiantes y se observó una mayor satisfacción en los cursos que utilizaron esta estrategia.

face-to-face education for a more personalized approach [6].	El aporte principal del proyecto será el desarrollo de un software de aprendizaje personalizado, diseñado específicamente para atender las necesidades de los cursos de nivelación de la FICA.
Contexto: Internacional Using Knowledge Space Theory to Delineate Critical Learning Paths in Calculus [7].	La Teoría del Espacio de Conocimiento (KST) permitió identificar rutas de aprendizaje críticas, evidenciando que los conceptos de precálculo son esenciales para comprender el cálculo y que una preparación adecuada en precálculo mejora el rendimiento inmediato y el éxito a largo plazo. El aporte que se realizará es la implementación del KST en el software de aprendizaje de manera nativa, sin la necesidad de recurrir a paquetes externos o softwares adicionales.
Contexto: Nacional Diseño de un software educativo para el aprendizaje del sistema de dos ecuaciones lineales en el estudiantado de Primero de Bachillerato General Unificado [8].	Se demuestra que el software educativo es una herramienta eficaz con la capacidad de proporcionar una adaptación individualizada al ritmo de aprendizaje de cada estudiante. El software aportará al aprendizaje al generar rutas personalizadas para cada estudiante, ofreciendo una experiencia adaptativa y completamente individualizada según sus necesidades específicas.
Contexto: Nacional Desarrollo de un software educativo para el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado para estudiantes de segundo de	El desarrollo de un software educativo para la enseñanza del MRUA busca proporcionar a los estudiantes una herramienta interactiva y efectiva que facilite la comprensión de conceptos fundamentales de la física. El aporte de este proyecto se alinea con el uso de software como herramienta en el proceso

bachillerato general unificado [9].	de enseñanza, proporcionando una solución sin costo alguno para los estudiantes de nivelación de la FICA.
Contexto: Regional Desarrollo de los módulos e-learning y evaluaciones como componentes del entorno virtual de aprendizaje integrado (EVAI) para la empresa IEREC [10].	El módulo de evaluaciones permite crear preguntas, las cuales podrán ser de opción múltiple, una sola opción entre varias o respuesta mediante texto, a las cuales se les deberá poner un grado de dificultad entre alto, medio o bajo, a fin de poder crear un banco de preguntas. El software aportará al aprendizaje ofreciendo ejercicios interactivos, guías digitales y evaluaciones adaptadas al nivel de conocimiento de cada estudiante, asegurando una experiencia educativa personalizada.
Contexto: Regional Simulador de movimiento parabólico empleando el software GeoGebra para la enseñanza-aprendizaje de la física en la Unidad Educativa Ibarra [11].	Se propone diseñar un simulador de movimiento parabólico empleado GeoGebra de manera que se dinamice la enseñanza de cinemática y a la vez se difunda el uso y manejo del software. El software de aprendizaje será una contribución significativa a la educación, posicionándose como una herramienta innovadora y accesible que promueve un entorno de estudio atractivo, adaptativo y personalizado para los estudiantes.

2. CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos Fundamentales

2.1.1. Software Educativo

Definición General

La definición del concepto de “software educativo” ha cambiado significativamente a lo largo de los años. Según [12], no existe una definición formal, cohesiva y unificada para este término, ya que su significado ha evolucionado considerablemente debido a los avances en el ámbito de la enseñanza y en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

El software educativo, en este contexto de constante evolución, puede entenderse como una herramienta interactiva que utiliza elementos multimedia, como videos, sonidos, fotografías, ejercicios y juegos instructivos, para apoyar las funciones de evaluación y diagnóstico [13]. Este tipo de software está diseñado para simplificar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de programas desarrollados específicamente con este propósito [14]. Otro autor define al software educativo como “un programa o conjunto de instrucciones diseñado para ser ejecutado por cualquier dispositivo con un procesador, creado con el propósito específico de servir como una herramienta educativa que guíe los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto desde el aspecto instructivo como axiológico” [15].

Al aplicarse al entorno educativo, [16] menciona que es importante destacar que cada software educativo está diseñado para abordar un área específica de la educación y se adapta a un nivel educativo particular, que puede variar desde la educación infantil básica hasta niveles de educación superior. Diversos factores influyen tanto en el desarrollo como en el uso del software educativo. En este contexto, es fundamental integrar conocimientos de múltiples disciplinas, las cuales desempeñan un papel clave en su diseño y creación.

Categorías del software Educativo

El software educativo se clasifica en varias categorías según su función principal y el propósito pedagógico que aborda [17]. Estas categorías destacan las diversas maneras en que estas herramientas pueden contribuir al aprendizaje en diferentes contextos, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías del software educativo.

Categorías del software educativo	Descripción
Software tutorial	El software tutorial enseña conceptos específicos a través de explicaciones seguidas de ejercicios prácticos, ofreciendo retroalimentación inmediata. Es ideal para contenidos lineales como matemáticas o gramática [17].
Simuladores	Los simuladores proporcionan un método de aprendizaje interactivo y dinámico [18]. Permiten al estudiante recrear situaciones reales en un entorno virtual seguro para explorar procesos complejos, como experimentos químicos o simulaciones económicas [17].
Sistemas de gestión de aprendizaje	Es un software diseñado para simplificar la creación y administración de entornos de aprendizaje en línea, fomentando la comunicación y colaboración entre los participantes del proceso educativo [19].
Juegos Educativos	Los juegos educativos son un software diseñado para promover el aprendizaje mediante actividades recreativas y divertidas [12], [14].
Software de aprendizaje en línea	Este software educativo es independiente del hardware y sistema operativo, permitiendo el aprendizaje en cualquier momento y lugar. Facilita la supervisión remota y asíncrona por parte de los profesores, ofreciendo flexibilidad y

	accesibilidad al ejecutarse en servidores en la nube sin requerir configuraciones especiales [12].
Software as a Service (SaaS)	Ofrece herramientas en la nube, algunas gratuitas, que apoyan el proceso educativo sin costos por actualizaciones ni mejoras en equipos, aunque no se considera software educativo en sí mismo [12].

Fuente: Elaboración Propia

Tendencias del software Educativo

En la última década, la tecnología educativa ha experimentado un desarrollo sin precedentes, transformando significativamente la educación superior. Según [20], este cambio se aceleró con la pandemia de COVID-19, que impulsó a instituciones de todo el mundo a adoptar métodos de enseñanza en línea y a distancia, como se observa en la Figura 3. Sin embargo, todavía existen desafíos importantes para lograr una integración efectiva de la tecnología en los entornos universitarios, incluyendo la necesidad de fortalecer las competencias digitales de docentes y estudiantes, así como de adaptarse a un entorno educativo dinámico, marcado por la digitalización [21].

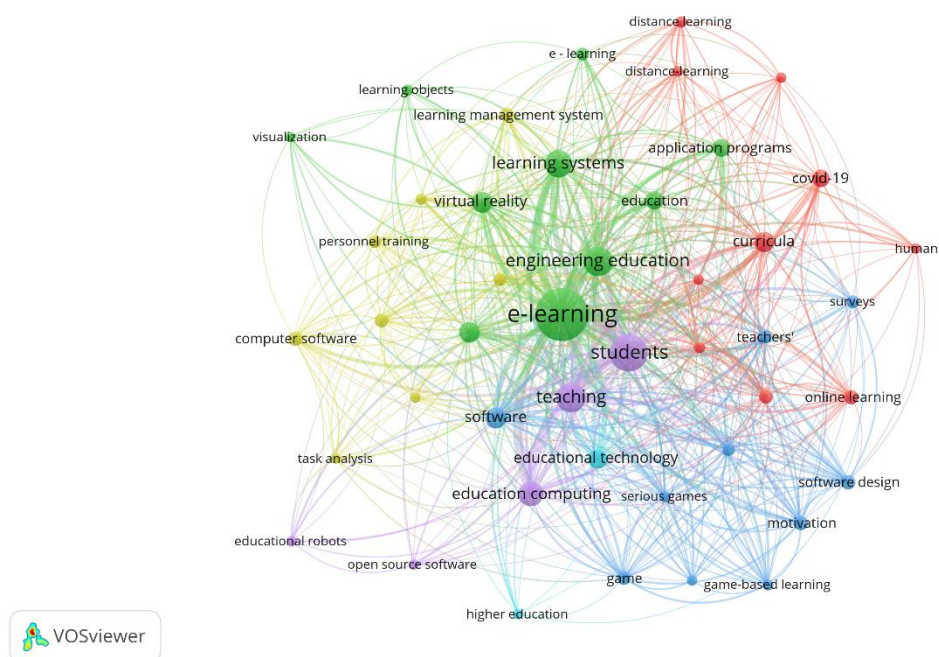


Figura 3. Visualización de conexiones de correlaciones. Fuente: Propia

La migración del software educativo hacia plataformas web ha permitido el desarrollo de aplicaciones más flexibles y adaptativas. Esto ha facilitado la creación de entornos de aprendizaje individualizados y ha superado las limitaciones de los sistemas tradicionales [22].

Se está desarrollando una disciplina en torno a la hipermedia adaptativa, que permite la creación de experiencias de aprendizaje más interactivas y personalizadas, mejorando la interacción entre el estudiante y el contenido educativo [22]. Además, diversas investigaciones han evidenciado cómo tecnologías como el e-learning, la realidad virtual (VR), la analítica del aprendizaje y la inteligencia artificial (IA) están revolucionando los entornos educativos [20]. En la Tabla 2 se sintetizan algunas de las tendencias emergentes más relevantes en la región, fundamentadas en investigaciones recientes.

Tabla 2. Tendencias tecnológicas emergentes en la educación en Latinoamérica (2020-2024).

Tecnología	Descripción	Aplicaciones Principales	Países destacados
E-learning	Plataformas de aprendizaje en línea diseñadas para promover la educación a distancia.	Programas educativos en línea, cursos de formación continua y MOOC (Cursos Masivos Abiertos en Línea).	Argentina, Brasil, México
Realidad virtual (VR)	Tecnologías inmersivas que brindan experiencias educativas simuladas.	Laboratorios en entornos virtuales y simulaciones aplicadas a la educación médica y técnica.	Colombia, Chile, Perú
Inteligencia Artificial	Sistemas y algoritmos diseñados para personalizar el aprendizaje y optimizar el desempeño académico.	Sistemas de tutoría inteligente, herramientas de análisis predictivo y asistentes virtuales.	Argentina, Brasil, Colombia
Analítica de Aprendizaje	Recolección y análisis de datos educativos orientados a optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje.	Dashboards de monitoreo, enfoques para intervenciones tempranas y herramientas para la personalización del aprendizaje.	Chile, México, Perú

Fuente: [20]

2.1.2. Software de aprendizaje en Línea

Definición general

El software de aprendizaje en línea, según [23], se define como una herramienta que permite a los estudiantes y profesores interactuar y aprender a través de internet. Este tipo de software se basa en sistemas que proporcionan acceso a cursos, contenido educativo y evaluaciones de forma remota, utilizando tecnologías como plataformas virtuales y aplicaciones móviles. Además, permite modalidades de aprendizaje tanto sincrónicas (en tiempo real) como asincrónicas (pregrabadas o flexibles), adaptándose a las necesidades de cada usuario.

De acuerdo con [24], el software educativo puede ser definido y clasificado de diversas formas. Una de las clasificaciones se basa en el tipo de aplicación, diferenciando entre:

- Software sin contenidos: Este software no tiene un propósito pedagógico determinado, pero los docentes lo adaptan para ser utilizado en sus clases.
- Software orientado a una materia/tema específico: Este software está diseñado exclusivamente para la enseñanza y el aprendizaje de un tema o asignatura particular.

Características del software de aprendizaje en línea

Tabla 3. Características del software de aprendizaje en línea.

Características	Descripción
Facilidad de uso	La facilidad de uso es clave para que los estudiantes puedan operar el software sin dificultades, requiriendo solo conocimientos básicos de computación. Es esencial que el programa sea intuitivo y sencillo, especialmente en entornos educativos [16].
Interactividad	La interactividad debe motivar el interés y la participación de los estudiantes en el material educativo. El uso de contenido multimedia, como imágenes, sonidos, videos y animaciones, capta la

	atención y enriquece la experiencia de aprendizaje, haciendo los programas educativos más útiles y atractivos [16].
Uso de dispositivos	Esta característica es clave porque define los dispositivos en los que el software educativo puede ejecutarse, como computadoras, teléfonos inteligentes o tabletas, lo que amplía su accesibilidad y versatilidad [16].

Fuente: Elaboración Propia

2.1.3. Beneficios del software Educativo

Estos beneficios se detallan en la Tabla 4, donde se clasifican según las áreas de impacto en el aprendizaje:

Tabla 4. Beneficios del software educativo

Beneficios	Descripción
Acceso global y flexible	Permite a estudiantes y docentes interactuar con contenido educativo desde cualquier lugar y en cualquier momento, siempre que haya acceso a internet. Esto facilita el aprendizaje remoto y asincrónico, especialmente en contextos educativos no tradicionales [25].
Interactividad y participación activa	El software educativo utiliza simulaciones, juegos y actividades prácticas que fomentan el aprendizaje activo y la motivación. Esto se traduce en una mayor retención del conocimiento [13].
Mejora del desempeño Académico	Los recursos digitales ayudan a simplificar problemas complejos, ofreciendo a los estudiantes herramientas que facilitan el análisis, la visualización y la solución de problemas en múltiples áreas [13].
Evaluaciones y retroalimentación Instantánea	Proporciona métricas y análisis en tiempo real sobre el desempeño de los estudiantes, lo que permite a los

	docentes personalizar estrategias pedagógicas y a los estudiantes ajustar sus métodos de estudio [25].
Personalización del Aprendizaje	Algunos programas adaptan los contenidos al ritmo y nivel de cada estudiante, optimizando el proceso de aprendizaje y reduciendo la frustración [13].

Fuente: Elaboración Propia

2.1.4. Importancia del contenido adaptativo en la educación

Definición

El contenido adaptativo se refiere a los sistemas tecnológicos que ajustan la experiencia educativa en función de los atributos, comportamientos y resultados de cada estudiante. Estos sistemas utilizan el aprendizaje automático y la inteligencia artificial para anticipar los tipos de contenido y recursos que los estudiantes necesitan en un momento específico para progresar [26]. El contenido adaptativo tiene como objetivo crear una experiencia de aprendizaje única, teniendo en cuenta las diferencias individuales del estudiante. Esto puede incluir el nivel de conocimiento actual del estudiante, su estilo de aprendizaje, sus preferencias de contenido y sus objetivos de aprendizaje [27].

Beneficios Clave

El contenido adaptativo ofrece una serie de beneficios potenciales que van más allá de la simple mejora de las calificaciones, como se muestra en la Tabla 5. Su capacidad de personalizar la experiencia de aprendizaje puede impactar positivamente la motivación, el compromiso y la satisfacción de los estudiantes, creando un ambiente de aprendizaje más efectivo y agradable.

Tabla 5. Beneficios del software educativo

Beneficios	Descripción
Mayor motivación	La retroalimentación constante y el ajuste dinámico de la dificultad en los sistemas de aprendizaje

	adaptativo motivan a los estudiantes a seguir aprendiendo, lo que se traduce en una experiencia de aprendizaje más positiva [27].
Mejor autoevaluación	Las plataformas de aprendizaje adaptativo ofrecen a los estudiantes información sobre su progreso y áreas de mejora, ayudándoles a identificar fortalezas y debilidades para asumir un rol más activo en su aprendizaje [28].
Práctica continua y Espaciada	Los sistemas de aprendizaje adaptativo promueven la práctica espaciada, mejorando la retención a largo plazo al ofrecer repasos regulares que consolidan el conocimiento [28].
Eficiencia en el Aprendizaje	Los cuestionarios adaptativos son más eficientes que los tradicionales, ya que se ajustan al nivel del estudiante, ahorrando tiempo y enfocándose en contenido que resulta más desafiante [28].

Fuente: Elaboración Propia

2.1.5. La Knowledge Space Theory (KST)

Principios Fundamentales

La teoría de los Espacios de Conocimiento (KST, por sus siglas en inglés) es una teoría matemática que busca modelar y evaluar el conocimiento de un individuo en un área específica. A diferencia de los enfoques psicométricos tradicionales que se basan en puntuaciones numéricas, la KST se centra en identificar el estado de conocimiento de una persona, es decir, el conjunto exacto de conceptos que ha dominado (ver Figura 4) [29].

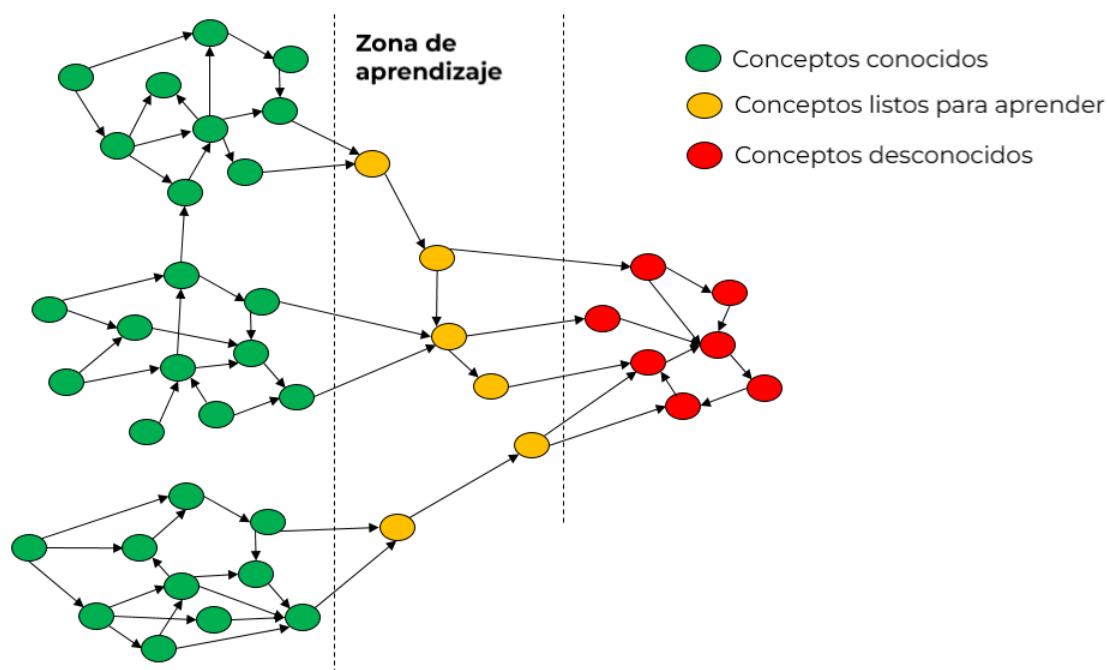


Figura 4. Gráfico de dependencia de conceptos. Fuente: [30]

La KST se basa en una perspectiva combinatoria del conocimiento, lo que significa que se centra en las relaciones entre los ítems y los estados de conocimiento en lugar de en medidas numéricas. Los procedimientos de evaluación en KST son adaptativos, lo que significa que las preguntas que se hacen a un individuo dependen de sus respuestas anteriores. Esto permite una evaluación más precisa y eficiente del estado de conocimiento de la persona [31].

Uno de los aspectos clave de la KST es su capacidad para predecir lo que un individuo está listo para aprender. Esto se basa en la idea de que el estado de conocimiento de una persona determina qué nuevos ítems puede dominar [29].

Beneficios de la KST

Estos beneficios se resumen en la Tabla 6, donde se detallan según su impacto en el proceso educativo:

Tabla 6. Beneficios de la Knowledge Space Theory

Beneficios	Descripción
Precisión en la evaluación	KST permite una evaluación más precisa del conocimiento del estudiante al identificar su “estado

	de conocimiento”, es decir, los conceptos que ha dominado, en lugar de limitarse a asignar una calificación numérica. Esto proporciona información más detallada y útil para orientar el aprendizaje [31].
Evaluaciones adaptables	Los procedimientos de evaluación de KST se adaptan según las respuestas del estudiante, permitiendo una evaluación más eficiente y enfocada en sus áreas de necesidad [31].
Retroalimentación informativa	KST no solo evalúa el conocimiento, sino que también proporciona información valiosa sobre las áreas en las que el estudiante necesita mejorar. El “teorema de la franja” de KST identifica los conceptos que el estudiante está listo para aprender [31].
Eficiencia en el aprendizaje	KST permite un aprendizaje más eficiente al proporcionar al estudiante una ruta de aprendizaje personalizada basada en su estado de conocimiento actual [29].

Fuente: Elaboración Propia

2.2. Herramientas de desarrollo

2.2.1. Frontend

Concepto de Frontend

El frontend es un componente visual dentro del desarrollo web. Está compuesto por todas las tecnologías que se ejecutan del lado del cliente, específicamente las que se visualizan en el navegador web. Incluye todos los elementos que los usuarios pueden ver, como botones, menús, formularios y gráficos, y es esencial para una experiencia de usuario intuitiva y visualmente atractiva [32]. En términos generales, el desarrollo frontend utiliza tecnologías clave como HTML para la estructura del contenido, CSS para el diseño y estilo visual, y JavaScript para la interactividad y dinamismo [33].

La implementación de estos lenguajes se da en el desarrollo de interfaces gráficas adecuadas para los usuarios. Un profesional encargado del frontend debe trabajar regularmente con estas tres tecnologías, aunque es elemental que conozca la manera de trabajar del backend (lado servidor), debido a que es importante para el diseño del maquetado en HTML y su debida estilización en CSS [32].

React JS

React es una biblioteca de JavaScript desarrollada por Facebook que permite construir interfaces de usuario interactivas y dinámicas [34]. Fue desarrollada por Facebook para mejorar la experiencia del usuario en sitios web como Facebook e Instagram. En 2013, Facebook la lanzó como una biblioteca de código abierto basada en JavaScript ES6 [32].

React monta el contenido del sitio web como diferentes componentes en el Modelo de Objetos del Documento (DOM). El navegador renderiza el componente mediante JavaScript, y con la tecnología Chrome V8, la velocidad de renderización de JavaScript es más efectiva que la de los sitios web dinámicos tradicionales. En los sitios web HTML tradicionales, la página se vuelve a renderizar por completo cuando el usuario actualiza los datos o visita otras subpáginas. Este proceso consume más recursos del navegador y afecta la velocidad del sitio web. React aborda este problema creando un DOM virtual con enlace de datos unidireccional (ver Figura 5) [35].

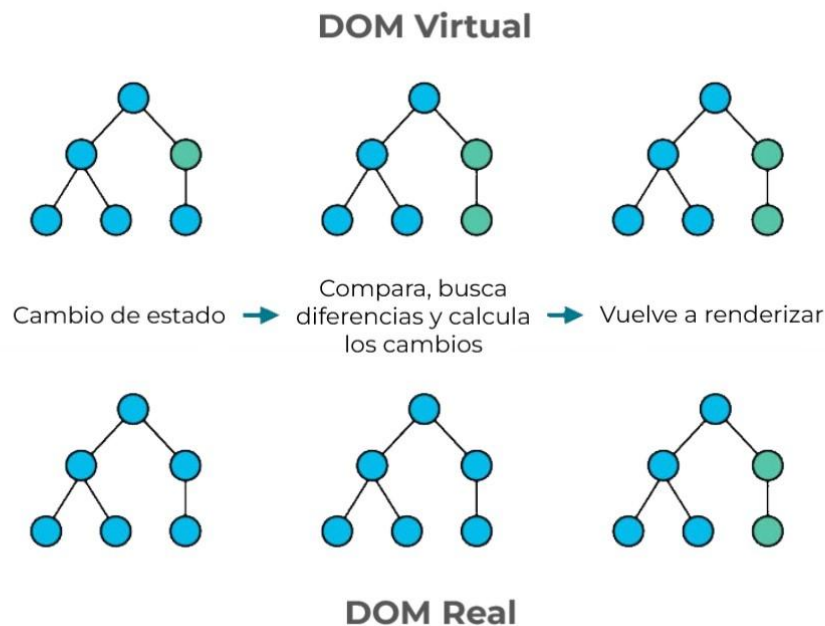


Figura 5. Virtual DOM de React. Fuente: [36]

TypeScript

Es un lenguaje de programación que extiende a JavaScript mediante la incorporación de tipado estático y características avanzadas para el desarrollo de software. Es ampliamente utilizado en el desarrollo web moderno, especialmente en el ámbito del frontend, ya que permite construir aplicaciones dinámicas, interactivas y más robustas, al mejorar la detección de errores en tiempo de desarrollo y facilitar el mantenimiento del código al incorporar mayor control sobre la estructura de los datos y la lógica de las interfaces de usuario. [33].

Su popularidad ha dado lugar a su integración en frameworks frontend destacados como React, Angular y Vue, que aprovechan su versatilidad y potencia para construir interfaces dinámicas e interactivas. En conjunto con HTML5 y CSS3, TypeScript se ha establecido como un estándar esencial en el desarrollo web moderno, facilitando la creación de sitios adaptativos y responsivos que garantizan una experiencia de usuario optimizada en diversos dispositivos [32].

Tailwind CSS

Tailwind CSS es un framework de diseño que utiliza un enfoque basado en utilidades, facilitando la estilización rápida de interfaces web a través de clases predefinidas que se aplican directamente en el HTML. Tailwind CSS destaca por su flexibilidad, ya que se centra en herramientas específicas para el diseño, como la configuración de márgenes, colores, tipografías y alineaciones. Esto brinda a los desarrolladores un control absoluto sobre el aspecto visual de la interfaz, permitiendo la creación de experiencias completamente personalizadas [37].

Una de las cualidades más destacadas de Tailwind CSS es su enfoque en la responsividad. Cada clase utilitaria incluye variantes específicas para diferentes tamaños de pantalla, las cuales se activan mediante prefijos, lo que simplifica el desarrollo de interfaces adaptables sin requerir la escritura de reglas CSS personalizadas [38].

Patrones de diseño de UI

Los patrones de diseño de interfaces de usuario (UI) son colecciones de problemas de usabilidad que han sido estudiados y solucionados de manera efectiva. No obstante, no se deben implementar de forma literal o directa. Más bien, ofrecen una base sólida para construir una experiencia de usuario coherente. Estos patrones están diseñados para simplificar y optimizar el flujo de trabajo [39].

Los patrones de diseño de UI desempeñan un papel crucial en el desarrollo de software, particularmente en el ámbito educativo, ya que proporcionan soluciones comprobadas y reutilizables para abordar desafíos frecuentes en el diseño de interfaces. Estos patrones no solo simplifican el proceso de desarrollo, sino que también mejoran la coherencia y la facilidad de uso de las aplicaciones, además de permitir su adaptación a diversos dispositivos y entornos [40].

2.2.2. Backend

Concepto de Backend

El backend se describe como la capa del software encargada de gestionar el acceso a los datos, la cual no está disponible para el usuario final [41]. Esta capa incluye toda la lógica necesaria para procesar y administrar la información. El

desarrollo backend está estrechamente vinculado con las operaciones realizadas en el servidor de una aplicación web, además de gestionar el acceso y manejo de datos almacenados en bases de datos [42].

En la actualidad, el desarrollo web, especialmente el backend, depende en gran medida de entornos de desarrollo y frameworks que simplifican su implementación. Asimismo, el mantenimiento de la infraestructura en la nube, esencial para garantizar el funcionamiento eficiente de todo el sistema, es también una responsabilidad clave del desarrollo backend [42].

Flask

Flask es un microframework de desarrollo web de código abierto basado en Python que permite construir aplicaciones web en el lado del servidor de manera ligera y flexible [43]. Este framework introduce un enfoque simplificado en la gestión de las solicitudes y respuestas HTTP, apoyándose en una arquitectura modular que facilita la organización del código y la extensión de funcionalidades mediante bibliotecas externas [44].

Una de sus principales ventajas es su simplicidad y bajo nivel de acoplamiento, lo que permite desarrollar aplicaciones de forma rápida y eficiente, manteniendo un control preciso sobre los componentes utilizados. Además, Flask admite la ejecución de tareas concurrentes y la integración con diversas herramientas para el manejo de bases de datos, autenticación y servicios web, contribuyendo a mejorar el rendimiento y la escalabilidad de las aplicaciones [45].

En resumen, Flask es un framework que permite a los desarrolladores construir aplicaciones web eficientes y escalables utilizando Python en el lado del servidor. Su arquitectura ligera, su flexibilidad y su facilidad de integración con múltiples herramientas lo han convertido en una opción ampliamente adoptada en el desarrollo web moderno [43], [46], [47].

Python

Python es un lenguaje de programación interpretado, de alto nivel y orientado a objetos, que se caracteriza por su semántica dinámica. Su diseño incluye estructuras de datos avanzadas y un sistema de tipado y vinculación dinámicos, lo que lo convierte en una herramienta ideal para el desarrollo ágil de aplicaciones [48].

Python se ha establecido como un lenguaje de programación robusto y flexible, en gran parte gracias a su amplio repertorio de bibliotecas [49]. En los campos de la ciencia de datos, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, Python dispone de bibliotecas clave. Entre ellas, NumPy y Pandas destacan como herramientas indispensables para el manejo y análisis de datos, proporcionando estructuras avanzadas como arreglos multidimensionales y dataframes, que facilitan la organización y el procesamiento eficiente de información [49], [50].

Otro aspecto fundamental de este ecosistema es su comunidad activa, que desempeña un papel crucial en el desarrollo y actualización constante de las bibliotecas, garantizando su pertinencia y adaptabilidad a las demandas de los usuarios [50].

2.2.3. Base de datos

Una base de datos puede definirse como un conjunto de información, ya sea relacionada o no, que se almacena de manera organizada para su posterior recuperación. Estas se gestionan en formato de archivos computarizados y pueden encontrarse distribuidas en diferentes ubicaciones. Además, las bases de datos tienen la capacidad de compartir información entre múltiples usuarios y operar de forma independiente a las aplicaciones que las utilizan [51].

Las bases de datos están concebidas para manejar de manera eficiente grandes cantidades de información, ya sea estructurada o no. Proveen un medio para almacenar y acceder a los datos con el propósito de su procesamiento. En términos generales, constituyen el núcleo del backend de un sistema de software, asumiendo la responsabilidad de gestionar la información y atender las solicitudes provenientes de la interfaz de usuario [52].

Base de datos relacionales

Las bases de datos relacionales implementan el modelo relacional, donde los datos se organizan en tablas con filas y columnas. Las relaciones entre las tablas se establecen mediante campos compartidos, que se utilizan para combinar información [53]. Utilizan SQL (Structured Query Language) para la manipulación y consulta de datos. Los datos en estas bases deben tener un tipo definido. Las tablas pueden unirse

y transformarse según reglas del álgebra relacional. Estas bases suelen adherirse a las propiedades ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad), garantizando la integridad y coherencia de las transacciones. Son más adecuadas para aplicaciones con datos bien definidos y estructurados, con menores requisitos de escalabilidad y con transacciones que cumplan las propiedades ACID [52].

- **PostgreSQL**

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos (SGBD) objeto-relacional de código abierto, reconocido por su solidez, flexibilidad y cumplimiento con los estándares SQL [54]. Su propósito principal es ofrecer una solución eficiente y práctica para almacenar y recuperar información, permitiendo gestionar grandes volúmenes de datos de manera efectiva. Los SGBD, como PostgreSQL, se encargan de definir las estructuras necesarias para el almacenamiento de datos y proporcionan herramientas para su manipulación, asegurando la integridad y confiabilidad de la información, incluso en situaciones de fallos del sistema o accesos no autorizados [55].

- **SQLAlchemy**

SQLAlchemy es un mapeador objeto-relacional (ORM) de última generación diseñado para Python, ampliamente utilizado en aplicaciones desarrolladas con Flask, que simplifica la interacción con bases de datos SQL como PostgreSQL, MySQL, MariaDB, SQLite y SQL Server. Este ORM permite representar las tablas de la base de datos como clases y los registros como objetos, facilitando la gestión y manipulación de la información mediante un enfoque orientado a objetos [56].

2.3. Normas y estándares de Usabilidad

2.3.1. Definición de la usabilidad en el software

La usabilidad se describe como la medida en que un producto puede ser empleado por usuarios específicos para alcanzar objetivos concretos de manera efectiva, eficiente y satisfactoria en un contexto definido. Este concepto pone énfasis en la experiencia del usuario y su desempeño al interactuar con el software, a través

de su interfaz. Un sistema con buena usabilidad debe ser intuitivo, permitiendo a los usuarios realizar sus tareas de forma sencilla [57].

Más allá de la apariencia visual, la usabilidad abarca la interacción entre el sistema y el usuario. Un software bien diseñado en este aspecto facilita la realización de tareas de manera rápida y eficiente, minimizando el esfuerzo requerido [57]. Además, la usabilidad está vinculada a diversos atributos de calidad, como la facilidad de aprendizaje, la eficiencia, la capacidad para recordar cómo usarlo, la prevención de errores y la satisfacción del usuario [58].

2.3.2. Norma ISO 25010: Evaluación de la calidad del Software

La norma ISO/IEC 25010, que forma parte de la familia de estándares ISO 25000 conocida como SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation), está orientada a evaluar la calidad de los productos de software [59]. Este estándar define la calidad del software como el nivel en que cumple con los requisitos de los usuarios, proporcionando valor al satisfacer sus necesidades [60].

Según [60], la ISO/IEC 25010 propone un modelo de calidad que incluye ocho características principales, abarcando tanto propiedades estáticas como dinámicas del software, como se observa a continuación en la Tabla 7:

Tabla 7. Características principales de la ISO/IEC 25010

Características Principales	Descripción
Adecuación funcional	Evalúa la completitud, corrección y relevancia funcional del software.
Eficiencia de desempeño	Analiza aspectos como el tiempo de respuesta, el uso de recursos y la capacidad del sistema.
Compatibilidad	Examina la coexistencia y la interoperabilidad del software con otros sistemas.
Usabilidad	Considera la facilidad de uso, la rapidez de aprendizaje, la protección contra errores del usuario, el diseño estético de la interfaz y la accesibilidad

Fiabilidad	Mide la madurez, disponibilidad, tolerancia a fallos y capacidad de recuperación del software.
Seguridad	Evalúa la confidencialidad, integridad, no repudio, responsabilidad y autenticidad del sistema.
Mantenibilidad	Incluye aspectos como la modularidad, reusabilidad, capacidad de análisis, facilidad para modificaciones y pruebas.
Portabilidad	Considera la adaptabilidad, facilidad de instalación y capacidad para ser reemplazado en diferentes entornos.

Fuente: [60]

En el ámbito de la usabilidad, la norma ISO/IEC 25010 la aborda desde dos enfoques: como parte de la calidad del producto y como un componente de la calidad en uso [60]. Desde la perspectiva de la calidad del producto, la usabilidad se desglosa según [61] en seis subcaracterísticas clave que se observan en la Tabla 8:

Tabla 8. Subcaracterísticas de usabilidad según la perspectiva de calidad del producto en la norma ISO/IEC 25010

Subcaracterísticas	Descripción
Adecuación reconocible	Valora si el usuario puede identificar si el software cumple con sus necesidades.
Capacidad de aprendizaje	Evalúa la facilidad con que los usuarios pueden aprender a utilizar el sistema.
Operabilidad	Examina si el software es sencillo de manejar y controlar.
Protección contra errores	Mide la capacidad del sistema para evitar que los usuarios cometan errores.
Estética de la interfaz de usuario	Analiza si la interfaz resulta visualmente atractiva y agradable para los usuarios.
Accesibilidad	Determina si el software puede ser utilizado por personas con diferentes características y capacidades.

Fuente: [61]

Por otro lado, desde la perspectiva de la calidad en uso, la usabilidad se considera como el resultado de la interacción entre el usuario y el sistema dentro de un contexto de uso específico. Este enfoque, según [61], se compone de cinco subcaracterísticas principales que se muestran en la Tabla 9:

Tabla 9. Subcaracterísticas de usabilidad según la perspectiva de calidad en uso en la norma ISO/IEC 25010

Subcaracterísticas	Descripción
Eficacia	Evalúa la precisión y completitud con la que los usuarios alcanzan sus objetivos.
Eficiencia	Mide los recursos utilizados en relación con la precisión y completitud de los resultados obtenidos por los usuarios.
Satisfacción	Analiza el grado de comodidad y aceptabilidad del sistema desde la perspectiva del usuario.
Reducción de riesgos	Examina cómo el sistema mitiga posibles riesgos económicos, de salud, seguridad o ambientales.
Cobertura del contexto	Verifica si el software puede ser utilizado eficazmente en diferentes escenarios y entornos de uso.

Fuente: [61]

2.3.3. System Usability Scale (SUS)

La System Usability Scale (SUS) es un cuestionario estandarizado ampliamente utilizado para evaluar la percepción de usabilidad de un sistema [62]. Aunque fue creada como una herramienta “rápida y básica”, ha demostrado ser eficiente y confiable [63].

El cuestionario consta de 10 ítems con una escala de respuesta de cinco puntos, que alternan entre enunciados positivos y negativos. Los participantes califican su nivel de acuerdo o desacuerdo, donde 1 representa “totalmente en desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo” [64]. El total ajustado se multiplica por 2.5 para obtener una puntuación final que oscila entre 0 y 100, donde un valor de 68 o 70 se considera un nivel aceptable de usabilidad. Además, estas puntuaciones pueden traducirse a una

escala de calificaciones (CGS) que va desde A+ (excelente) hasta F (deficiente), siendo 68 equivalente a una C [62].

Aunque la escala SUS se diseñó para generar una puntuación global de usabilidad, los ítems también pueden dividirse en dos subescalas: usabilidad y capacidad de aprendizaje. En este sentido, los ítems 4 y 10 evalúan la capacidad de aprendizaje, mientras que los restantes se centran en la usabilidad general. Sin embargo, la mayoría de los expertos recomienda usar el SUS como una medida unidimensional para garantizar su coherencia y simplicidad [62], [63].

2.4. Trabajos Relacionados

2.4.1. Trabajo I

Los autores [24] concluyeron que:

Este trabajo describe el desarrollo de un software educativo en línea para apoyar la enseñanza de temas de Cálculo Numérico, como Resolución Numérica de Ecuaciones no Lineales, Interpolación, Aproximación Polinomial y Ajuste de Curvas. Se utilizó software libre accesible desde la web y se aplicaron metodologías como creación de prototipos, evaluaciones de usabilidad y encuestas a estudiantes. El software permite visualizar numérica y gráficamente los métodos, facilitando su comprensión. Una limitación identificada es que, aunque la herramienta fue bien valorada, persiste una preferencia por el uso de calculadoras, destacando la necesidad de integrar mejor la tecnología en el aprendizaje.

2.4.2. Trabajo II

Los autores [65] concluyeron que:

Este trabajo de investigación se centró en el desarrollo de un software educativo para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas, específicamente operaciones básicas, en estudiantes con discapacidad intelectual leve en la Educación General Básica. Se utilizó una metodología mixta, cuali-cuantitativa, de tipo no experimental, que incluyó encuestas a docentes y entrevistas a expertos. Los resultados mostraron que el 69.98% de los docentes consideran importante el desarrollo de un software educativo con estructura

apropiada para mejorar el aprendizaje. Una limitación identificada fue la necesidad de garantizar la seguridad en el desarrollo del software y su acceso web.

2.4.3. Trabajo III

Los autores [66] concluyeron que:

Este proyecto de investigación se enfocó en el desarrollo de un software educativo llamado “Mathrix” para mejorar el aprendizaje de ecuaciones cuadráticas en estudiantes de primer año de Bachillerato General Unificado. La metodología empleada fue cuantitativa, no experimental, de alcance exploratorio y descriptivo, usando encuestas para recolectar datos. El resultado más relevante fue la creación del software “Mathrix” con secciones de definición, resolución de ecuaciones, representaciones gráficas y aplicaciones prácticas, además de una evaluación. Una limitación del estudio fue la necesidad de ajustes y mejoras al software tras la evaluación realizada por docentes expertos, a pesar de ser calificado como muy bueno.

2.4.4. Trabajo IV

Los autores [67] concluyeron que:

Este estudio se centró en desarrollar un software educativo para mejorar el aprendizaje de funciones trigonométricas en estudiantes de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Cotogchoa. Con un enfoque cuantitativo y descriptivo, se recolectaron datos mediante encuestas aplicadas a 60 estudiantes y un docente. Los resultados destacaron la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas, identificando el software educativo como una solución efectiva y atractiva para los alumnos. Aunque el software se desarrolló y probó, se detectaron errores que debían corregirse antes de su implementación definitiva.

2.4.5. Trabajo V

Los autores [8] concluyeron que:

Este trabajo de titulación propone el diseño de un software educativo para enseñar sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas, dirigido a estudiantes de primer año de Bachillerato General Unificado. Con un enfoque cuantitativo, diseño no experimental y alcance descriptivo, se encuestó a 94 estudiantes. Los resultados mostraron que los docentes no fomentan el uso de tecnología en sus clases, lo que afecta

el aprendizaje, aunque los estudiantes demostraron interés en utilizar software educativo. Una limitación es que no se especifica si el software fue implementado o probado en un entorno real, además de la falta de acceso a los laboratorios de la institución para los estudiantes.

2.4.6. Trabajo VI

Los autores [68] concluyeron que:

Este trabajo de titulación aborda el desarrollo de un software educativo en línea para facilitar el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) en estudiantes de bachillerato. Utilizando una metodología mixta, se aplicaron encuestas a 62 estudiantes y entrevistas a 3 docentes expertos. Los resultados destacan las dificultades de los estudiantes para entender los conceptos físicos del MRU y cómo la integración de TIC en el aula puede mejorar el aprendizaje. Una limitación del estudio es que, aunque se diseñó el software, no se detalló su implementación ni evaluación en un entorno de aprendizaje real.

3. CAPÍTULO III - DESARROLLO

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el marco de trabajo ágil **Scrum**, el cual es ampliamente utilizado en la ingeniería de software debido a su flexibilidad y enfoque iterativo. Scrum permite la entrega incremental de software funcional, promoviendo la colaboración entre los involucrados y la mejora continua del producto. En la Figura 6 se presenta la estructura del capítulo.

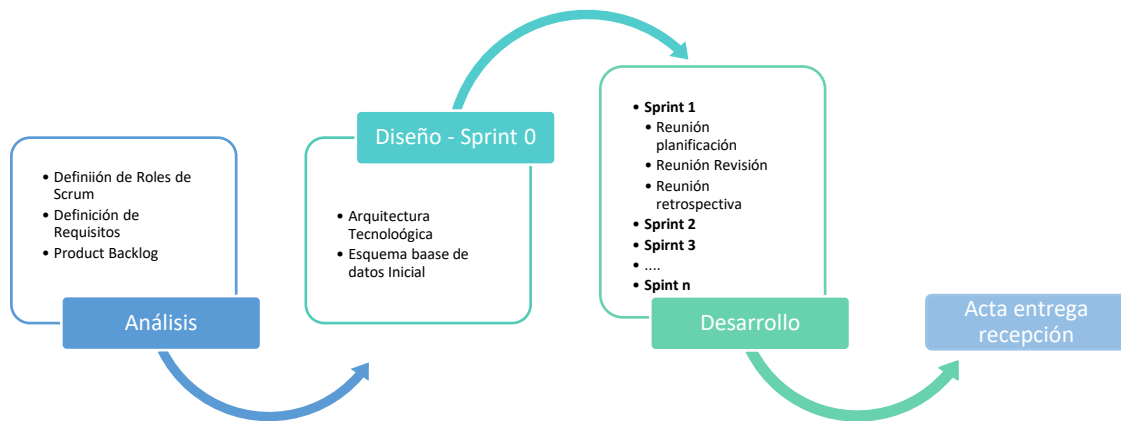


Figura 6. Estructura capítulo 2. Fuente: Elaboración propia

3.1. Fase 1: Análisis

3.1.1. Definición de roles de Scrum

En el marco de trabajo Scrum, el desarrollo del software se organiza en torno a un equipo de trabajo con roles específicos, cada uno con responsabilidades bien definidas. Para este proyecto, dado que el equipo es reducido, algunos roles pueden ser asumidos por la misma persona o adaptarse a la dinámica de trabajo. Para garantizar un desempeño óptimo en el desarrollo del software, es fundamental asignar roles específicos al equipo de trabajo. La Tabla 10 contiene una descripción detallada de la distribución del equipo.

Tabla 10. Definición de roles Scrum

Rol	Descripción	Persona
Product Owner	Asesor del presente trabajo de grado y docente de la Universidad Técnica del Norte	Ing. Julio Guerra, MSc.
Scrum Master	Tesista	Tito Córdova

Development Team		
Stakeholders	Directora de trabajo de grado, subdecana de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) y docente de la Universidad Técnica del Norte.	PhD. Daisy Imbaquingo, MSc.

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Definición de requisitos

En esta etapa, los requisitos fundamentales para el desarrollo del sistema se definieron mediante historias de usuario, elaboradas en estrecha colaboración con el Product Owner y Scrum Master.

Tabla 11. Historia de usuario 1

Historia de usuario		
ID: HDU001	Usuario: Estudiante/Docente	
Nombre de la historia: Registro de usuarios		
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio	Estimación: 7 horas
Descripción: Como usuario, quiero registrarme en el sistema proporcionando mi nombre, apellido, correo electrónico y contraseña. Además, el sistema debe permitirme seleccionar mi rol, ya sea como estudiante o docente.		
Pruebas de aceptación: - El sistema debe permitir al usuario registrarse ingresando nombre, apellido, correo electrónico, contraseña y seleccionar su rol. - Si los datos ingresados son válidos y el correo no está registrado, el sistema debe completar el registro y mostrar un mensaje de éxito. - Si el correo ya está registrado o los datos son inválidos, el sistema debe mostrar un mensaje de error indicando el problema. - Tras un registro exitoso, el usuario debe ser redirigido automáticamente a la pantalla de inicio de sesión.		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Historia de usuario 2

Historia de usuario		
ID: HDU002	Usuario: Todos los usuarios del sistema	
Nombre de la historia: Autenticación de usuarios		
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio	Estimación: 7 horas
Descripción: Como usuario del sistema, quiero iniciar sesión ingresando mi correo electrónico y contraseña. El sistema me dirigirá automáticamente a la página correspondiente a mi rol.		
Pruebas de aceptación: - El sistema debe presentar un formulario que permita al usuario ingresar su correo electrónico y contraseña en la pantalla de inicio de sesión. - Si el correo electrónico o la contraseña son incorrectos, el sistema debe mostrar un mensaje de error indicando “Credenciales incorrectas”. - Si las credenciales son correctas, el sistema debe autenticar al usuario y redirigirlo automáticamente a la página correspondiente a su rol. - La contraseña debe estar cifrada en la base de datos y ser comparada de manera segura. - El sistema debe mantener la sesión iniciada mientras el usuario no cierre sesión o expire el tiempo de inactividad.		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Historia de usuario 3

Historia de usuario		
ID: HDU003	Usuario: Estudiante	
Nombre de la historia: Inscripción a cursos		
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio	Estimación: 12 horas
Descripción: Como estudiante, quiero inscribirme a un nuevo curso utilizando el código proporcionado por el docente, de manera que el sistema valide que dicho código corresponda a un curso existente y activo y, una vez verificado, el sistema asigne automáticamente el curso a mi perfil para poder acceder a sus contenidos.		
Pruebas de aceptación:		

- El sistema debe mostrar un mensaje de éxito al completar la inscripción.
- Si el código ingresado es inválido o el estudiante ya está inscrito, el sistema debe mostrar un mensaje de error indicando el problema.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Historia de usuario 4

Historia de usuario		
ID: HDU004	Usuario: Estudiante	
Nombre de la historia: Evaluación de diagnóstico		
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio	Estimación: 8 horas
Descripción:		
Como estudiante, quiero realizar una evaluación diagnóstica al ingresar al curso inscrito para que se determine mi nivel de conocimiento inicial en los temas del curso y se personalice mi ruta de aprendizaje.		
Pruebas de aceptación:		
- El sistema debe presentar la evaluación diagnóstica al primer ingreso del estudiante al curso. - El sistema debe procesar las respuestas y mostrar al estudiante un resumen con los temas dominados y no dominados. - El resultado de la evaluación debe ser registrado y almacenado en el perfil del estudiante para personalizar su ruta de aprendizaje.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Historia de usuario 5

Historia de usuario		
ID: HDU005	Usuario: Estudiante	
Nombre de la historia: Gestión del módulo de aprendizaje		
Prioridad: Alta	Riesgo: Alto	Estimación: 15 horas
Descripción:		

Como estudiante, quiero que el sistema adapte automáticamente los contenidos del curso basándose en mis resultados en los ejercicios interactivos de cada módulo. Esto me permitirá enfocarme solo en los temas que no domino y optimizar mi proceso de aprendizaje.

Pruebas de aceptación:

- El sistema debe personalizar el contenido visible según los temas no dominados por el estudiante.
- A medida que el estudiante avanza y domina nuevos temas, el sistema debe actualizar dinámicamente su ruta de aprendizaje.
- Los temas ya dominados no deben mostrarse como prioritarios en la navegación del curso.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Historia de usuario 6

Historia de usuario		
ID: HDU006	Usuario: Estudiante	
Nombre de la historia: Gestión del módulo de progreso del estudiante		
Prioridad: Alta	Riesgo: Alto	Estimación: 20 horas
Descripción:		
Como estudiante, quiero acceder a un módulo donde pueda visualizar mi progreso y desempeño en los temas del curso, para identificar mis avances y los temas que aún necesito reforzar.		
Pruebas de aceptación:		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Historia de usuario 7

Historia de usuario		
ID: HDU007	Usuario: Docente	
Nombre de la historia: Gestión del Módulo de Supervisión del Docente		
Prioridad: Media	Riesgo: Medio	Estimación: 8 horas
Descripción:		
Como docente, quiero supervisar el progreso y desempeño de los estudiantes en los cursos a mi cargo, para poder monitorear su avance, identificar dificultades y gestionar los recursos educativos según sus necesidades.		
Pruebas de aceptación:		
- El sistema debe permitir al docente visualizar el progreso individual y grupal de los estudiantes en tiempo real. - El docente debe poder gestionar los recursos del curso (agregar, modificar o eliminar materiales educativos). - El sistema debe presentar alertas o indicadores sobre estudiantes con bajo rendimiento o sin actividad reciente.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Historia de usuario 8

Historia de usuario		
ID: HDU008	Usuario: Docente	
Nombre de la historia: Creación de instancias de cursos		
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio	Estimación: 6 horas
Descripción:		
Como docente, quiero crear nuevas instancias de cursos a partir del catálogo de cursos disponibles, para configurar las fechas, nombre de la instancia y obtener un código de inscripción que permita a los estudiantes registrarse en la instancia correspondiente.		
Pruebas de aceptación:		
- El sistema debe permitir al docente seleccionar un curso del catálogo y crear una nueva instancia configurando fechas de inicio y fin. - El docente debe poder personalizar el nombre de la instancia creada.		

- Al finalizar la creación, el sistema debe generar automáticamente un código único de inscripción (ins_code) para la nueva instancia.
- La instancia creada debe quedar visible en el panel de gestión del docente.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Historia de usuario 9

Historia de usuario		
ID: HDU009	Usuario: Sistema	
Nombre de la historia: Gestión del módulo de estadísticas		
Prioridad: Media	Riesgo: Alta	Estimación: 9
Descripción:		
Como estudiante, quiero acceder a una sección de estadísticas donde pueda visualizar mi rendimiento personal y conocer mi posición en comparación con el resto de los estudiantes del curso, para evaluar mi progreso y motivarme a mejorar.		
Pruebas de aceptación:		
- El sistema debe mostrar al estudiante estadísticas personales como porcentaje de avance, puntuaciones obtenidas y tiempo dedicado al curso. - El sistema debe indicar la posición del estudiante dentro del ranking general del curso basado en su desempeño. - Las estadísticas deben actualizarse automáticamente conforme el estudiante complete actividades o mejore su rendimiento.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Historia de usuario 10

Historia de usuario		
ID: HDU010	Usuario: Diseñador instruccional	
Nombre de la historia: Gestión del módulo de recursos		
Prioridad: Media	Riesgo: Medio	Estimación: 7 horas
Descripción:		

Como diseñador instruccional, quiero gestionar los recursos complementarios del curso (como documentos, videos y enlaces), para proporcionar a los estudiantes materiales adicionales que refuercen su aprendizaje.

Pruebas de aceptación:

- El sistema debe permitir al diseñador instruccional subir, editar y eliminar recursos como archivos PDF, videos y enlaces web.
- Los recursos deben poder clasificarse por tema o módulo dentro del curso.
- Los estudiantes deben poder acceder a estos recursos desde su área de estudio de forma organizada.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Historia de usuario 11

Historia de usuario		
ID: HDU011	Usuario: Diseñador instruccional	
Nombre de la historia: Creación de nuevos cursos en el Catálogo		
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio	Estimación: 15 horas
Descripción:		
Como diseñador instruccional, quiero crear nuevos cursos en el catálogo del sistema, definiendo sus módulos, contenidos teóricos y ejercicios interactivos, para estructurar el material de aprendizaje que estará disponible para los docentes y estudiantes.		
Pruebas de aceptación:		
- El sistema debe permitir al diseñador instruccional registrar un nuevo curso en el catálogo ingresando nombre, descripción y estructura de módulos. - El diseñador instruccional debe poder agregar contenido teórico y asociar ejercicios interactivos a cada módulo del curso. - El nuevo curso debe quedar disponible en el catálogo para que los docentes puedan crear instancias a partir de él.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Historia de usuario 12

Historia de usuario		
ID: HDU012	Usuario: Administrador	
Nombre de la historia: Gestión de usuarios y asignación de Roles		
Prioridad: Alta	Riesgo: Medio	Estimación: 15 horas
Descripción:		
Como administrador, quiero gestionar las cuentas de los usuarios del sistema y asignarles roles específicos, como el rol de Diseñador Instruccional, para asegurar que cada usuario tenga los permisos adecuados según sus funciones.		
Pruebas de aceptación:		
- El sistema debe permitir al administrador visualizar la lista de usuarios registrados con su información básica (nombre, correo y rol actual). - El administrador debe poder asignar o modificar el rol de un usuario, incluyendo el rol de Diseñador Instruccional. - Los cambios de rol deben aplicarse de inmediato y reflejarse en los permisos de acceso del usuario en el sistema.		

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Product Backlog

A partir de las historias de usuario definidas, el Product Owner las prioriza y les asigna un orden para el desarrollo del producto de software; ver Tabla 23

Tabla 23. Product Backlog

Orden	ID	Descripción	Estimación (horas)
1	HDU001	Registro de usuarios (nombre, apellido, correo, contraseña y selección de rol como estudiante o docente).	7
2	HDU002	Autenticación de usuarios mediante correo y contraseña, redireccionando según el rol asignado.	7

3	HDU003	Inscripción a cursos mediante código proporcionado por el docente, validando la existencia y estado activo del curso.	12
4	HDU004	Evaluación diagnóstica al ingresar al curso inscrito, determinando el nivel de conocimiento inicial del estudiante.	8
5	HDU005	Adaptación automática de los contenidos del curso en función de los resultados de ejercicios interactivos, permitiendo al estudiante enfocarse en temas no dominados.	15
6	HDU006	Visualización del progreso y desempeño del estudiante en el curso, mostrando porcentaje de avance y temas pendientes.	20
7	HDU007	Supervisión del docente sobre el progreso de los estudiantes, permitiendo gestionar recursos y recibir alertas de bajo rendimiento.	8
8	HDU008	Creación de instancias de cursos a partir del catálogo, configurando fechas, nombre de instancia y generando código de inscripción.	6
9	HDU009	Visualización de estadísticas personales del estudiante (avance, puntuaciones, tiempo dedicado) y su posición en el ranking general del curso.	9
10	HDU010	Gestión de recursos complementarios por el diseñador instruccional (subida, edición y eliminación de documentos, videos, enlaces), organizados por tema o módulo.	7
11	HDU011	Creación de nuevos cursos en el catálogo por parte del diseñador instruccional, definiendo módulos, contenidos teóricos y ejercicios interactivos.	15
12	HDU012	Gestión de usuarios y asignación de roles (como Diseñador Instruccional) por parte del	15

administrador, asegurando los permisos de acceso según funciones.

Fuente: Elaboración propia

3.2. Fase 2: Diseño – Sprint 0

El diseño del proyecto de desarrollo de software se llevó a cabo en una iteración denominada Sprint 0. Durante este sprint, se definieron la arquitectura tecnológica, un esquema inicial de la base de datos y un diagrama de procesos del sistema.

3.2.1. Resumen Sprint 0

En la reunión de planificación, llevada a cabo el 24 de marzo de 2025, se definieron las tareas a realizar con la participación del Product Owner, el Scrum Master y el Equipo de Desarrollo.

Tabla 24. Tareas – Sprint 0

Tareas	Horas
Diseño de arquitectura tecnológica	4
Estructura inicial de base de datos	5
Diagrama de procesos	5
Reunión Planificación	2
Reunión Revisión	2
Reunión Retrospectiva	2

Fuente: Elaboración propia

La reunión de revisión y retrospectiva se llevó a cabo el 7 de abril de 2025 con el Product Owner, el Scrum Master y el Equipo de Desarrollo. Como resultado, se obtuvo un incremento entregable que incluía la arquitectura tecnológica, la estructura inicial de la base de datos y el diagrama de procesos.

3.2.2. Arquitectura Tecnológica

La aplicación web se desarrolló utilizando una arquitectura de cliente-servidor en un entorno de ejecución de Python. En el lado del servidor, se emplearon las tecnologías Flask, REST-API y la base de datos Postgres. Por otro lado, en el cliente, se usaron React y Tailwind, como se ilustra en la Figura 7.

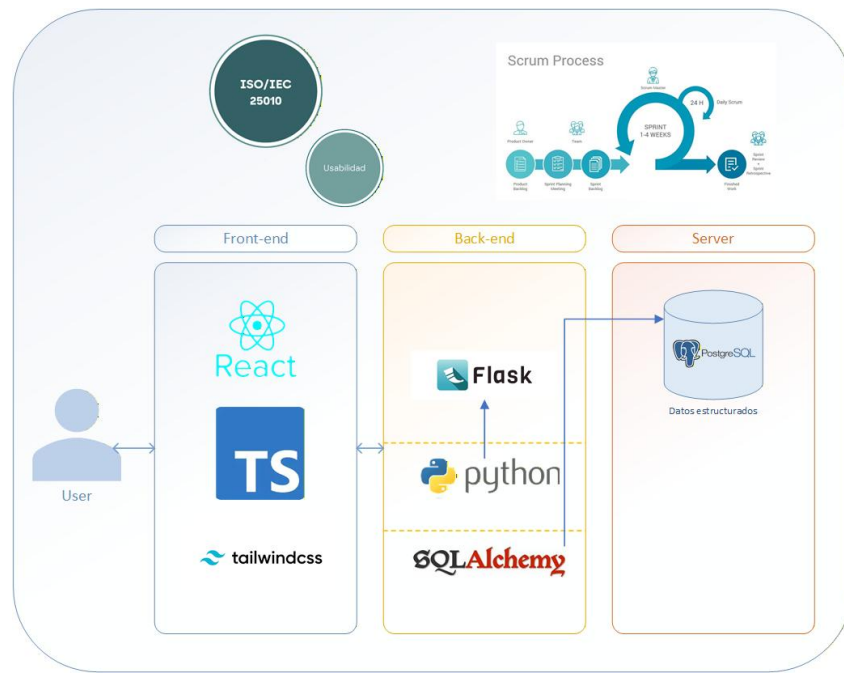


Figura 7. Arquitectura tecnológica. Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Esquema Base de Datos Inicial

En esta sección, es importante mencionar que se utilizó una base de datos SQL. El esquema inicial de la base de datos presenta las principales tablas y relaciones, como se puede observar en la Figura 8.

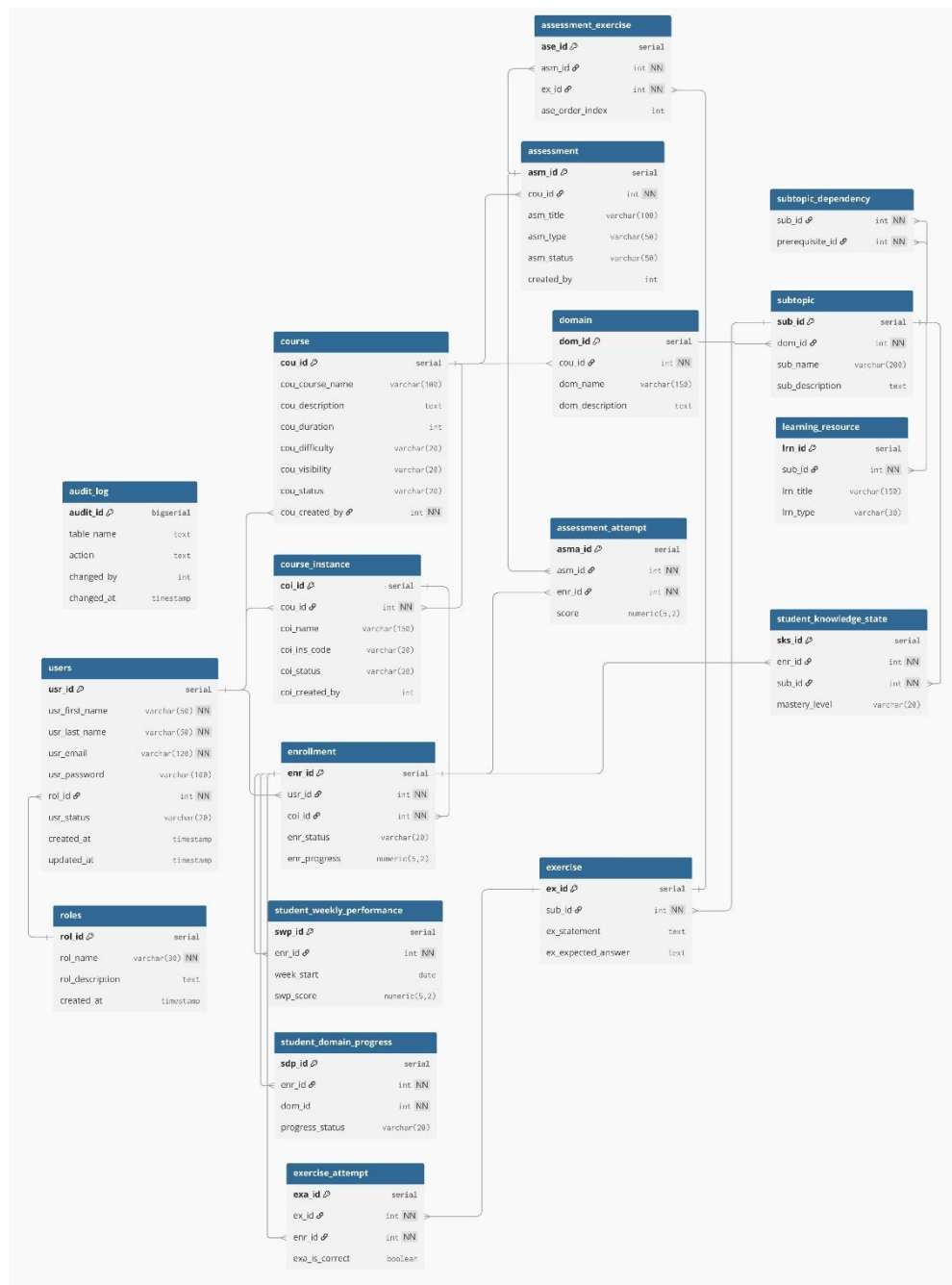


Figura 8. Diagrama de base de datos. Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Diagrama de Procesos

En la Figura 9 se presenta el diagrama de procesos del software de aprendizaje y en la Tabla 25 se describen las actividades realizadas.

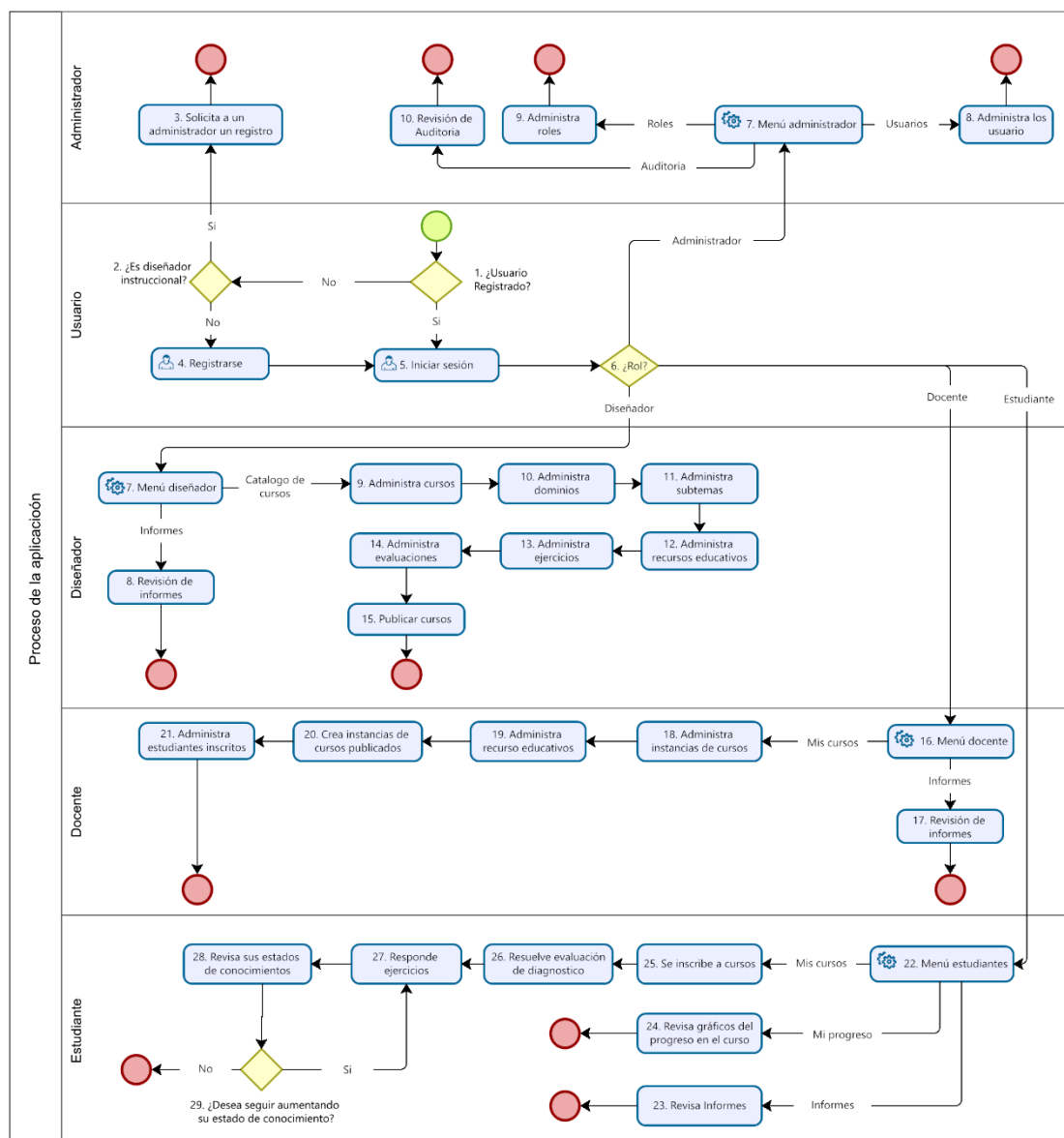


Figura 9. Diagrama de procesos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Descripción del diagrama del proceso de la aplicación

Nº	Actividad	Descripción	Responsable
1	¿Usuario Registrado?	Si el usuario está registrado, debe ir a la actividad N.º5; si no, a la actividad N.º2	Usuario
2	¿Es diseñador instruccional?	Si el usuario es diseñador instruccional, ir a la actividad N.º3; caso contrario, ir a la N.º4.	Usuario

3	Solicita a un administrador el registro	Debe solicitar a un administrador que lo registre en el sistema con su rol respectivo	Administrador
4	Registrarse	Deben seleccionar su rol correspondiente y registrar sus datos personales	Usuario
5	Iniciar Sesión	Deben ingresar las credenciales de inicio de sesión	Usuario
6	¿Rol?	Si el usuario posee el rol de administrador, debe dirigirse a la actividad N.º7; caso contrario, ir a las actividades N.º11, N.º20, N.º26, según el rol que tenga asignado.	Usuario
7	Menú Administrador	Si selecciona Usuarios, diríjase a la actividad N.º8; si elige Roles, a la N.º9; y si opta por Auditoría, a la N.º10.	Administrador
8	Administrar los usuarios	Crea, actualiza y lista los usuarios registrados	Administrador
9	Administrar roles	Actualiza y lista los roles	Administrador
10	Revisión de auditoria	Se listan las actividades de los usuarios de la aplicación	Administrador
11	Menú diseñador instruccional	Si selecciona Informes, diríjase a la actividad N.º12; si elige Catálogo de cursos, debe ir a la N.º9.	Diseñador Instruccional
12	Revisión de informes	Se genera un reporte de los cursos publicados	Diseñador Instruccional
13	Administra cursos	Crea, actualiza y lista los cursos	Diseñador Instruccional
14	Administra dominios	Crea, actualiza y lista los dominios pertenecientes a un curso	Diseñador Instruccional
15	Administra subtemas	Crea, actualiza y lista los subtemas dentro de cada dominio	Diseñador Instruccional

16	Administra recursos educativos	Crea, actualiza y lista los recursos educativos (explicaciones, videos, presentaciones) para cada subtema.	Diseñador Instruccional
17	Administra ejercicios	Crea, actualiza y lista ejercicios para cada subtema.	Diseñador Instruccional
18	Administra evaluaciones	Crea, actualiza y lista evaluaciones para cada subtema	Diseñador Instruccional
19	Publica cursos	Al cambiar el estado del curso de “borrador” a “publicado”, este quedará disponible para su visualización.	Diseñador Instruccional
20	Menú docente	Si selecciona Informes, diríjase a la actividad N.º21; si elige Mis cursos, debe ir a la N.º22.	Docente
21	Revisión de informes	Se genera un reporte de las instancias de los cursos creados por el docente.	Docente
22	Administra instancias de los cursos	Crea, actualiza y lista las instancias de los cursos.	Docente
23	Administra recursos educativos	Añadir, actualizar, eliminar recursos educativos adicionales (libros, videos, documentos, etc.).	Docente
24	Crea instancias de cursos publicados	Revisa, configura y crea instancias de los cursos existentes	Docentes
25	Administra estudiantes inscritos	Revisa estudiantes inscritos.	Docente
26	Menú de Estudiantes	Si seleccionas Mis cursos, dirígete a la actividad N.º29; si eliges Mis progreso, debes ir a la N.º28; y si optas por Informes, a la N.º27.	Estudiante
27	Revisar Informes	Generar y listar sus estadísticas en el software	Estudiante

28	Revisa gráficos del progreso en el curso	Revisa su progreso en curso y su posición en el ranking de la clase.	Estudiante
29	Se inscribe a cursos	Se inscribe a una instancia de un curso creado por el docente mediante un código de inscripción.	Estudiante
30	Resuelve evaluación de diagnóstico	Realiza una evaluación de diagnóstico que mapea su estado de conocimiento actual.	Estudiante
31	Responde Ejercicios	Interactúa con los ejercicios prácticos que le presenta la plataforma.	Estudiante
32	Revisa sus estados de conocimientos	Interactúa con el gráfico de barras radiales que muestra su estado de conocimiento.	Estudiante
33	¿Desea seguir aumentando su estado de conocimiento?	Si el estudiante desea seguir aumentando su estado de conocimiento, se le presentarán más ejercicios; si no, puede salir del software.	Estudiante

Fuente: Elaboración propia

3.3. Desarrollo del software de aprendizaje en Línea

Para el desarrollo del proyecto se optó por un enfoque iterativo e incremental basado en el marco de trabajo Scrum. El proceso se estructuró en Sprints, los cuales integraron las etapas de planificación, revisión y retrospectiva. Cabe señalar que, dado que el desarrollo del software fue unipersonal, se prescindió de las reuniones diarias.

A continuación, en la Tabla 26 se presenta un resumen de cada Sprint realizado durante el desarrollo.

Tabla 26. Resumen de los Sprints

Sprint	Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración (horas)
Sprint 0	03/06/2025	10/06/2025	20
Sprint 1	10/06/2025	10/07/2025	35
Sprint 2	11/07/2025	12/08/2025	32

Sprint 3	03/09/2025	04/11/2025	41
Sprint 4	05/11/2025	21/12/2025	34
Sprint 5	22/12/2025	29/01/2026	46

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Sprint 1

- Reunión de Planificación

Fecha: 10/06/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Sprint Backlog – Sprint 1

- Sprint Backlog – Sprint 1

El Sprint Backlog se compone de las historias de usuario seleccionadas para el Sprint actual, junto con el desglose de las tareas designadas al equipo de desarrollo.

Tabla 27. Sprint Backlog - Sprint 1

Historia de usuario	Nombre	Tarea	Horas
HDU001	Registro de usuarios	Configurar la base de datos.	4
		Implementar en la API REST los endpoints para la gestión de usuarios.	2
		Desarrollar las vistas para la gestión de usuarios.	4
		Implementar las interfaces para el registro autónomo de docentes y estudiantes.	2
		Realizar pruebas funcionales del registro de usuarios.	2
		Corregir errores y aplicar mejoras.	1
HDU002	Autenticación de usuarios	Configurar la gestión de contraseñas seguras (hashing y verificación).	2

	Implementar mecanismos de autenticación y autorización mediante tokens (JWT).	4
	Desarrollar las interfaces de usuario para el inicio y cierre de sesión.	3
	Implementar control de acceso por roles (docente y estudiante).	2
	Realizar pruebas de seguridad y funcionamiento.	2
	Corregir errores y optimizar el módulo de autenticación.	1
Reuniones	Panificación	2
Scrum	Revisión	2
	Retrospectiva	2

Fuente: Elaboración Propia

- Reunión de Revisión

Se lleva a cabo la revisión del incremento del producto desarrollado durante el Sprint.

Fecha: 10/07/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Tabla 28. Pruebas de aceptación Sprint 1

Historia de usuario	Nombre	Criterios de aceptación	Cumple
HDU001	Registro de usuarios	CA1: Creación de usuarios	Si
		CA2: Actualizar de usuarios	Si
		CA3: Consulta de usuarios	Si
		CA4: Validación de datos registrados	Si
HDU002	Autenticación de usuarios	CA1: Iniciar sesión de usuarios	Si

CA2: Cierre de sesión de usuarios	Si
CA3: Validación de credenciales	Si
CA4: Control de acceso por roles (docente y estudiante)	Si

Fuente: Elaboración Propia

○ Incremento

El registro está habilitado para usuarios con roles de estudiante y docente (véanse la Figura 10 y Figura 11). Sin embargo, si los datos registrados no son válidos, se muestran las respectivas advertencias (véanse Figura 12 y Figura 13); en cambio, si el registro es exitoso, se muestra la respectiva notificación (ver Figura 14).

← Selecciona tu rol



Elige tu rol para acceder a las funcionalidades específicas de la plataforma. Ya tienes cuenta? [Iniciar sesión](#)

Figura 10. Vista de selección de rol. Fuente: Elaboración propia

Registro de **Estudiante**

Elige tu rol para acceder a las funcionalidades específicas de la plataforma. Ya tienes cuenta? [Iniciar sesión](#)

Figura 11. Vista de registro. Fuente: Elaboración propia

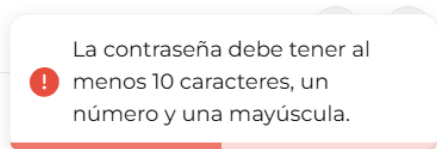


Figura 12. Notificación de contraseña. Fuente: Elaboración propia

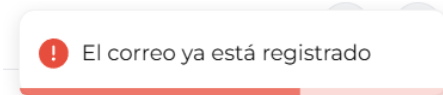


Figura 13. Notificación de correo ya registrado. Fuente: Elaboración propia

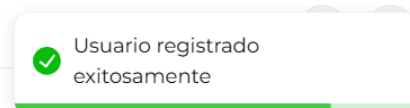


Figura 14. Notificación de registro exitoso. Fuente: Elaboración propia

registro para cualquier otro rol es responsabilidad del administrador (véanse la Figura 15, Figura 16 y Figura 17).

Un formulario web titulado "Nuevo Registro". Contiene los siguientes campos de entrada: "Nombre", "Apellido", "Correo Electrónico", "Contraseña de Acceso" y "Rol Asignado". El campo "Rol Asignado" tiene el valor "Diseñador Instruccional" seleccionado. En la parte inferior hay dos botones: "Cancelar" (gris) y "Crear Usuario" (rojo).

Figura 15. Vista de nuevo registro del administrador. Fuente: Elaboración propia

Actualizar Perfil

Nombre

Tito

Apellido

Cordova

Correo Electrónico

titocordova52@gmail.com

Nueva Contraseña (Opcional)

Rol Asignado

Docente

Cancelar

Actualizar Usuario

Figura 16. Vista de actualizar perfil del administrador. Fuente: Elaboración propia

USUARIO	CONTACTO	ROL	REGISTRO	ACCIONES
J Jordan Arcos ID: 881	jjarcosn@utn.edu.ec	ESTUDIANTE	4/2/2026	
S Said Cotacachi ID: 890	oscotacachi@utn.edu.ec	ESTUDIANTE	4/2/2026	
J Jhordan Huera ID: 879	jmhuera@utn.edu.ec	ESTUDIANTE	4/2/2026	
D David Romero ID: 878	edromerog@utn.edu.ec	ESTUDIANTE	4/2/2026	
D Diego Montesdeoca ID: 877	damontesdeocat@utn.edu.ec	ESTUDIANTE	4/2/2026	
J Jonathan Diaz ID: 876	jonatanmcs60@gmail.com	ESTUDIANTE	4/2/2026	 
D Dennis Mejia ID: 875	damejia@utn.edu.ec	ESTUDIANTE	4/2/2026	
L Luis Miguel Fierro Mendoza ID: 874	lmfierrom@utn.edu.ec	ESTUDIANTE	4/2/2026	

PÁGINA 1 DE 7




1 2



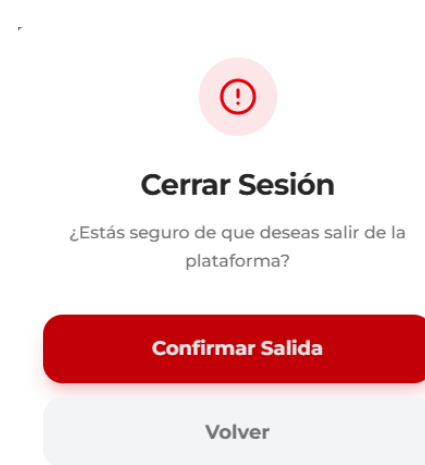

Figura 17. Vista de listado de usuarios. Fuente: Elaboración propia

Los usuarios pueden iniciar sesión mediante sus credenciales. En la Figura 18 se muestra la vista para la autenticación y en la Figura 19 se muestra el cierre de la sesión.



The login form features a red back arrow icon followed by the title "Iniciar Sesión". Below the title are two input fields: "Email" and "Contraseña". At the bottom, there are two buttons: "Cancelar" (dark gray) and "Aceptar" (red). A small text line at the bottom states: "Inicia sesión para acceder a las funcionalidades específicas de la plataforma. No tienes cuenta? [Registrate](#)".

Figura 18. Vista de iniciar sesión. Fuente: Elaboración propia



The logout confirmation form starts with a red circle containing a white exclamation mark icon. Below this is the title "Cerrar Sesión". The text "¿Estás seguro de que deseas salir de la plataforma?" is centered. At the bottom, there are two buttons: "Confirmar Salida" (red) and "Volver" (light gray).

Figura 19. Vista de cerrar sesión. Fuente: Elaboración propia

Para el control de acceso por roles, permitiendo apreciar las variaciones en las interfaces de inicio configuradas para cada perfil de usuario (véanse la Figura 20, Figura 21, Figura 22 y Figura 23).

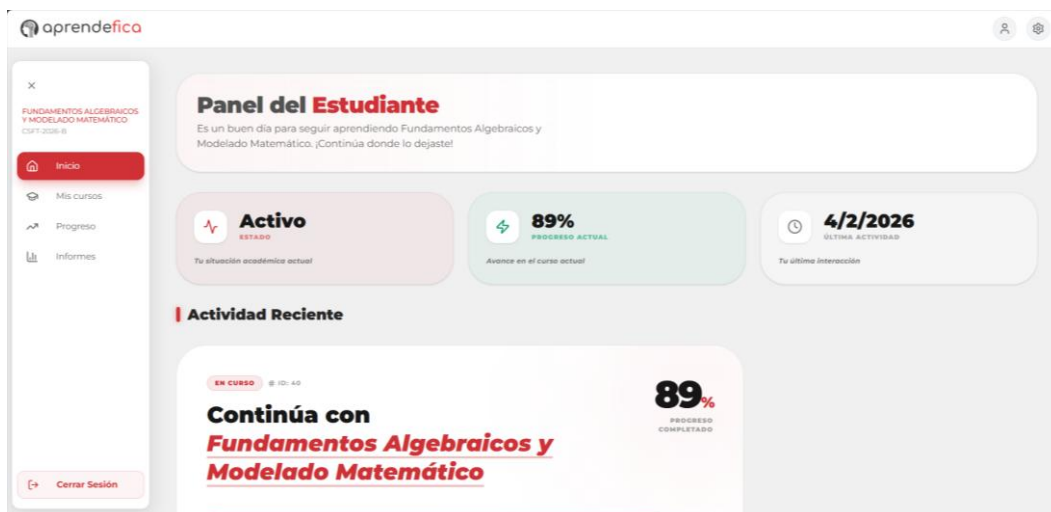


Figura 20. Pantalla de inicio del estudiante. Fuente: Elaboración propia

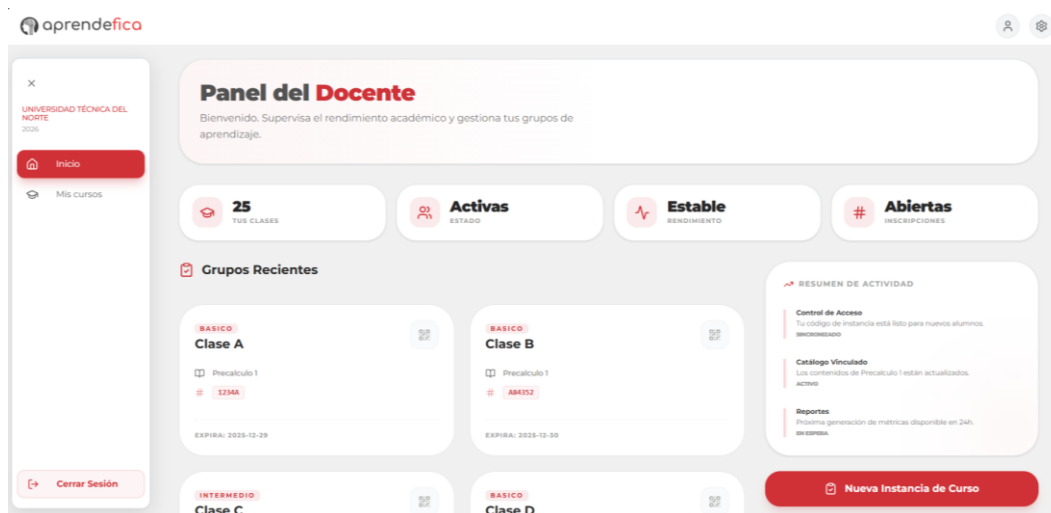


Figura 21. Pantalla de inicio del docente. Fuente: Elaboración propia

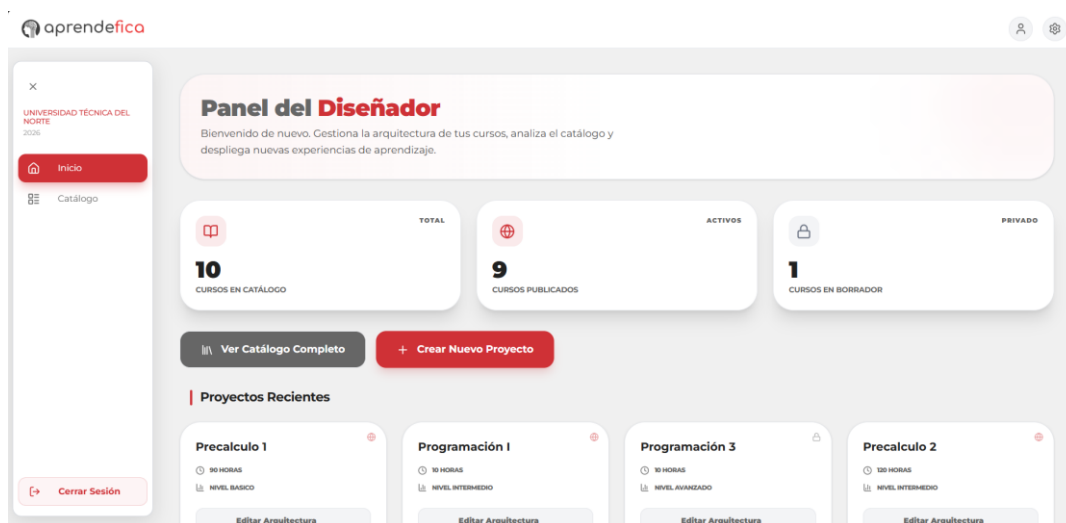


Figura 22. Pantalla de inicio del diseñador. Fuente: Elaboración propia

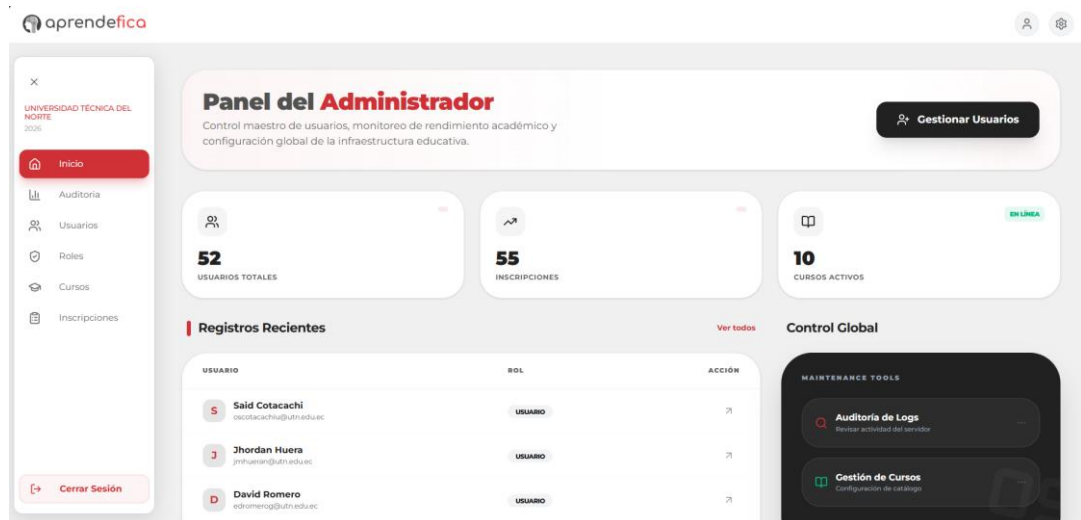


Figura 23. Pantalla de inicio del administrador. Fuente: Elaboración propia

- Reunión de Retrospectiva – Sprint 1

Fecha: 10/07/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Plan de mejora

- Plan de mejora

En el plan de mejora definiremos tres componentes: aciertos (¿Qué aciertos tuvo el Sprint?), errores (¿Qué no falló en el Sprint?) y mejoras (¿Qué mejoras se implementarán?)

Tabla 29. Plan de mejoras Sprint 1

Plan de mejoras
Aciertos: - Se logró implementar correctamente la funcionalidad de registro y autenticación de usuarios. - Comunicación correcta entre la API REST y el frontend.
Errores: - La interfaz de usuario no fue completamente intuitiva en la primera versión. - Se detectaron deficiencias en la usabilidad de la interfaz durante el proceso de autenticación.
Mejoras:

-
- Capacitación en React.
-

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Sprint 2

- Reunión de Planificación

Fecha: 11/07/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Sprint Backlog – Sprint 2

- Sprint Backlog – Sprint 2

Tabla 30. Sprint Backlog - Sprint 2

Historia de usuario	Nombre	Tarea	Horas
H DU003	Inscripción a cursos	Diseñar la estructura de datos para la inscripción de cursos.	2
		Implementar en la API REST los endpoints para la inscripción mediante código de curso.	3
		Implementar la validación del código del curso y verificación de cursos activos.	2
		Desarrollar las interfaces de usuario para la inscripción a cursos mediante código.	2
		Implementar mensajes de confirmación y notificación de errores al usuario.	1
		Realizar pruebas funcionales del módulo de inscripción a cursos.	1
		Corregir errores y aplicar mejoras	1
H DU004	Evaluación de diagnóstico	Diseñar la estructura de la evaluación diagnóstica.	1

	Implementar en la API REST los endpoints para registrar y procesar la evaluación diagnóstica.	2
	Implementar la lógica para mostrar el resumen (gráfico circular) de temas dominados y no dominados.	6
	Registrar y almacenar los resultados en el perfil del estudiante.	2
	Realizar pruebas funcionales del módulo de evaluación diagnóstica.	3
Reuniones	Panificación	2
Scrum	Revisión	2
	Retrospectiva	2

Fuente: Elaboración Propia

- Reunión de Revisión

Fecha: 12/08/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Tabla 31. Pruebas de aceptación Sprint 2

Historia de usuario	Nombre	Criterios de aceptación	Cumple
HDU003	Inscripción a cursos	CA1: Inscripción mediante código válido del curso.	Si
		CA2: Validación de existencia y estado activo del curso.	Si
		CA3: Mensaje de éxito al completar la inscripción.	Si
		CA4: Mensaje de error cuando el código es inválido o el estudiante ya está inscrito.	Si

		CA5: Asignación automática del curso al perfil del estudiante.	Si
HDU004	Evaluación de diagnóstico	CA1: Presentación de la evaluación diagnóstica al primer ingreso del estudiante al curso.	Si
		CA2: Procesamiento de respuestas del estudiante.	Si
		CA3: Visualización del resumen de temas dominados y no dominados.	Si
		CA4: Registro y almacenamiento de los resultados en el perfil del estudiante.	Si
		CA5: Uso de los resultados para personalizar la ruta de aprendizaje.	Si

Fuente: Elaboración Propia

○ Incremento

En la Figura 24 se muestra el listado de clases creadas por el docente, mientras que en la Figura 25 y Figura 26 se detalla el proceso para generar clases basadas en los contenidos publicados por el diseñador instruccional.

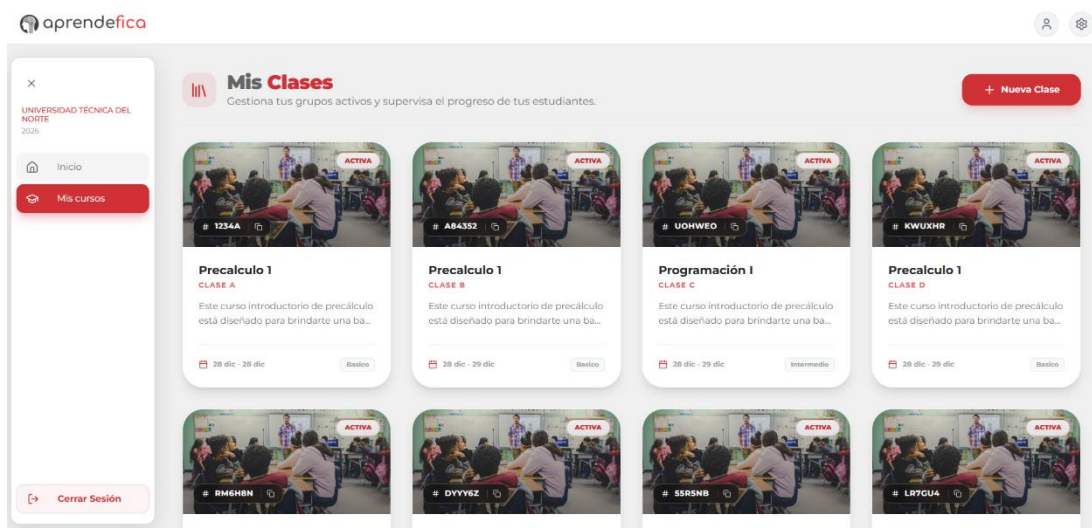


Figura 24. Vista de clases creadas por el docente. Fuente: Elaboración propia

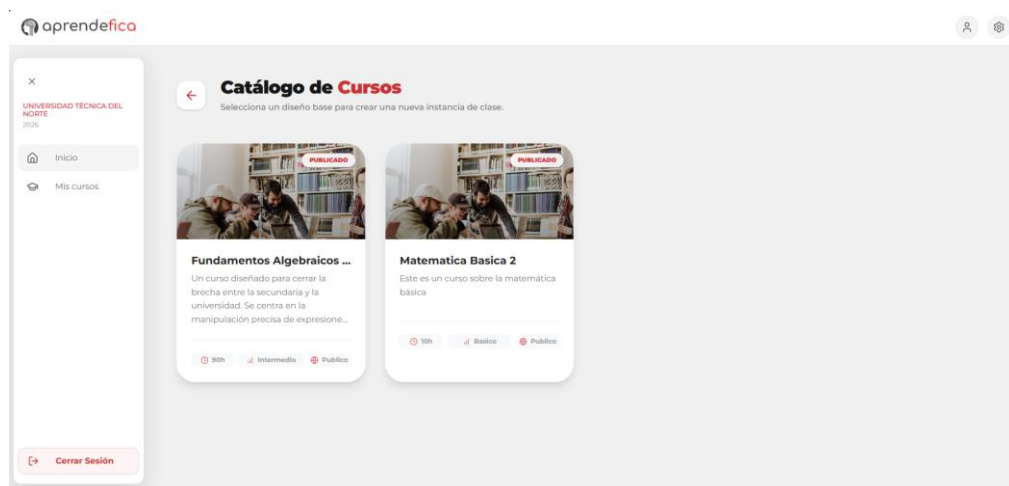


Figura 25. Vista del catálogo de cursos disponibles. Fuente: Elaboración propia

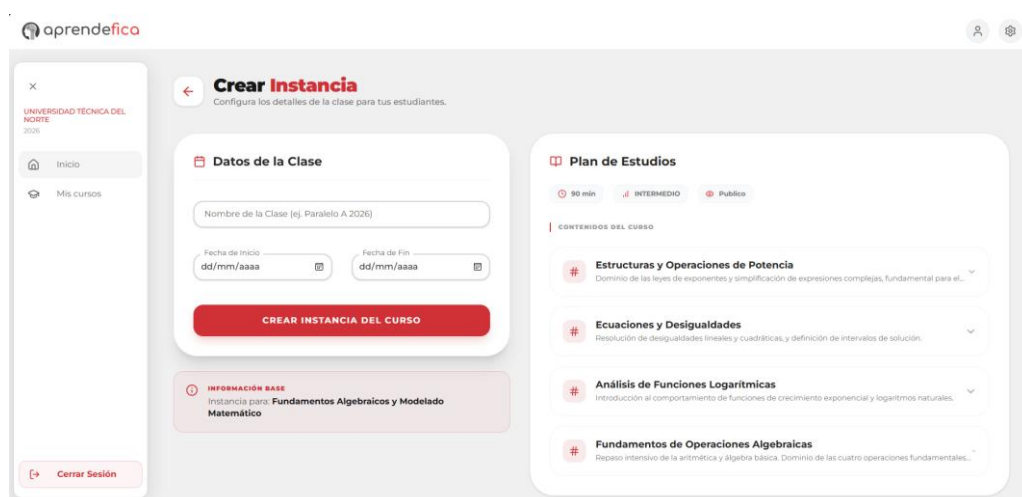


Figura 26. Vista de la creación de clases. Fuente: Elaboración propia

La Figura 27 muestra la interfaz de los cursos en los que el estudiante se encuentra inscrito. La Figura 28 muestra la opción para unirse a una clase mediante el código proporcionado por el docente.

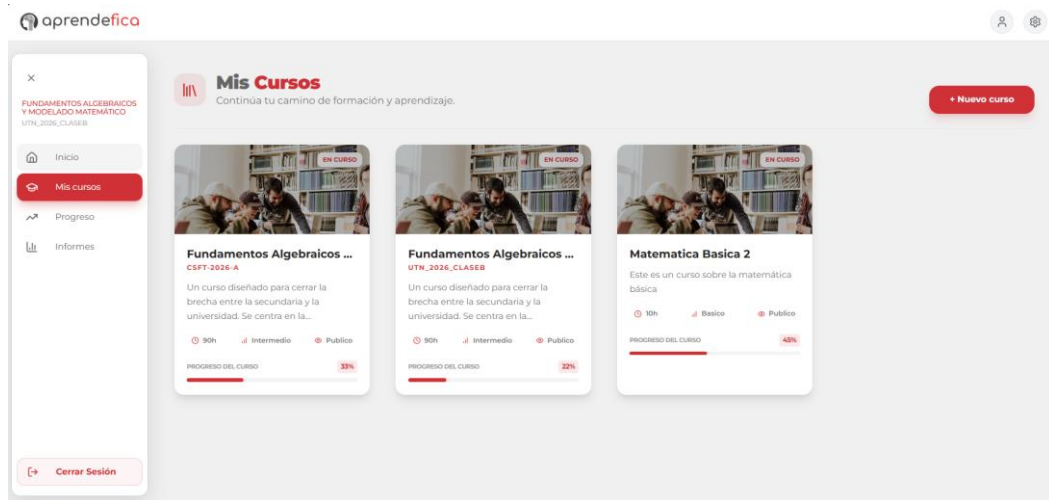


Figura 27. Vista de los cursos del estudiante. Fuente: Elaboración propia

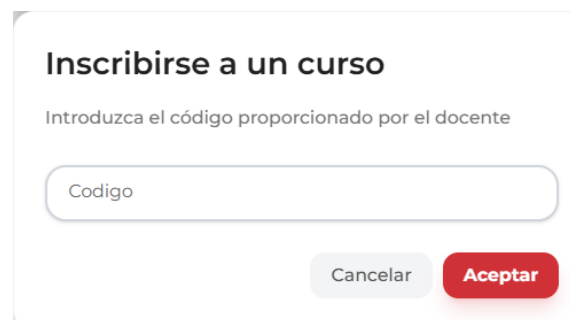


Figura 28. Vista de inscripción a un curso. Fuente: Elaboración propia

La Figura 29 muestra una notificación de éxito al completar la inscripción; en cambio, la Figura 30 muestra una advertencia de error. Por su parte, la Figura 31 presenta una alerta que informa sobre la realización de una evaluación de diagnóstico inicial.

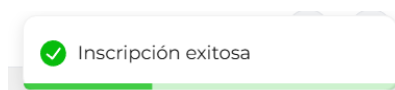


Figura 29. Notificación de inscripción exitosa. Fuente: Elaboración propia

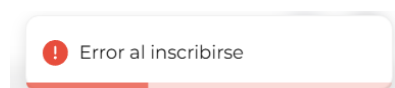


Figura 30. Advertencia de error al inscribirse. Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Alerta de ingreso al curso. Fuente: Elaboración propia

La Figura 32, Figura 33 y Figura 34 muestran las interfaces de presentación, las reglas y los ejercicios de la evaluación de diagnóstico, respectivamente.



Figura 32. Vista de la bienvenida a la evaluación inicial. Fuente: Elaboración propia

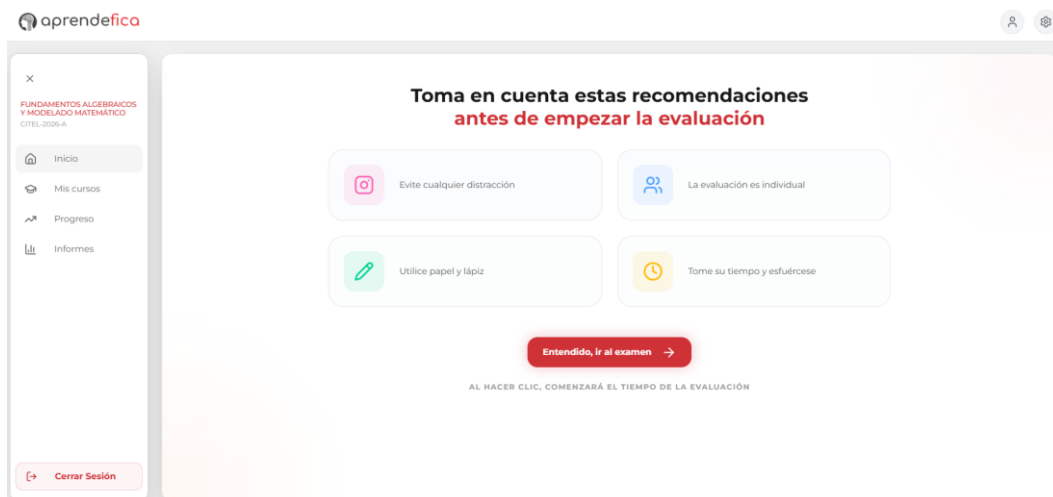


Figura 33. Vista de las reglas de la evaluación. Fuente: Elaboración propia

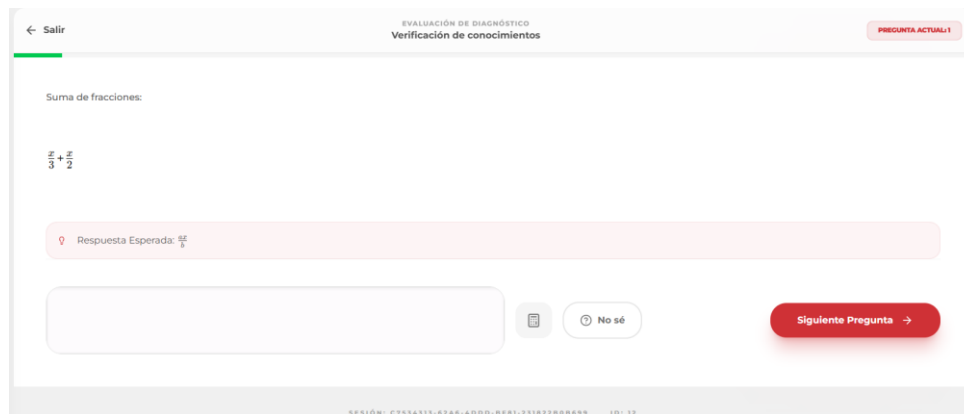


Figura 34. Vista de la evaluación de diagnóstico. Fuente: Elaboración propia

Por último, en la Figura 35 se muestra la ruta de aprendizaje del estudiante mediante un gráfico circular donde se visualizan los temas dominados y no dominados por el estudiante.



Figura 35. Vista de la evaluación de diagnóstico. Fuente: Elaboración propia

- Reunión de Retrospectiva – Sprint 2

Fecha: 12/08/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Plan de mejora

- Plan de mejora

Tabla 32. Plan de mejoras Sprint 2

Plan de mejoras

Aciertos:

- Se implementó correctamente la funcionalidad de inscripción a cursos mediante código, validando la existencia y el estado activo del curso.
- La evaluación diagnóstica permitió identificar los temas dominados y no dominados por el estudiante y registrar los resultados en su perfil.

Errores:

- La presentación de los resultados de la evaluación diagnóstica no fue completamente clara en la primera versión para algunos usuarios.

Mejoras:

- Optimizar las interfaces de inscripción y evaluación diagnóstica, incorporando mensajes más claros y mejoras visuales.
 - Optimización del teclado matemático.
-

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3. Sprint 3

- Reunión de Planificación

Fecha: 03/09/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Sprint Backlog – Sprint 3

- Sprint Backlog – Sprint 3

Tabla 33. Sprint Backlog - Sprint 3

Historia de usuario	Nombre	Tarea	Horas
HDU005	Gestión del módulo de aprendizaje	Diseñar la estructura de datos para la personalización de contenidos del curso.	2
		Implementar en la API REST la lógica para adaptar los contenidos según los resultados del estudiante.	4
		Implementar la actualización dinámica de la ruta de aprendizaje conforme el estudiante domina nuevos temas.	3

		Desarrollar las interfaces de usuario para mostrar los contenidos personalizados.	3
		Implementar reglas para ocultar los temas ya dominados.	1
		Realizar pruebas funcionales del módulo de aprendizaje adaptativo.	1
		Corregir errores y aplicar mejoras	1
HDU006	Gestión del módulo de progreso del estudiante	Diseñar la estructura de datos para el seguimiento del progreso del estudiante.	2
		Implementar en la API REST los endpoints para consultar el progreso y desempeño del estudiante.	4
		Implementar la lógica para calcular el porcentaje de avance en el curso.	3
		Desarrollar las interfaces de usuario para la visualización del progreso (resumen visual).	4
		Implementar la actualización automática del progreso al completar ejercicios o actividades.	3
		Integrar gráficos o indicadores visuales de avance (barras, porcentajes, estados).	2
		Realizar pruebas funcionales del módulo de progreso del estudiante.	1
		Corregir errores y aplicar mejoras	1
Reuniones	Panificación		2
Scrum	Revisión		2
	Retrospectiva		2

Fuente: Elaboración Propia

- Reunión de Revisión

Fecha: 04/11/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Tabla 34. Pruebas de aceptación Sprint 3

Historia de usuario	Nombre	Criterios de aceptación	Cumple
HDU005	Gestión del módulo de aprendizaje	CA1: Personalización de contenidos según los temas no dominados por el estudiante.	Si
		CA2: Actualización dinámica de la ruta de aprendizaje conforme el estudiante progresa.	Si
		CA3: Exclusión de los temas dominados como prioridad en la navegación del curso.	Si
		CA4: Visualización de contenidos adaptados al nivel de conocimiento del estudiante.	Si
HDU006	Gestión del módulo de progreso del estudiante	CA1: Visualización de un resumen del progreso del estudiante.	Si
		CA2: Consulta clara del porcentaje de avance en el curso.	Si
		CA3: Actualización automática del progreso al completar ejercicios o actividades.	Si
		CA4: Representación gráfica del desempeño del estudiante.	Si

Fuente: Elaboración Propia

- Incremento

En la Figura 36 se observa la personalización de los contenidos según los temas no dominados. La Figura 37 muestra cómo se excluyen los temas que el estudiante ya domina y se priorizan los temas no dominados.

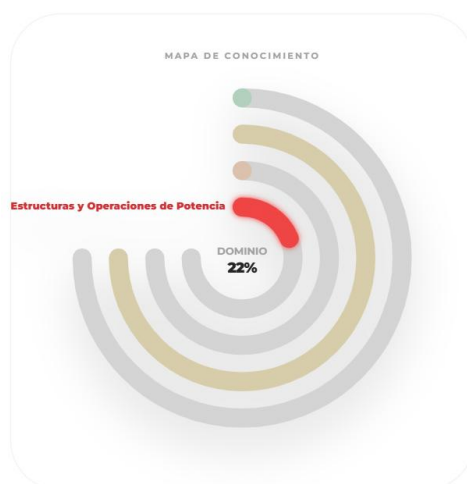


Figura 36. Vista de temas no dominados. Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Vista de temas dominados. Fuente: Elaboración propia

La Figura 38 muestra el gráfico de mapa de conocimiento, donde se presenta un resumen del progreso del estudiante en el curso. En cambio, en la Figura 39 y Figura 40 se observa el porcentaje de avance de los alumnos de una clase específica y un podio para motivar a los estudiantes,



respectivamente.

Figura 38. Mapa de conocimientos. Fuente: Elaboración propia

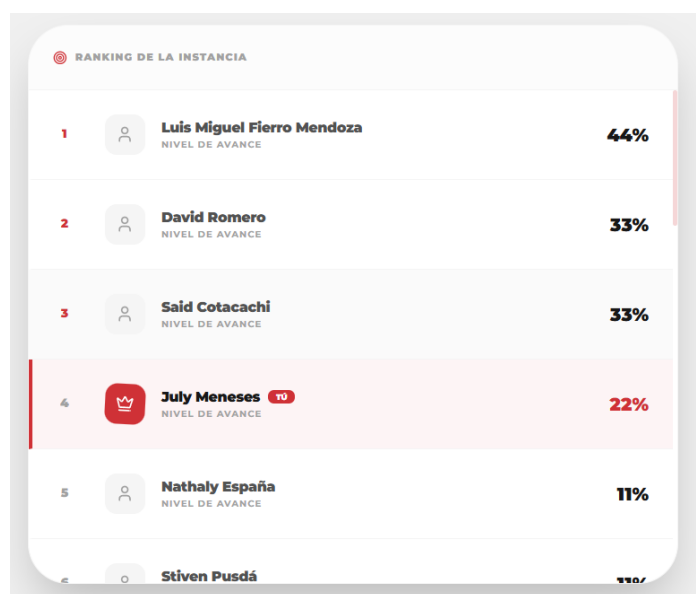


Figura 39. Vista de progreso global de la clase. Fuente: Elaboración propia

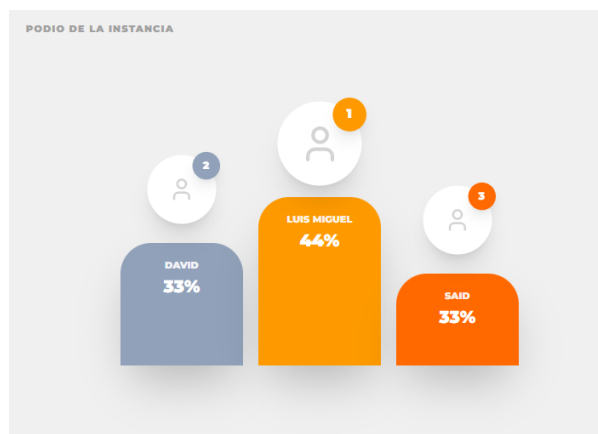


Figura 40. Vista del podio de la clase. Fuente: Elaboración propia

Por último, en la Figura 41 se puede observar una representación gráfica del desempeño del estudiante en los temas del curso.

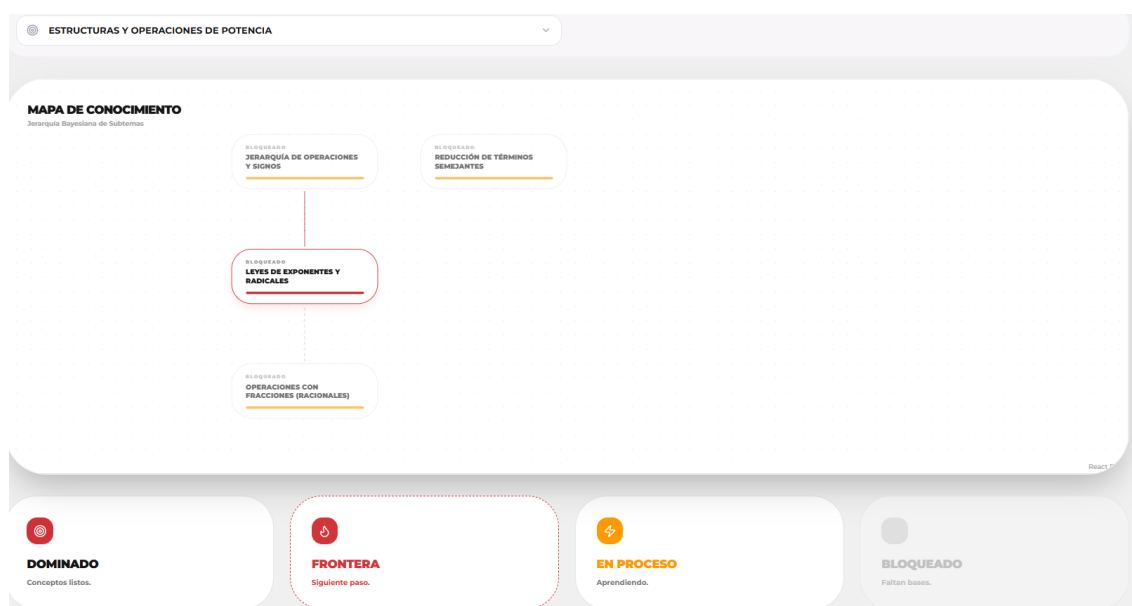


Figura 41. Árbol de conocimientos. Fuente: Elaboración propia

- Reunión de Retrospectiva – Sprint 3

Fecha: 04/11/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Plan de mejora

- Plan de mejora

Tabla 35. Plan de mejoras Sprint 3

Plan de mejoras
Aciertos: - Se logró implementar la personalización de contenidos y la actualización dinámica de la ruta de aprendizaje según el avance del estudiante. - El software permite visualizar el progreso y desempeño del estudiante mediante resúmenes y representaciones gráficas claras.
Errores: - La presentación inicial de los contenidos adaptados no fue completamente intuitiva para algunos estudiantes.
Mejoras: - Optimizar los gráficos para que sean más intuitivos para los estudiantes.

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4. Sprint 4

- Reunión de Planificación

Fecha: 05/11/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Sprint Backlog – Sprint 4

- Sprint Backlog – Sprint 4

Tabla 36. Sprint Backlog - Sprint 4

Historia de usuario	Nombre	Tarea	Horas
HDU007	Gestión del módulo de supervisión del docente	Diseñar la estructura de datos para el monitoreo del progreso de estudiantes.	1
		Implementar en la API REST los endpoints para consultar el progreso individual y grupal.	2

		Desarrollar las interfaces de usuario para la visualización del progreso de los estudiantes.	2
		Implementar la gestión de recursos educativos (agregar, modificar y eliminar materiales).	2
		Implementar indicadores de alerta para estudiantes con bajo rendimiento o inactividad.	1
		Realizar pruebas funcionales del módulo de supervisión del docente.	1
		Corregir errores y aplicar mejoras	1
H DU008	Creación de instancias de cursos	Diseñar la estructura de datos para la creación de instancias de cursos.	1
		Implementar en la API REST los endpoints para crear instancias a partir del catálogo de cursos.	2
		Desarrollar las interfaces de usuario para la configuración de fechas y nombre de la instancia.	2
		Implementar la generación automática del código único de inscripción.	1
		Realizar pruebas funcionales del módulo de creación de instancias de cursos.	1
		Corregir errores y aplicar mejoras	1
H DU009	Gestión del módulo de estadísticas	Diseñar la estructura de datos para el registro y consulta de estadísticas del estudiante.	2
		Implementar en la API REST los endpoints para obtener estadísticas personales y ranking del curso.	2
		Implementar la lógica para el cálculo del rendimiento y posición del estudiante.	2

	Desarrollar las interfaces de usuario para la visualización de estadísticas.	2
	Realizar pruebas funcionales del módulo de estadísticas.	1
	Corregir errores y aplicar mejoras	1
Reuniones	Panificación	2
Scrum	Revisión	2
	Retrospectiva	2

Fuente: Elaboración Propia

- Reunión de Revisión

Fecha: 21/12/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Tabla 37. Pruebas de aceptación Sprint 4

Historia de usuario	Nombre	Criterios de aceptación	Cumple
HDU007	Gestión del módulo de supervisión del docente	CA1: Visualización del progreso individual y grupal de los estudiantes.	Si
		CA2: Gestión de recursos educativos (agregar, modificar y eliminar materiales).	Si
HDU008	Creación de instancias de cursos	CA1: Selección de cursos del catálogo y configuración de fechas de inicio y fin.	Si
		CA2: Personalización del nombre de la instancia del curso.	Si
		CA3: Generación automática del código único de inscripción.	Si

		CA4: Visualización de la instancia creada en el panel del docente.	Si
HDU009	Gestión del módulo de estadísticas	CA1: Visualización de estadísticas personales del estudiante	Si
		CA2: Indicación de la posición del estudiante dentro del ranking del curso.	Si
		CA3: Actualización automática de las estadísticas según el rendimiento del estudiante.	Si

Fuente: Elaboración Propia

- Incremento

La Figura 42 muestra el progreso promedio de la clase y el número de estudiantes inscritos, mientras que en la Figura 43 se visualiza el avance individual de cada estudiante.



Figura 42. Vista general de la clase. Fuente: Elaboración propia

PANEL DE SEGUIMIENTO ACADÉMICO				
ESTUDIANTE	ESTADO	PROGRESO	FECHA INSCRIPCIÓN	ACCIONES
JM July Meneses julmeneses@gmail.com	ACTIVO	23.22%	4/2/2026	⋮
SR Sebastian Rocha msrochapp@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	⋮
LU Lenin Adrián Urresta Sánchez sanchezadrianu@gmail.com	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	⋮
CP Carlos Puentestar cdpuentestarc@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	⋮
MR Mateo Recalde emrecalde@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	⋮
ES ESTEFANIA Salgado esgalgadem@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	⋮
AI Aaron Imbaquingo aimbaquingof@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	⋮

Figura 43. Vista individual del progreso de cada estudiante. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 44 se muestra la creación de las instancias de los cursos, con las opciones para personalizar el nombre de la clase y seleccionar las fechas de inicio y finalización. Además, en la Figura 45 se observa la generación del código único de la clase. En el panel del docente de igual forma se visualizan las clases creadas, como se puede ver en la Figura 46.

📅

Datos de la Clase

Nombre de la Clase (ej. Paralelo A 2026)

Clase de Prueba

Fecha de Inicio

05/02/2026

📅

Fecha de Fin

dd/mm/aaaa

📅

CREAR INSTANCIA

🚫

INFORMACIÓN BASE

Instancia para: Fundamentos Alg Matemático

febrero de 2026

↑

↓

LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	1
2	3	4	5	6	7	8

Borrar

Hoy

Figura 44. Personalización de la clase. Fuente: Elaboración propia



Figura 45. Vista de la generación del código único. Fuente: Elaboración propia

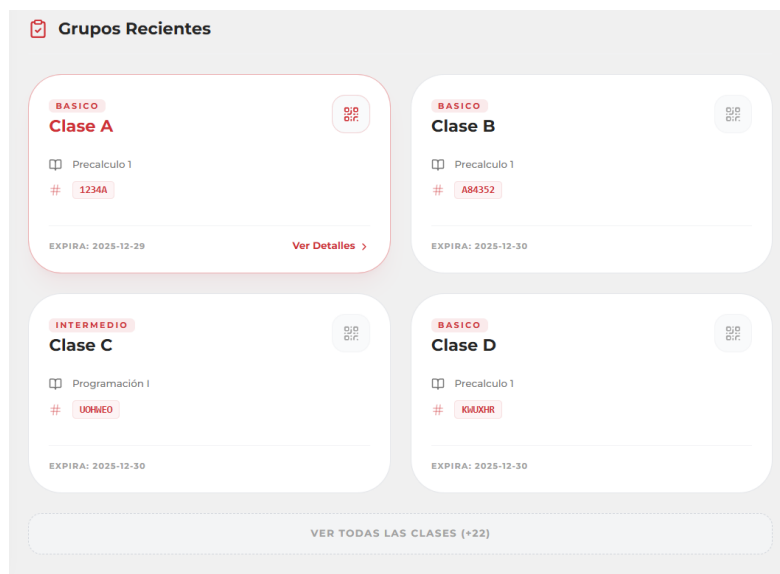


Figura 46. Vista de clases recientes. Fuente: Elaboración propia

Por último, en la Figura 47 se muestra el progreso por cada curso en el que el estudiante se ha inscrito. Además, la Figura 48 muestra la posición del estudiante en el ranking de la clase.



Figura 47. Vista del progreso individual por curso. Fuente: Elaboración propia

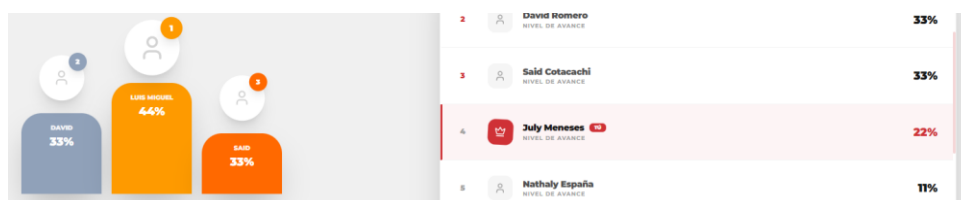


Figura 48. Vista de la posición en el ranking. Fuente: Elaboración propia

- Reunión de Retrospectiva – Sprint 4

Fecha: 21/12/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Plan de mejora

- Plan de mejora

Tabla 38. Plan de mejoras Sprint 4

Plan de mejoras	
Aciertos:	
-	El sistema permite visualizar estadísticas personales y la posición del estudiante dentro del curso mediante indicadores claros de progreso.
Errores:	
-	La actualización de las estadísticas presentó demoras mínimas al registrar nuevos resultados de evaluación.
Mejoras:	
-	Optimizar la visualización de los resultados mediante gráficos más intuitivos y explicativos.

3.3.5. Sprint 5

- Reunión de Planificación

Fecha: 22/12/2025

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Sprint Backlog – Sprint 5

- Sprint Backlog – Sprint 5

Tabla 39. Sprint Backlog - Sprint 5

Historia de usuario	Nombre	Tarea	Horas
HDU010	Gestión del módulo de recursos	Diseñar la estructura de datos para el almacenamiento y clasificación de recursos educativos.	1
		Implementar en la API REST los endpoints para subir, editar y eliminar recursos.	2
		Desarrollar las interfaces de usuario para la gestión de recursos por parte del diseñador instruccional.	2
		Implementar la organización de recursos por módulo o tema del curso.	2
		Habilitar el acceso de los estudiantes a los recursos desde su área de estudio.	1
		Realizar pruebas funcionales del módulo de recursos.	1
		Corregir errores y aplicar mejoras	1
HDU011	Creación de nuevos cursos en el catálogo	Diseñar la estructura de datos para el registro de cursos, módulos y contenidos.	3
		Implementar en la API REST los endpoints para crear y administrar cursos del catálogo.	4

		Implementar la asociación de contenidos teóricos y ejercicios interactivos a cada módulo.	3
		Desarrollar las interfaces de usuario para la creación y edición de cursos por parte del diseñador instruccional.	3
		Validar la publicación del curso en el catálogo para su uso por los docentes.	1
		Realizar pruebas funcionales del módulo de creación de cursos.	1
HDU012	Gestión de usuarios y asignación de roles	Diseñar la estructura de datos para la administración de usuarios y roles del sistema.	3
		Implementar en la API REST los endpoints para listar usuarios y modificar roles.	4
		Implementar la lógica de control de permisos según el rol asignado.	3
		Desarrollar las interfaces de usuario para la gestión de usuarios y roles.	3
		Implementar validaciones de seguridad para evitar cambios de rol no autorizados.	1
		Realizar pruebas funcionales del módulo de gestión de usuarios y roles.	1
Reuniones	Panificación		2
Scrum	Revisión		2
	Retrospectiva		2

Fuente: Elaboración Propia

- Reunión de Revisión

Se lleva a cabo la revisión del incremento del producto desarrollado durante el Sprint.

Fecha: 29/01/2026

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Tabla 40. Pruebas de aceptación Sprint 5

Historia de usuario	Nombre	Criterios de aceptación	Cumple
H DU010	Gestión del módulo de recursos	CA1: El sistema permite subir, editar y eliminar recursos educativos.	Si
		CA2: Los recursos pueden clasificarse por subtema o dominio del curso.	Si
		CA3: Los estudiantes pueden acceder a los recursos desde su área de estudio de forma organizada	Si
H DU011	Creación de nuevos cursos en el catálogo	CA1: El sistema permite visualizar la lista de usuarios con su información básica (nombre, correo y rol).	Si
		CA2: El administrador puede asignar o modificar el rol de un usuario, incluyendo el rol de Diseñador Instruccional.	Si
		CA3: El curso creado queda disponible en el catálogo para que los docentes creen instancias.	Si
H DU012	Gestión de usuarios y asignación de roles	CA1: El sistema permite visualizar la lista de usuarios con su información básica (nombre, correo y rol).	Si
		CA2: El administrador puede asignar o modificar el rol de	Si

un usuario, incluyendo el rol de Diseñador Instruccional.

CA3: Los cambios de rol se aplican de forma inmediata en los permisos del sistema.

Fuente: Elaboración Propia

○ Incremento

La Figura 49 muestra el panel del diseñador instruccional para la creación de cursos. Además, en la Figura 50 se muestra el panel para la creación de recursos educativos.

Figura 49. Vista de creación de cursos. Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Vista de creación de recursos educativos. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 51 se muestra la creación de un nuevo dominio para el curso base y, posteriormente, en la Figura 52 se observa la creación de un subtema para dicho dominio. Además, en la Figura 53 se puede ver el panel de creación de contenidos con los subtemas organizados por dominios.



Crear dominio

Define el nombre y descripción del dominio

Nombre del dominio

Descripción

Cancelar Crear dominio

Figura 51. Vista de creación de dominios. Fuente: Elaboración propia



Crear subtema

Define el nombre y descripción del subtema

Nombre del subtema

Descripción

Cancelar Crear subtema

Figura 52. Vista de creación de subtemas. Fuente: Elaboración propia

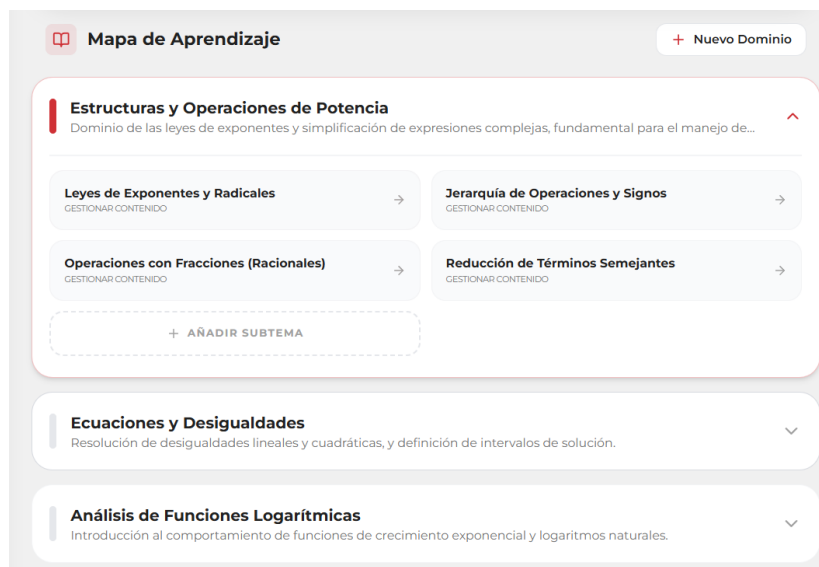


Figura 53. Vista de subtemas por dominio. Fuente: Elaboración propia

La Figura 54 presenta la sección destinada a la edición y creación de contenido del subtema seleccionado. Por su parte, la Figura 55 y la Figura 56 muestran que es posible generar explicaciones y ejercicios para cada uno de estos subtemas.

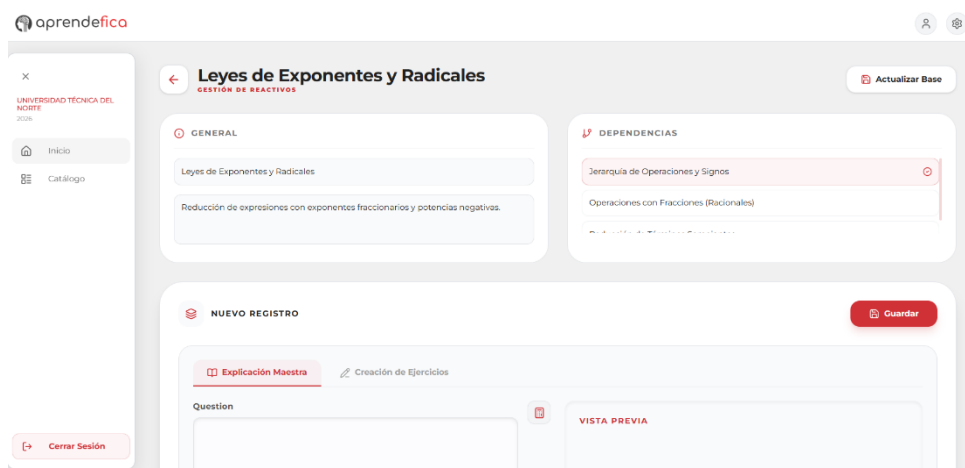


Figura 54. Vista del progreso individual por curso. Fuente: Elaboración propia

NUEVO REGISTRO Guardar

Explicación Maestra Creación de Ejercicios

Question
Aquí va la explicación del subtema?

Explanation

Respuesta Esperada
SI

VISTA PREVIA
PREGUNTA
Aquí va la explicación del subtema?
RESPUESTA
SI

MATH EDITOR V1.0

Math Editor interface showing various mathematical symbols and operators.

Figura 55. Vista de creación de explicaciones por subtema. Fuente: Elaboración propia

Explicación Maestra **Creación de Ejercicios**

DIFICULTAD: ★ ★ ★ ★ ☆

ENUNCIADO
Resuelva la siguiente suma de exponentes:

EXPRÉSION MATEMÁTICA (OPCIONAL)
 $x^2 + (2x)^2 - x^3$

INSTRUCCIÓN AL ESTUDIANTE
Resuelva correctamente

RESPUESTA ESPERADA
 $5x^2 - x^3$

VISTA PREVIA DEL EJERCICIO
Resuelva la siguiente suma de exponentes:
 $x^2 + (2x)^2 - x^3$
Instrucción:
Resuelva correctamente
RESPUESTA CORRECTA
 $5x^2 - x^3$

Figura 56. Vista de creación de ejercicios por subtema. Fuente: Elaboración propia

La Figura 57 muestra la sección del banco de preguntas, donde se gestionan los ejercicios del subtema; además, como se puede ver en la Figura 58, se dispone de la opción de vista previa.

BANCO DE REACTIVOS

REACTIVO #01
Simplifica:

REACTIVO #02
Simplifica:

REACTIVO #03
Expresa en forma radical:

REACTIVO #04
Resuelve para n:

REACTIVO #05
Simplifica:

Figura 57. Vista de banco de ejercicios. Fuente: Elaboración propia

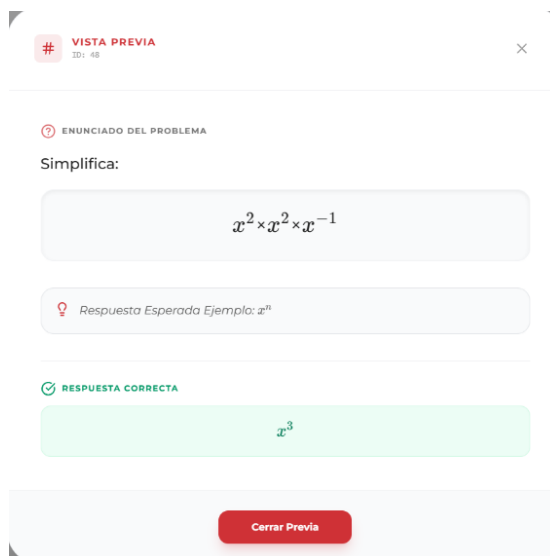


Figura 58. Vista previa del ejercicio. Fuente: Elaboración propia

La sección de creación de evaluaciones, como se ve en la Figura 59, permite crear ejercicios de diferentes tipos, tal como se observa en la Figura 60. Además, al seleccionar una evaluación, el sistema nos dirige al panel de gestión, que se observa en la Figura 61. En esta sección, la Figura 62 muestra cómo se asignan evaluaciones desde el banco de preguntas, además de contar con la opción de vista previa.

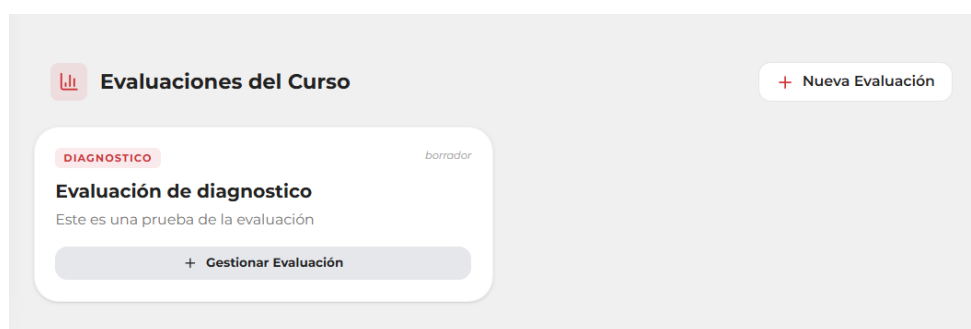


Figura 59. Vista de evaluaciones del curso. Fuente: Elaboración propia

Nueva Evaluación

Define el título y el tipo de evaluación para el curso

TIPO

Quiz

Diagnóstico

Quiz

Parcial

Final

ESTADO

Borrador

Cancelar

Crear Evaluación

Figura 60. Vista de creación de evaluación. Fuente: Elaboración propia

←

Gestión de Evaluación

Editando: Evaluación de diagnóstico

Finalizar Edición

DATOS GENERALES

19 PREGUNTAS ASIGNADAS

TÍTULO DE LA EVALUACIÓN

Evaluación de diagnóstico

INSTRUCCIONES PARA EL ESTUDIANTE

Este es una prueba de la evaluación

BANCO DE PREGUNTAS

Seleccionar Dominio...

Seleccionar Subtema...

Filtrar por subtema para explorar reactivos

CONTENIDO SELECCIONADO

Resuelve

Resuelve

Resuelve

Figura 61. Vista de gestión de evaluación. Fuente: Elaboración propia

BANCO DE PREGUNTAS

Estructuras y Operaciones de Potencia

Leyes de Exponentes y Radicales

Simplifica

Simplifica

Expresa en forma radical

Resuelve para n

Simplifica

Figura 62. Vista de asignación de ejercicios. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 63 se observa que los estudiantes pueden acceder a los recursos educativos por subtema. Además, en la Figura 64, Figura 65 y Figura

66 se aprecian los ejercicios interactivos y su modo de interacción con el estudiante al fallar o acertar un ejercicio.

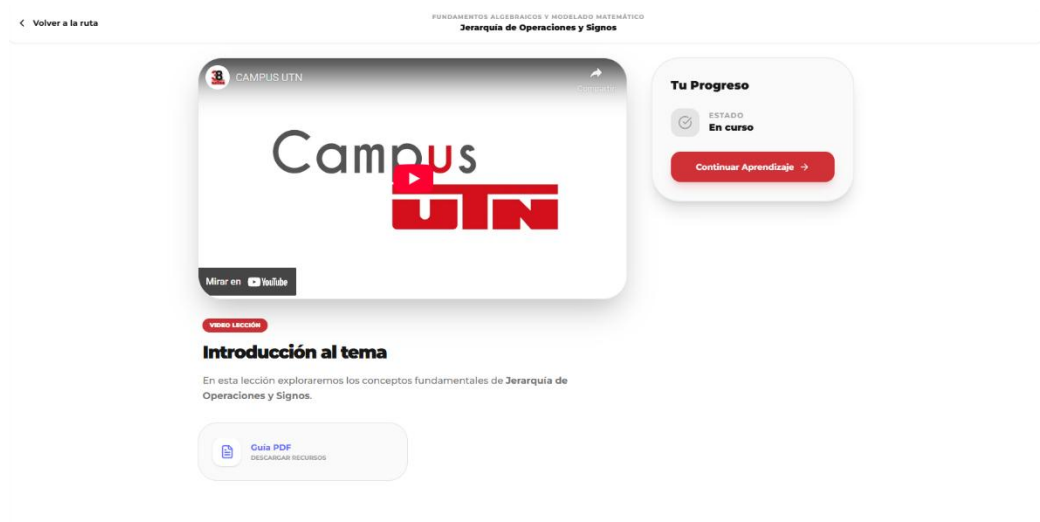


Figura 63. Vista de recursos del subtema. Fuente: Elaboración propia

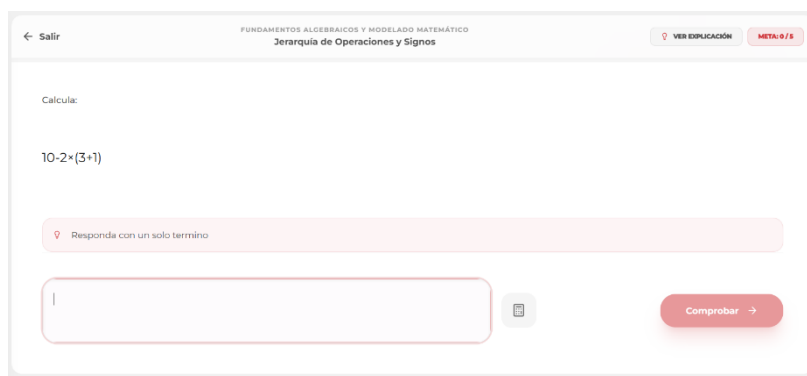


Figura 64. Vista de los ejercicios interactivos. Fuente: Elaboración propia



Figura 65. Notificación de respuesta correcta. Fuente: Elaboración propia

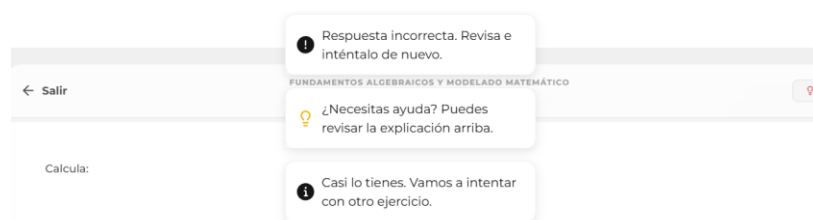


Figura 66. Notificaciones de respuestas incorrectas. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se presenta el panel del administrador, donde se encuentra la gestión de auditoría, como se ve en la Figura 67 y Figura 68; la gestión de usuarios, que se observa en la Figura 69 y Figura 70; la gestión de roles, mostrada en la Figura 71 y Figura 72, y la gestión de cursos, vista en la Figura 73 y Figura 74.

Trazabilidad de Sistema

Auditoría en tiempo real de persistencia de datos.

Buscar por tabla o usuario...

Todas las tablas

Todas las acciones

REFERENCIA	ACCIÓN	USUARIO	FECHA Y HORA	INSPECCIONAR
enrollment ID: N/A	UPDATE	July Meneses	5/2/2026, 10:23:40 a. m.	
enrollment ID: N/A	UPDATE	July Meneses	5/2/2026, 9:13:25 a. m.	
enrollment ID: N/A	UPDATE	July Meneses	5/2/2026, 7:54:41 a. m.	
enrollment ID: N/A	UPDATE	July Meneses	5/2/2026, 7:52:41 a. m.	

Figura 67. Vista de auditoría (Administrador). Fuente: Elaboración propia

Detalle de Auditoría #1777

ESTADO ANTERIOR

```
{
  "coi_id": 31,
  "enr_date": "2026-02-1",
  "enr_id": 46,
  "enr_progress": 22.22,
  "enr_status": "activo",
  "last_accessed_at": "",
  "usr_id": 37
}
```

NUEVO ESTADO

```
{
  "coi_id": 31,
  "enr_date": "2026-02-1",
  "enr_id": 46,
  "enr_progress": 22.22,
  "enr_status": "activo",
  "last_accessed_at": "",
  "usr_id": 37
}
```

E

Ejecutado por July Meneses

Cancelar

Cerrar Inspector

Figura 68. Vista de detalles de auditoría (Administrador). Fuente: Elaboración propia

Panel de Control Gestión avanzada de identidades institucionales. Nuevo Usuario				
Buscar por nombre o email...		Todos los Roles	Más recientes	
USUARIO	CONTACTO	ROL	REGISTRO	ACCIONES
J Juan Andres Rincon Gutierrez ID: #185	jarincong@utn.edu.ec	ESTUDIANTE	5/2/2026	
T Tito Cordova ID: #184	titocordova68@hotmail.com	ESTUDIANTE	5/2/2026	
T Tito Cordova ID: #183	titocordova28@hotmail.com	ESTUDIANTE	5/2/2026	
T Tito Cordova ID: #182	titocordova268@hotmail.com	ESTUDIANTE	5/2/2026	

Figura 69. Vista de usuarios (Administrador). Fuente: Elaboración propia

Actualizar Perfil

Nombre

Juan Andres

Apellido

Rincon Gutierrez

Correo Electrónico

jarincong@utn.edu.ec

Nueva Contraseña (Opcional)

Rol Asignado

Estudiante

Estudiante

Docente

Diseñador Instruccional

Administrador

Figura 70. Vista de gestión de usuarios (Administrador). Fuente: Elaboración propia

Gestión de Roles Configuración de niveles de acceso y permisos. Nuevo Rol			
Buscar por nombre de rol o descripción...		Más recientes	
ID	NOMBRE DEL ROL	DESCRIPCIÓN	ACCIONES
#1	admin	Administrador del sistema	
#2	diseñador instruccional	Crea y mantiene cursos y versiones	
#3	docente	Imparte instancias de cursos	
#4	estudiante	Usuario alumno	

Figura 71. Vista de roles (Administrador). Fuente: Elaboración propia

Nuevo Rol

Cancelar

Crear Rol

Figura 72. Vista de gestión de roles (Administrador). Fuente: Elaboración propia

Gestión de Cursos
Administra el catálogo educativo y contenidos.

+ Nuevo Curso

Todos los Estados

Más recientes

INFORMACIÓN DEL CURSO	DIFICULTAD	DURACIÓN	ESTADO	ACCIONES
 Fundamentos Algebraicos y Modelado Ma... ID: #31	INTERMEDIO	90 min	PUBLICADO	 
 Algebra Básica para Ingeniería ID: #29	BASICO	40 min	BORRADOR	 
 Matematica Basica 2 ID: #28	BASICO	10 min	PUBLICADO	 
 Matematica Basica ID: #27	BASICO	10 min	BORRADOR	 

Figura 73. Vista de cursos (Administrador). Fuente: Elaboración propia

Nuevo Curso

Descripción

Duración (minutos)

Dificultad

Básico

Estado

Borrador

Visibilidad

Público

Cancelar

Crear Curso

Figura 74. Vista de gestión de cursos (Administrador). Fuente: Elaboración propia

- **Reunión de Retrospectiva – Sprint 5**

Fecha: 29/01/2026

Asistentes: Product Owner, Scrum Master y Equipo de Desarrollo

Resultado: Plan de mejora

- Plan de mejora

Tabla 41. Plan de mejoras Sprint 5

Plan de mejoras
Aciertos:
- Se logró implementar la gestión de recursos educativos y la creación de cursos en el catálogo de manera funcional. - El administrador puede gestionar roles de usuario correctamente.
Errores:
- Se presentaron pequeñas inconsistencias visuales al listar auditoría, cursos y usuarios registrados.
Mejoras:
- Implementar validaciones visuales y notificaciones de confirmación más descriptivas al realizar cambios de roles o registrar nuevos cursos.

Fuente: Elaboración Propia

4. CAPÍTULO IV – RESULTADO Y ANÁLISIS

4.1. Definición del modelo de calidad en uso

El modelo de calidad en uso se definió en coordinación con el Product Owner, conforme a lo establecido por la norma ISO/IEC 25010, identificando las características más relevantes según el contexto en el que se desarrolló el proyecto.

Las características seleccionadas fueron: eficacia, eficiencia y satisfacción, por considerarse fundamentales para garantizar que el sistema de aprendizaje adaptativo cumpla con los objetivos académicos de los estudiantes en su entorno real de uso [69].

De la misma manera, se establecieron las métricas e indicadores asociados a cada característica, así como sus ponderaciones respectivas, tomando en cuenta la experiencia y criterios del Product Owner.

El modelo aplicado se resume en la Tabla 42, donde se detallan las características, subcaracterísticas, métricas seleccionadas y sus ponderaciones.

Tabla 42. Definición de modelo de calidad de uso

Modelo de calidad de uso			
Característica	Subcaracterísticas	Peso de característica	Peso de Subcaracterísticas
Eficacia	Tareas Completadas	42%	16%
	Objetivos logrados		16%
	Tarea sin errores		10%
Eficiencia	Tiempo de tareas	32%	16%
	Eficiencia de tiempo		16%
Satisfacción	Utilidad	26%	10%
	Confianza		8%
	Comodidad		8%
Total		100%	100%

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Medición del modelo de calidad de uso

Para realizar la medición de la calidad en uso, se tomó como referencia la norma ISO/IEC 25010, la cual define las características y subcaracterísticas del modelo de calidad establecido previamente.

Para la obtención de los datos se establecieron dos instrumentos de levantamiento de información: (I) un taller práctico con los estudiantes, quienes interactuaron con el software educativo desarrollado para evaluar las características de eficacia y eficiencia; y (II) la aplicación de la encuesta System Usability Scale (SUS) para medir la satisfacción del usuario.

4.2.1. Definición de la muestra poblacional para la evaluación

La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, integrada por 17 estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, quienes utilizaron el software educativo desarrollado y posteriormente respondieron la encuesta System Usability Scale (SUS) para la evaluación de la calidad en uso del sistema.

Para la evaluación del sistema se desarrolló un taller práctico con los estudiantes, durante el cual se aplicaron las subcaracterísticas establecidas en el modelo de calidad en uso. La evidencia del taller realizado se respalda mediante los registros generados por el sistema, tales como el historial de ingresos y la inscripción de los usuarios a los cursos, los cuales se detallan en el Anexo A.

4.2.2. Taller práctico

La actividad práctica se desarrolló mediante el uso del software de aprendizaje en línea por parte de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte. La evaluación se llevó a cabo el día 4 de febrero del 2026. A continuación, se presenta el diseño y la ejecución de la actividad práctica.

Diseño

El diseño del taller práctico tuvo como objetivo evaluar la calidad en uso del software de aprendizaje en línea mediante la interacción directa de los estudiantes con la plataforma, considerando las características de eficacia, eficiencia y satisfacción definidas en la norma ISO/IEC 25010.

Para ello, se establecieron cuatro objetivos específicos que los participantes debían cumplir durante la actividad práctica, véase la Tabla 43.

Tabla 43. Objetivos y tareas del taller

Nro.	Objetivos	Tareas
1	Registrarse en la plataforma e iniciar sesión	Registro Inicio de sesión
2	Ingresar a un curso utilizando el código de inscripción	Ingresar al módulo de cursos Inscribirse al curso Ingresar al curso
3	Resolver la evaluación diagnóstica	Empezar la evaluación de diagnóstico Contestar las preguntas Usar el teclado matemático Completar la evaluación y generar su ruta de aprendizaje
4	Completar los ejercicios interactivos	Resolver los ejercicios interactivos Subir su progreso en el ranking de la clase

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Encuesta SUS

La System Usability Scale (SUS) se utilizó para evaluar la percepción de usabilidad del software [62]. Este instrumento consta de un cuestionario de 10 ítems con una escala de respuesta de cinco puntos, que alternan entre enunciados positivos y negativos. Los participantes califican su nivel de acuerdo o desacuerdo, donde 1 representa “totalmente en desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo” [64]; véase Tabla 44.

Tabla 44. Encuesta SUS aplicada en el software de aprendizaje en línea.

Código	Enunciado
P1	Creo que me gustaría usar este sistema frecuentemente.
P2	Encuentro el sistema innecesariamente complejo.
P3	Creo que el sistema es fácil de usar.
P4	Creo que necesitaría ayuda de una persona técnica para poder usar este sistema.
P5	Encuentro que las diferentes funciones del sistema están bien integradas.
P6	Creo que hay demasiada inconsistencia en este sistema.
P7	Imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema rápidamente.
P8	Encuentro el sistema muy complicado de usar.
P9	Me siento confiado usando el sistema.

P10	Necesité aprender muchas cosas antes de poder usar este sistema.
------------	--

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la satisfacción del usuario, se consideró que las preguntas P1, P6 y P9 del cuestionario SUS estuvieron orientadas a medir la usabilidad percibida del sistema, mientras que las preguntas P2, P3, P4, P5, P7, P8 y P10 permitieron valorar la comodidad y facilidad de uso durante la interacción con la plataforma.

4.3. Validaciones estadísticas de los ejercicios de medición

4.3.1. Test de normalidad en el taller práctico de usabilidad

Para el análisis de los resultados obtenidos en el taller práctico aplicado a los estudiantes participantes en la evaluación del software de aprendizaje en línea (Anexo B), se verificó si las variables recolectadas: tareas completadas, objetivos alcanzados y tiempo de ejecución de la evaluación diagnóstica, seguían una distribución normal.

Esta verificación constituye un paso previo indispensable para determinar el tipo de pruebas estadísticas a aplicar en los análisis posteriores, ya que la selección entre métodos paramétricos o no paramétricos depende directamente de la naturaleza de la distribución de los datos.

Con este propósito, se aplicó la prueba de normalidad Shapiro–Wilk, siendo esta especialmente adecuada para muestras pequeñas o medianas como la del presente estudio ($n = 17$).

Las hipótesis planteadas fueron:

- **H₀**: Los datos siguen una distribución normal.
- **H₁**: Los datos no siguen una distribución normal.

Bajo el criterio estadístico:

- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ se rechaza H_0 (no hay normalidad).
- Si $p > 0.05 \rightarrow$ no se rechaza H_0 (hay indicios de normalidad).

Los resultados obtenidos evidenciaron valores de $p < 0.05$ en las variables analizadas, lo que implica el rechazo de la hipótesis nula de normalidad. Por tanto, se concluye que los datos no presentan una distribución normal, justificando el uso de pruebas estadísticas no paramétricas en los análisis posteriores. Los valores se observan en la Tabla 45.

Tabla 45. Resultados del test de normalidad Shapiro-Wilk

Shapiro–Wilk			
Variable	W de Shapiro-Wilk	gl	p-valor
Tareas Completadas	0.764	17	< 0.001
Objetivos alcanzados	0.780	17	.001
Tiempo de evaluación (segundos)	0.697	17	< 0.001

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Test de fiabilidad de la encuesta SUS

Para evaluar la consistencia interna del cuestionario de usabilidad System Usability Scale (SUS), adjunto en el Anexo C, se calculó el coeficiente estadístico Alfa de Cronbach a partir de las respuestas obtenidas de los estudiantes participantes en la evaluación del software de aprendizaje en línea.

Un valor alto del coeficiente alfa de Cronbach indica que las respuestas de los participantes presentan coherencia entre sí y que los ítems del cuestionario miden un mismo constructo, lo que respalda la fiabilidad del instrumento. Por el contrario, un valor bajo sugiere que uno o más ítems no se encuentran alineados con la dimensión que se pretende evaluar, generando dispersión en las respuestas y reduciendo la consistencia interna del cuestionario [70]. Como criterio general, valores iguales o superiores a 0,70 son considerados aceptables en estudios aplicados [71].

El valor obtenido del alfa de Cronbach fue $\alpha = 0.801$, como se ve en la Tabla 46, lo cual se considera bueno para estudios aplicados, indicando que los ítems del instrumento presentan una adecuada consistencia interna y permiten medir de forma confiable el constructo de usabilidad del software.

Tabla 46. Resultados de test de fiabilidad de la encuesta SUS

Alfa de Cronbach	Número de ítems
0.801	10

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Evaluación del modelo de calidad de uso

Para evaluar el modelo de calidad en uso, primero se tabuló los datos obtenidos de la ejecución del taller práctico (Anexo B) y la encuesta SUS (Anexo C); luego se aplicó las métricas establecidas en la Tabla 42.

4.4.1. Eficacia

Según la norma ISO/IEC 25010, la eficacia evalúa la precisión y completitud con la que los usuarios alcanzan sus objetivos [61].

Tareas completadas

Utilizamos la siguiente formula:

$$x = \frac{A}{B}$$

donde:

A: Número de tareas completadas por los usuarios.

B: Número total de tareas asignadas.

Considerando que se asignaron 11 tareas para cada usuario, tenemos un total de 187 tareas, y que los estudiantes completaron satisfactoriamente un total de 127 tareas, obtenemos lo siguiente:

$$x = \frac{127}{187} = 0,679$$

Lo que significa que el 67,9% de las tareas asignadas fueron completadas satisfactoriamente.

Objetivos logrados

Cada usuario tenía 4 objetivos y cada objetivo tiene varias tareas para completar, ver Tabla 42.

Utilizamos la siguiente formula:

$$x = \frac{A}{B}$$

donde:

A: Número de objetivos completados por los usuarios.

B: Número total de objetivos asignados.

Considerando que se asignaron 4 tareas para cada usuario, tenemos un total de 68 objetivos, y que los estudiantes completaron satisfactoriamente un total de 46 objetivos, obtenemos lo siguiente:

$$x = \frac{46}{68} = 0,676$$

Lo que significa que el 67,6% de los objetivos asignados fueron completados satisfactoriamente.

Tarea sin errores

Utilizamos la siguiente formula:

$$x = 1 - \frac{A}{B}$$

donde:

A: Número de errores cometidos durante la realización de las tareas.

B: Número total de tareas.

Se registraron 17 errores en total sobre las 186 tareas, obteniendo lo siguiente:

$$x = 1 - \frac{17}{186} = 0,90$$

Esto significa que el 90% de las tareas fueron completadas de manera satisfactoria, sin errores.

4.4.2. Eficiencia

Según la norma ISO/IEC 25010, la eficiencia mide los recursos utilizados en relación con la precisión y completitud de los resultados obtenidos por los usuarios [61].

Tiempo de tarea

Utilizamos la siguiente formula:

$$x = \frac{A}{B}$$

donde:

A: Tiempo registrado por un usuario experto al realizar la evaluación de diagnóstico.

B: Tiempo registrado por un usuario normal al realizar la evaluación de diagnóstico.

La fórmula se le aplicó a cada uno de los usuarios que usaron el software y luego se realizó un promedio con todos los usuarios que realizaron la evaluación de diagnóstico, excluyendo a usuarios que no la realizaron por diversos motivos; como resultado se alcanzó 0,629344463. Lo cual representa un 62,93% de eficiencia en la realización de la evaluación de diagnóstico.

Eficiencia del tiempo

Utilizamos la siguiente formula:

$$x = \frac{A}{B}$$

donde:

A: Tiempo registrado por un usuario experto al completar un objetivo.

B: Tiempo registrado por un usuario normal al completar un objetivo.

La fórmula se le aplicó a cada uno de los usuarios que usaron el software y luego se realizó un promedio con todos los usuarios que realizaron la evaluación de diagnóstico, excluyendo a usuarios que no la realizaron por diversos motivos. Dado que el objetivo de realizar la evaluación de diagnóstico es el mismo que la subcaracterística anterior, tenemos como resultado 0,629344463. Lo cual representa un 62,93% de eficiencia al realizar este objetivo.

4.4.3. Satisfacción

Según la norma ISO/IEC 25010, la satisfacción analiza el grado de comodidad y aceptabilidad del sistema desde la perspectiva del usuario [61]. En este contexto, el cuestionario SUS permite medir la satisfacción del usuario al usar el software de aprendizaje en línea con una alta fidelidad.

Utilidad

Para el cálculo de la utilidad se establecieron pesos en cada una de las respuestas de la escala Likert, como se observa a continuación en la Tabla 47.

Tabla 47. Pesos de las respuestas SUS

Escala	Respuesta	Peso
5	Totalmente de acuerdo	1
4	De acuerdo	0,8
3	Neutral	0,6
2	En desacuerdo	0,4
1	Muy en desacuerdo	0,2

Fuente: Elaboración Propia

Se consideraron los ítems P1, P6 y P9 del cuestionario System Usability Scale (SUS), por estar directamente relacionados con la percepción de utilidad del software de aprendizaje en línea. En el caso del ítem P6, al presentar una orientación inversa respecto a los demás, se invirtió su escala de respuesta con el fin de mantener la coherencia en la evaluación del constructo.

Posteriormente, las respuestas fueron cuantificadas y ponderadas según la metodología establecida para el instrumento SUS, obteniéndose los valores que se presentan en la Tabla 48.

Tabla 48. Resultados de la encuesta SUS - Utilidad

Pregunta	R1	R2	R3	R4	R5	Total
P1	1	0	5	6	5	13 de 17
P6	1	2	2	6	6	13 de 17
P9	1	0	6	7	3	12.4 de 17
Promedio						12.8 de 17

Fuente: Elaboración Propia

Utilizamos la siguiente fórmula:

$$x = \frac{A}{B}$$

donde:

A: Número de usuarios que perciben útil el software.

B: número de usuarios total.

Reemplazando el valor de A con el promedio de los totales que se observan en la Tabla 48, tenemos el siguiente valor:

$$x = \frac{12.8}{17} = 0,752$$

Como resultado tenemos 0.752, lo cual indica que el 75.2% de los usuarios que usaron el software de aprendizaje en línea lo consideran útil.

Confianza

Utilizamos la siguiente formula:

$$x = 1 - \frac{A}{B}$$

donde:

A: Número de personas que realizaron reclamos durante el taller; si el reclamo es el mismo, solo se lo considera a una persona.

B: número total de usuarios encuestados.

Se registraron 2 usuarios que realizaron reclamo u observaciones. Aplicamos la fórmula y se obtiene lo siguiente:

$$x = 1 - \frac{2}{17} = 0,8823$$

Como resultado obtenemos 0.8823, lo cual indica que el 88.23% demostró confianza en el software durante el taller.

Comodidad

Las preguntas de la encuesta SUS que sirvió para recolectar datos de medición fueron: P2, P4, P8 y P10. Al tratarse de preguntas pares, se invierten para mantener una coherencia en la escala de valoración, como se observa en la Tabla 49.

Tabla 49. Resultados de la encuesta SUS - Comodidad

Pregunta	R1	R2	R3	R4	R5	Total
P2	0	4	5	2	6	12.2 de 17
P4	1	1	1	6	8	14 de 17
P8	1	1	2	5	8	13.8 de 17
P10	0	3	1	3	10	14.2 de 17
Promedio						13.55 de 17

Fuente: Elaboración Propia

Utilizamos la siguiente formula:

$$x = \frac{A}{B}$$

donde:

A: Número de usuarios que sienten comodidad al usar el software.

B: número de usuarios total.

Reemplazando el valor de A con el promedio de los totales que se observan en la Tabla 48, tenemos el siguiente valor:

$$x = \frac{13.55}{17} = 0,7970$$

Como resultado tenemos 0.7970, lo cual indica que el 79.10% de los usuarios que usaron el software de aprendizaje en línea se sintieron cómodos al usar el aplicativo.

4.5. Resultados del modelo de calidad de uso

En la Tabla 50 se muestran los resultados de cada una de las características, subcaracterísticas y el nivel de calidad en uso total del software de aprendizaje en línea.

Tabla 50. Resultados del modelo de calidad de uso

Tabla de resultados						
Característica	Subcaracterísticas	Peso de característica	Peso de Subcaracterísticas	Medición	Resultado	Resultado Característica
Eficacia	Tareas Completadas	42%	16%	0.67	10.72%	30.44%
	Objetivos logrados		16%	0.67	10.72%	
	Tarea sin errores		10%	0.90	9%	
Eficiencia	Tiempo de tareas	32%	16%	0.62	9.92%	19.84%
	Eficiencia de tiempo		16%	0.62	9.92%	
Satisfacción	Utilidad	26%	10%	0.75	7.5%	20.86%
	Confianza		8%	0.88	7.04%	
	Comodidad		8%	0.79	6.32%	
Total		100%	100%			71.14%

Fuente: Elaboración Propia

El resultado final de la evaluación del modelo de calidad en uso dio como resultado un 71.14%, lo que quiere decir que la calidad en uso del software de aprendizaje en línea está dentro del rango objetivo y es satisfactoria según lo establecido en la norma ISO/IEC 25010, confirmando que el software cumple de manera satisfactoria las características de eficacia, eficiencia y satisfacción de los usuarios. La Figura 75 muestra el rango en el que se encuentra el aplicativo.

Resultado global de calidad en uso – Software de aprendizaje en línea

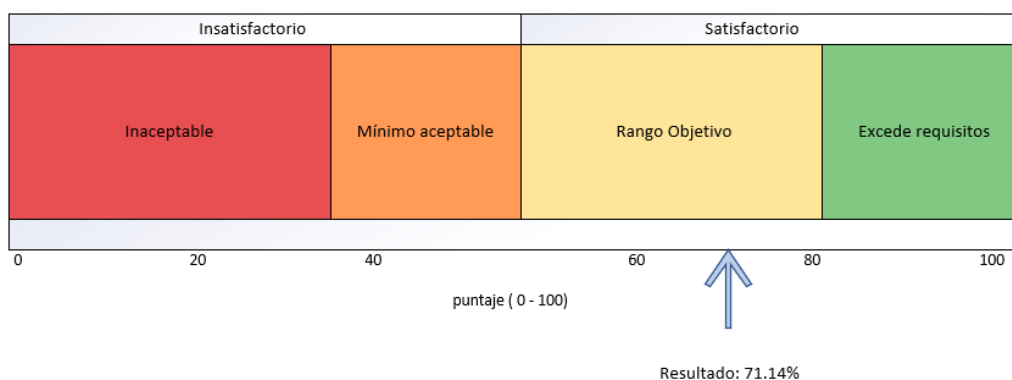


Figura 75. Calidad en uso del software de aprendizaje en línea. Fuente: basado en (ISO 25000, 2015)

CONCLUSIONES

Se logró desarrollar un software de aprendizaje en línea con funcionalidades de contenido adaptativo, cumpliendo con el objetivo principal de este trabajo de integración curricular. El sistema fue implementado tomando como base la Knowledge Space Theory (KST), permitiendo adaptar el contenido educativo en función de los conocimientos previos de cada estudiante, específicamente para la Facultad de Ciencias Aplicadas (FICA).

La implementación de la KST demostró ser una herramienta efectiva para identificar las debilidades y fortalezas de los estudiantes. A través de una evaluación diagnóstica inicial, el software generó rutas de aprendizaje personalizadas que se centraron en los temas no dominados, mejorando así la experiencia formativa y enfocando los esfuerzos del estudiante en sus necesidades reales.

La aplicación de la metodología ágil SCRUM facilitó una gestión eficiente del proyecto, permitiendo dividir el desarrollo en iteraciones planificadas, entregar avances constantes y realizar mejoras basadas en retroalimentación continua. Esta metodología contribuyó significativamente a cumplir con los plazos y adaptarse a los requerimientos funcionales y técnicos del sistema.

Las pruebas realizadas con estudiantes permitieron validar la funcionalidad del software en un entorno real. Los resultados obtenidos evidencian que el sistema es comprensible, accesible y útil como herramienta de apoyo para el aprendizaje, especialmente para estudiantes de nuevo ingreso que necesitan reforzar conceptos básicos de matemáticas.

El principal aporte de este trabajo es el desarrollo de una herramienta tecnológica que combina pedagogía y tecnología, facilitando el aprendizaje personalizado a través de una propuesta no tradicional. Este software podría convertirse en un apoyo efectivo en el rendimiento académico en los cursos de nivelación, contribuyendo al mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en la FICA.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de plataformas de gestión de proyectos como Azure DevOps para planificar y organizar los Sprints, asignar tareas y dar seguimiento al avance del desarrollo. Estas herramientas permiten una mayor visibilidad del progreso, facilitan la colaboración del equipo y ayudan a cumplir con los plazos establecidos de manera más eficiente y estructurada, especialmente en proyectos que siguen metodologías ágiles como SCRUM.

Se recomienda dar seguimiento al desarrollo del software mediante nuevas versiones que incorporen mejoras funcionales, retroalimentación de los usuarios y avances tecnológicos. Además, este proyecto puede servir como base para futuras investigaciones en áreas como la inteligencia artificial aplicada al aprendizaje personalizado, la gamificación de contenidos educativos o la evaluación automática del conocimiento, con el fin de fortalecer aún más la calidad del proceso educativo en entornos virtuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Comisión Permanente de Evaluación de Carreras, “MODELO GENÉRICO DE EVALUACIÓN DEL ENTORNO DE APRENDIZAJE DE CARRERAS EN ECUADOR”, Quito, Ecuador, 2017.
- [2] D. Imbaquingo, “INFORME TASA DE TITULACIÓN DE LA FICA 2024,” Ibarra, Ecuador, Nov. 2024.
- [3] W. de Vries, P. León, J. Romero, and I. Hernández, “¿Desertores o decepcionados? Distintas causas para abandonar los estudios universitarios,” *Revista de la Educación Superior*, pp. 22–49, Dec. 2011. Accessed: Nov. 05, 2024. [Online]. Available: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602011000400002&lng=es&nrm=iso. ISSN 0185-2760
- [4] Dr. Lohans Kumar Kalyani, “The Role of Technology in Education: Enhancing Learning Outcomes and 21st Century Skills,” *International Journal of Scientific Research in Modern Science and Technology*, vol. 3, no. 4, pp. 05–10, Apr. 2024, doi: 10.59828/IJSRMST.V3I4.199.
- [5] J.-P. Doignon and J.-C. Falmagne, “Knowledge Spaces and Learning Spaces,” Nov. 2015.
- [6] M. F. Contrino, M. Reyes-Millán, P. Vázquez-Villegas, and J. Membrillo-Hernández, “Using an adaptive learning tool to improve student performance and satisfaction in online and face-to-face education for a more personalized approach,” *Smart Learning Environments*, vol. 11, no. 1, p. 6, 2024, doi: 10.1186/s40561-024-00292-y.
- [7] I. C. Chahine and M. Grinshpon, “Uso de la teoría del espacio de conocimiento para delinear rutas críticas de aprendizaje en cálculo,” *Volumen 19, Número 3, Páginas 123 - 148*, vol. 19, no. 3, pp. 123–148, Mar. 2020, doi: 10.26803/ijlter.19.3.8.
- [8] C. Carvajal, “Diseño de un software educativo para el aprendizaje del sistema de dos ecuaciones lineales en el estudiantado de Primero de Bachillerato General Unificado,” Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2024. Accessed: Nov. 05, 2024. [Online]. Available: <https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/33262>
- [9] A. Rubio and D. Andrade, “Desarrollo de un software educativo para el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado para estudiantes de segundo de bachillerato general unificado,” Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2023.
- [10] E. Morocho, “Desarrollo de los módulos e-learning y evaluaciones como componentes del entorno virtual de aprendizaje integrado (EVAI) para la empresa IEREC,” Universidad Técnica del Norte, Quito, Ecuador, 2022.

Accessed: Nov. 05, 2024. [Online]. Available:
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12678>

- [11] D. Carrillo, “Simulador de movimiento parabólico empleando el software GeoGebra para la enseñanza – aprendizaje de la física en la Unidad Educativa Ibarra,” Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2024. Accessed: Nov. 05, 2024. [Online]. Available:
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15453>
- [12] D. Ibarra-Corona, A. Escudero-Nahón, M. Ibarra Corona, and J. A. Vargas-Díaz, *Análisis Crítico al Concepto de “Software Educativo”: una Cartografía Conceptual*. 2021.
- [13] K. Maldonado Zuñiga, R. Vera Velázquez, L. M. Ponce Delgado, and F. J. Tóala Arias, “SOFTWARE EDUCATIVO Y SU IMPORTANCIA EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE,” *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*. ISSN 2602-8166, vol. 4, no. 1, pp. 123–130, May 2020, doi: 10.47230/UNESUM-CIENCIAS.V4.N1.2020.211.
- [14] A. H. Navarro Huaranga, G. del S. Raggio Ramirez, H. W. Ruiz Bringas, and E. Grados Zavala, “Software educativo en el aprendizaje de los estudiantes universitarios,” *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, vol. 6, no. 25, pp. 1375–1385, Sep. 2022, doi: 10.33996/REVISTAHORIZONTES.V6I25.419.
- [15] J. S. M. Cundú and G. M. Pelayos, “Software educativo o recurso educativo,” *VARONA*, vol., no. 67, p. undefined, 2018, Accessed: Dec. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/3606/360671782014/html/>
- [16] C. D. Oscullo Chumaña, “Desarrollo de un software educativo para el aprendizaje de productos notables en los estudiantes de 1ro de EGB de la Institución Educativa Pomasqui en el periodo 2021 – 2022.,” 2022, *Quito : UCE, Quito, Ecuador*. [Online]. Available:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26685>
- [17] B. Gros, “Del Software Educativo a Educar Con Software,” ... *publicado en el número monográfico de la ...*, Jan. 2000, Accessed: Jan. 08, 2025. [Online]. Available:
https://www.academia.edu/270791/Del_Software_Educativo_a_Educar_Con_Software
- [18] J. L. Roalcaba Caro and J. P. Soplapuco Montalvo, “El software educativo como estrategia didáctica en matemática,” *Revista Tecnológica Ciencia y Educación Edwards Deming*, vol. 5, no. 1, pp. 48–56, Jul. 2021, doi: 10.37957/ED.V5I1.69.
- [19] M. Ledo, R. Dopico, and G. Hernández, “Sistemas de gestión del aprendizaje,” *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, vol. 28, pp. 603–615, Sep. 2014.
- [20] M. A. Cajamarca-Correa, A. L. Cangas-Cadena, S. E. Sánchez-Simbaña, and A. G. Pérez-Guillermo, “Nuevas tendencias en el uso de recursos y herramientas de la Tecnología Educativa para la Educación Universitaria,” *Journal of Economic*

- and *Social Science Research*, vol. 4, no. 3, pp. 127–150, Jul. 2024, doi: 10.55813/GAEA/JESSR/V4/N3/124.
- [21] M. M. Sánchez Vera, “Los desafíos de la Tecnología Educativa,” *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, pp. 1–5, Jun. 2023, doi: 10.6018/RIITE.572131.
 - [22] F. J. García Peñalvo, “Software educativo: evolución y tendencias,” *Aula: Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca*, ISSN 0214-3402, Nº 14, 2002, págs. 19-29, no. 14, pp. 19–29, 2002, Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2259042&info=resumen&idoma=SPA>
 - [23] J. Cuantindioy Imbachí, L. González Palacio, J. D. Muñoz Realpe, and I. Díaz Cardona, “Plataformas virtuales de aprendizaje: Análisis desde su adaptación a estilos de aprendizaje,” *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 2, pp. 458–501, 2019, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29063446026>
 - [24] E. Ascheri, R. Pizarro, G. Astudillo, P. García, and M. E. Culla, “Software educativo en línea para la enseñanza y el aprendizaje de temas de Cálculo Numérico,” *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, vol. 14, no. 2, Mar. 2014, doi: 10.18845/RDMEI.V14I2.1662.
 - [25] E. Krelja Kurelovic, “Advantages and Limitations of Usage of Open Educational Resources in Small Countries,” *International Journal of Research in Education and Science*, vol. Volume 2, pp. 136–142, Jan. 2016, doi: 10.21890/ijres.92299.
 - [26] W. David and K. P. Extension, “Adaptive Learning Technologies: Customizing Education to Individual Needs,” vol. 3, pp. 1–6, Aug. 2024.
 - [27] M. F. Contrino, M. Reyes-Millán, P. Vázquez-Villegas, and J. Membrillo-Hernández, “Using an adaptive learning tool to improve student performance and satisfaction in online and face-to-face education for a more personalized approach,” *Smart Learning Environments*, vol. 11, no. 1, pp. 1–24, Dec. 2024, doi: 10.1186/S40561-024-00292-Y/FIGURES/7.
 - [28] B. Ross, A. M. Chase, D. Robbie, G. Oates, and Y. Absalom, “Adaptive quizzes to increase motivation, engagement and learning outcomes in a first year accounting unit,” *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 15, no. 1, Dec. 2018, doi: 10.1186/S41239-018-0113-2.
 - [29] E. Cosyn, H. Uzun, C. Doble, and J. Matayoshi, “A practical perspective on knowledge space theory: ALEKS and its data,” *J. Math. Psychol.*, vol. 101, p. 102512, Apr. 2021, doi: 10.1016/J.JMP.2021.102512.
 - [30] D. McCreary, “Lost in [Knowledge] Space. A Knowledge Space is your status in a... | by Dan McCreary | Medium.” Accessed: Jan. 14, 2025. [Online]. Available: <https://dmccreary.medium.com/lost-in-knowledge-space-14be123ea083>

- [31] J. P. Doignon and J. C. Falmagne, “Knowledge Spaces and Learning Spaces,” *New Handbook of Mathematical Psychology*, vol. 1, pp. 274–321, Nov. 2015, doi: 10.1017/9781139245913.006.
- [32] J. Calderón, W. Romero, E. Cedeño Palma, D. Zambrano, and G. Coterá, “El Frontend. Diseño web adaptativo y diseño web responsivo para el desarrollo de aplicaciones web,” *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, vol. 6, pp. 79–95, Jul. 2022, doi: 10.33936/isrtic.v6i1.4625.
- [33] “MDN Web Docs.” Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/>
- [34] “Quick Start – React.” Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://react.dev/learn>
- [35] Y. Xing, J. Huang, and Y. Lai, *Research and Analysis of the Front-end Frameworks and Libraries in E-Business Development*. 2019. doi: 10.1145/3313991.3314021.
- [36] A. Sharan, “React Virtual DOM Explained in Plain English - DEV Community.” Accessed: Jan. 14, 2025. [Online]. Available: <https://dev.to/adityasharan01/react-virtual-dom-explained-in-simple-english-10j6>
- [37] Tailwind CSS, “Tailwind CSS - Rapidly build modern websites without ever leaving your HTML.” Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: <https://tailwindcss.com/>
- [38] F. Rifandi, T. Adriansyah, and R. Kurniawati, “Website Gallery Development Using Tailwind CSS Framework,” *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 6, pp. 205–214, Dec. 2022, doi: 10.37339/e-komtek.v6i2.937.
- [39] S. Hoffman, “UI Design Patterns: Solutions for Usability " raidboxes®.” Accessed: Jan. 04, 2025. [Online]. Available: <https://blog.raidboxes.io/en/webdesign-development/ui-patterns/#was-sind-ui-design-patterns>
- [40] C. Camarillo, G. Alor-Hernández, B. A. Olivares-Zepahua, L. Rodríguez, and S. Camarena, “Análisis comparativo de patrones de diseño de interfaz de usuario para el desarrollo de aplicaciones educativas,” *Research in Computing Science*, vol. 126, pp. 31–41, Dec. 2016, doi: 10.13053/rcs-126-1-3.
- [41] S. Graciela, P. Ibarra, R. Quispe, F. F. Mullicundo, D. A. Lamas, and L. Presente, “Herramientas y tecnologías para el desarrollo web desde el FrontEnd al BackEnd,” *XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, no. December, pp. 963–968, 2021, Accessed: Jan. 05, 2025. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120476>
- [42] M. Montávez Sánchez, “Arquitectura de programación web: backend.,” Sep. 2024, Accessed: Jan. 05, 2025. [Online]. Available: <http://crea.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/24482>

- [43] “Welcome to Flask — Flask Documentation (3.1.x).” Accessed: Feb. 05, 2026. [Online]. Available: <https://flask.palletsprojects.com/en/stable/>
- [44] M. Grinberg, “Flask Web Development: Developing Web Applications with Python. 2nd ed. O’Reilly Media,” *O’Reilly Media, Inc.*, vol. 17, pp. 72–83, May 2014.
- [45] W. Walecha, “Application of Flask with Python,” *International journal of advances in engineering and management (IJAEM)*, vol. 3, no. 6, p. 1665, 2021, doi: 10.35629/5252-030616651669.
- [46] “Flask Security Checklist | Compile N Run.” Accessed: Feb. 05, 2026. [Online]. Available: <https://www.compilenrun.com/docs/framework/flask/flask-best-practices/flask-security-checklist/>
- [47] “How would you secure a Flask application from common web vulnerabilities (XSS, CSRF, SQL Injection)?” Accessed: Feb. 05, 2026. [Online]. Available: <https://fullstackpythontrainingcourse.blogspot.com/2025/09/how-would-you-secure-flask-application.html>
- [48] Python Software Foundation, “What is Python? Executive Summary | Python.org.” Accessed: Jan. 06, 2025. [Online]. Available: <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>
- [49] J. D. Chimarro-Amaguaña, F. A. Chuqui-Barriga, D. P. Guamán-Cullispuma, and C. I. Quishpe-Farinango, “El auge exponencial del lenguaje Python en el desarrollo tecnológico,” *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249.*, vol. 6, no. 12, pp. 240–256, Jul. 2023, [Online]. Available: <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/152>
- [50] A. Rayhan, *The Rise of Python: A Survey of Recent Research*. 2023. doi: 10.13140/RG.2.2.27388.92809.
- [51] E. Tania, “Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía,” *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, vol. 24, pp. 325–341, Jan. 2000.
- [52] M. J. Fernández Iglesias, *Pequeña introducción a las bases de datos*. 2023. doi: 10.13140/RG.2.2.13924.65925.
- [53] L. A. Saltos Pérez, “Estudio comparativo entre bases de datos relacional y no relacional,” 2022, Accessed: Jan. 07, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11669>
- [54] The PostgreSQL Global Development Group, “PostgreSQL: About.” Accessed: Jan. 07, 2025. [Online]. Available: <https://www.postgresql.org/about/>
- [55] J. Chavez, “Fundamentos De Postgresql,” *ResearchGate*, no. November, pp. 1–166, 2019, Accessed: Jan. 07, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/337448481_FUNDAMENTOS_DE_POSTGRESQL

- [56] “Introducing the Model and SQLAlchemy,” *The Definitive Guide to Pylons*, pp. 127–163, Jan. 2009, doi: 10.1007/978-1-4302-0534-0_7.
- [57] N. M. M. López, “PERSPECTIVAS DE USABILIDAD: FACTOR IMPORTANTE PARA SER CONSIDERADO EN LOS SITIOS WEB GUBERNAMENTALES DEL ESTADO DE OAXACA,” *RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática*, vol. 3, no. 6, pp. 91–120, 2014, Accessed: Jan. 07, 2025. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637967189002>
- [58] V. L. Chimarro Chipantiza, B. E. Mazón Olivo, and J. J. Cartuche Calva, “La usabiliad en el desarrollo de software,” vol. 18, p. 125, 2014, Accessed: Jan. 07, 2025. [Online]. Available: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6878>
- [59] F. Salazar, C. Manosalvas, N. Rodríguez, and P. Landeta-López, “Análisis de la eficiencia de desempeño en aplicaciones de Realidad Aumentada utilizando la normativa ISO/IEC/25010,” Jan. 2020.
- [60] J. Andrés, J. Paz, M. Yicel, M. Gómez, and S. Rosas, “Systematic analysis of ISO 25010 information as a basis for implementation in a software testing laboratory at the Cooperative University of Colombia Headquarters Popayán,” Sep. 2017.
- [61] D. C. Mex-Alvarez, L. M. Hernández-Cruz, C. E. Uc-Rios, and J. R. Cab-Chan, “Análisis de usabilidad web a través de métricas estandarizadas y su aplicación práctica en la plataforma SAEFI,” *Revista de Tecnologías Computacionales*, pp. 15–24, Sep. 2019, doi: 10.35429/JOCT.2019.9.3.15.24.
- [62] M. Rohandi, N. Husain, and I. W. Bay, “Usability testing of intensive course mobile application using the usability scale system,” *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 13, no. 3, pp. 252–258, Dec. 2021, doi: 10.33096/ILKOM.V13I3.821.252-258.
- [63] J. R. Lewis, “The System Usability Scale: Past, Present, and Future,” *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, vol. 34, no. 7, pp. 577–590, Jul. 2018, doi: 10.1080/10447318.2018.1455307.
- [64] M. D. R. Sevilla-Gonzalez *et al.*, “Spanish Version of the System Usability Scale for the Assessment of Electronic Tools: Development and Validation,” *JMIR Hum. Factors*, vol. 7, no. 4, p. e21161, Dec. 2020, doi: 10.2196/21161.
- [65] J. Michael, M. Herrera, E. Fabian, M. Naranjo, G. Rubén, and T. Acosta, “Desarrollo de un software educativo para la enseñanza y aprendizaje de matemática en estudiantes con discapacidad intelectual leve en Educación General Básica,” 2024, *Universidad Central del Ecuador*. Accessed: Dec. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/33893>
- [66] W. X. León Illescas and A. S. Ortiz Aguirre, “Desarrollo de un software educativo para el aprendizaje de ecuaciones cuadráticas en estudiantes del Bachillerato General Unificado,” 2023, *Universidad Central del Ecuador*. Accessed: Dec. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/32794>

- [67] C. G. Cruz Ortega, “Desarrollo de un software educativo para el aprendizaje de las funciones trigonométricas en el estudiantado de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Cotogchoa en el año 2021-2022,” 2022, *Quito : UCE*. Accessed: Dec. 17, 2024. [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27909>
- [68] A. Steven Pacheco Gallegos Fernando Daniel Yanza Tinizhañay Tutor and G. Rubén Terán Acosta, “Desarrollo de un software educativo online para el aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniforme en el estudiantado de Bachillerato,” 2023, *Quito : UCE*. Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/31562>
- [69] B. Jaradat and G. Weheba, “A PRACTICAL GUIDE TO ISO 25022: MEASUREMENT OF SOFTWARE QUALITY IN-USE,” *Journal of Management and Engineering Integration*, vol. 17, no. 1, pp. 47–54, Jun. 2024, doi: 10.62704/10057/28085.
- [70] L. J. Cronbach, “Coefficient alpha and the internal structure of tests,” *Psychometrika*, vol. 16, no. 3, pp. 297–334, Sep. 1951, doi: 10.1007/BF02310555.
- [71] R. T. Tobar *et al.*, “Análisis empírico del Coeficiente Alfa de Cronbach según opciones de respuesta, muestra y observaciones atípicas,” *Revista iberoamericana de diagnóstico y evaluación psicológica*, ISSN 1135-3848, ISSN-e 2183-6051, Vol. 2, N° 63, 2022, págs. 17-30, vol. 2, no. 63, pp. 17–30, 2022, doi: 10.21865/RIDEP63.2.02.

Anexos

Anexo A: Inscripciones de los estudiantes y su progreso en el curso

MR	Mateo Recalde emrecalde@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	...
ES	ESTEFANIA Salgado egsalgadom@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	...
AI	Aaron Imbaquingo aaimbaquingof@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	...
JS	Jordan Salcedo jsalcedoc@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	...
JV	Jose Vallejos jose.martinv3@gmail.com	ACTIVO	0.01%	4/2/2026	...
NE	Nathaly España neespanac@utn.edu.ec	ACTIVO	11.11%	4/2/2026	...
SP	Stiven Pusedá pusdaestiven@gmail.com	ACTIVO	11.11%	4/2/2026	...
LF	Luis Miguel Fierro Mendoza lmfierrom@utn.edu.ec	ACTIVO	44.44%	4/2/2026	...
DM	Dennis Mejia damejiaj@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	...
JD	Jonathan Díaz jonatanmcs60@gmail.com	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	...
DM	Diego Montesdeoca damontesdeocat@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	4/2/2026	...
DR	David Romero edromerog@utn.edu.ec	ACTIVO	33.33%	4/2/2026	...
JH	Jhordan Huera jmhuera@utn.edu.ec	ACTIVO	11.11%	4/2/2026	...
SC	Said Cotacachi oscotacachi@utn.edu.ec	ACTIVO	33.33%	4/2/2026	...
JA	Jordan Arcos jjarcos@utn.edu.ec	ACTIVO	0.00%	5/2/2026	...
JR	Juan Andres Rincon Gutierrez jarincong@utn.edu.ec	ACTIVO	11.11%	5/2/2026	...
DC	Daniel Alejandro Carranco Yépez dacarrancoy@utn.edu.ec	ACTIVO	0.01%	5/2/2026	...

ANEXO B: Tabulación del taller

Eficacia					Eficiencia		
Id	Tareas asignadas	Tareas completadas	Objetivos completados	Errores	Tiempo de la Evaluación	Objetivos alcanzados	Nro. de quejas
1	11	9	81%	1	00:16:06.021131	3	1
2	11	9	81%	1	00:26:09.594528	3	1
3	11	5	45%	1	00:00:00.000000	2	1
4	11	11	100%	1	00:11:29.542828	4	1
5	11	9	81%	1	00:06:24.320381	3	1
6	11	11	100%	1	00:50:50.578496	4	1
7	11	5	45%	1	00:00:00.000000	2	1
8	11	5	45%	1	00:00:00.000000	2	1
9	11	5	45%	1	00:00:00.000000	2	1
10	11	11	100%	1	00:16:46.123945	4	1
11	11	9	81%	1	00:14:05.815749	3	1
12	11	9	81%	1	00:01:37.844589	3	1
13	11	9	81%	1	00:02:20.171625	3	1
14	11	5	45%	1	00:00:00.000000	2	1
15	11	5	45%	1	00:00:00.000000	2	1
16	11	5	45%	1	00:00:00.000000	2	1
17	11	5	45%	1	00:00:00.000000	2	1

Anexo C: Tabulación de encuestas SUS

Id	Facultad	Carrera	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1	FICA	Software	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4
2	FICA	Software	3	1	5	1	4	1	4	1	3	1
3	FICA	Software	3	1	5	2	4	1	5	1	4	1
4	FICA	Software	5	1	5	2	4	2	5	2	4	1
5	FICA	Software	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
6	FICA	Software	3	4	4	1	3	3	4	3	4	4
7	FICA	Software	3	3	4	2	3	2	3	2	3	1
8	FICA	Software	4	3	3	2	3	4	4	2	3	3
9	FICA	Software	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	FICA	Software	4	2	4	1	4	2	5	1	5	2
11	FICA	Software	5	4	4	3	4	3	5	2	4	1
12	FICA	Software	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
13	FICA	Software	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	FICA	Software	4	3	4	2	4	2	4	3	3	1
15	FICA	Software	4	3	4	1	4	1	3	1	3	1
16	FICA	Software	3	2	4	2	3	2	5	1	4	2
17	FICA	Software	4	3	3	1	4	2	3	2	3	2