



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD UISEK BUSINESS & DIGITAL SCHOOL

Trabajo de fin de carrera titulación:

**“APLICACIÓN DE LA ANALÍTICA DEL APRENDIZAJE
DE REGISTROS ACADÉMICOS DE ESTUDIANTES DE
EGB PARA EL DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA
MULTIMEDIA QUE ABORDE UN TEMA DE ALTO
IMPACTO EN MATEMÁTICAS”**

Realizado por:

ROSÁNGELES CARRIÓN FLORES

Director del proyecto:

PhD. JOE CARRIÓN

Requisito para la obtención del título de:

**INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN CON
ÉNFASIS EN CONTENIDOS INTERACTIVOS**

Quito, agosto del 2025

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, ROSÁNGELES CARRIÓN FLORES, con la cédula de identidad No. 1722905393, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.


Rosángelos Carrión Flores

C.C: 1722905393

DECLARATORIA

El presente Trabajo de investigación titulado:

**“APLICACIÓN DE LA ANALÍTICA DEL APRENDIZAJE DE
REGISTROS ACADÉMICOS DE ESTUDIANTES DE EGB
PARA EL DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA
MULTIMEDIA QUE ABORDE UN TEMA DE ALTO IMPACTO
EN MATEMÁTICAS”**

Realizado por:

ROSÁNGELES CARRIÓN FLORES

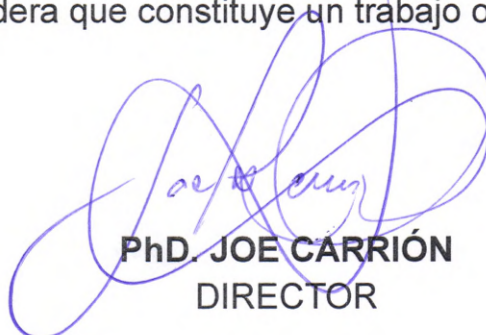
Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN CON
ÉNFASIS EN CONTENIDOS INTERACTIVOS**

Ha sido dirigido por el profesor:

PhD. JOE CARRIÓN

Quién considera que constituye un trabajo original de su autor



PhD. JOE CARRIÓN
DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES:

PhD. VIVIANA ELIZABETH CAJAS CAJAS

MSc. VERÓNICA ELIZABETH RODRIGUEZ ARBOLEDA

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral
ante el tribunal examinador.



PhD. Viviana Cajas



Ing. Verónica Rodríguez , MBA

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto y el esfuerzo puesto en el mismo a mis padres. Por haberme impulsado, ser mi motivación y mi ejemplo a seguir. Son la mejor inspiración que pude haber tenido para ser una mejor persona y una buena profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme compartir con mi familia y mis seres queridos este momento importante de mi vida.

Gracias a mis padres por todo su apoyo, paciencia y amor que me han brindado a lo largo de mi vida. Son un pilar fundamental en mi vida y les estoy muy agradecida por todas las oportunidades y ayuda que me han brindado durante esta etapa.

También, quiero agradecer a mis profesores, por todas las enseñanzas que me han sabido dar durante estos 4 años en la Universidad Internacional SEK.

RESUMEN

El proyecto se centra en la aplicación de la analítica del aprendizaje (LA) a registros académicos de estudiantes de Educación General Básica (EGB) para diseñar una unidad didáctica multimedia que aborde un tema de alto impacto en Matemáticas. El objetivo principal es mejorar la comprensión conceptual, el compromiso y, potencialmente, sus competencias para impactar positivamente en sus estudiantes.

El diagnóstico del problema reveló un bajo rendimiento persistente en Matemáticas en Ecuador, según las evaluaciones nacionales "Ser Estudiante" del INEVAL, con puntajes promedio por debajo del nivel "Elemental" (700 puntos). El análisis de registros académicos institucionales validó esta situación, identificando el noveno grado de EGB como el de menor rendimiento general en Matemáticas en el subnivel básico superior. Para identificar el tema de alto impacto, se realizó una encuesta a actores clave, que reveló a las "Fracciones" como un tema de alta vinculación y criticidad para el aprendizaje futuro. El análisis cualitativo de la encuesta destacó la necesidad de fortalecer las bases matemáticas fundamentales, mejorar la preparación docente, adoptar metodologías innovadoras y usar la tecnología de forma equilibrada.

En respuesta a estos hallazgos, se diseñó la unidad didáctica multimedia sobre el tema identificado, estructurada en cuatro módulos interconectados. Este diseño, basado en la malla curricular del Ministerio de Educación de Ecuador y una revisión bibliográfica sistemática, incorpora una variedad de recursos multimedia interactivos como presentaciones con texto, audio, imágenes personalizadas y modelos 3D, videos explicativos, juegos, objetos gamificados, y audios con ejemplos prácticos para contextualizar las fracciones. La unidad busca ser una herramienta dinámica para fortalecer el entendimiento de cómo enseñar temas específicos de manera efectiva a los docentes, teniendo un impacto socialmente relevante.

Palabras clave: Analítica del Aprendizaje, contenido multimedia, Matemáticas, unidad didáctica.

ABSTRACT

The project focuses on the application of learning analytics (LA) to academic records of General Basic Education (EGB) students to design a multimedia didactic unit that addresses a high-impact topic in Mathematics. The main objective is to improve conceptual understanding, engagement and, potentially, their competencies to positively impact their students.

Diagnosis of the problem revealed persistent low performance in Mathematics in Ecuador, according to INEVAL's "SER Estudiante" national assessments, with average scores below the "Elementary" level (700 points). The analysis of institutional academic records validated this situation, identifying the ninth grade of EGB as the one with the lowest overall performance in Mathematics in the upper basic sub-level. To identify the high impact topic, a survey was launched targeting key actors, which revealed "Fractions" as a topic of high linkage and criticality for future learning. The qualitative analysis of the survey highlighted the need to strengthen the mathematical foundations, improve teacher preparation, adopt innovative methodologies, and use technology in a balanced way.

In response to these findings, a multimedia didactic unit was designed on the identified topic, structured in four interconnected modules. This design, based on the curriculum of the Ministry of Education of Ecuador and a systematic literature review, incorporates a variety of interactive multimedia resources such as presentations with text, audio, personalized images and 3D models, explanatory videos, games, interactive artifacts, and audios with practical examples to contextualize fractions. The unit aims to be a dynamic tool to strengthen teachers' understanding of how to teach specific topics effectively and have a socially relevant impact.

Keywords: Didactic unit, Learning Analytics, Mathematics, multimedia content.

Tabla de Contenidos

Índice de Tablas	11
Índice de Figuras	12
Índice de Anexos	14
CAPÍTULO 1	15
1 Introducción.....	15
1.1 Planteamiento del problema	15
1.1.1 Diagnóstico del problema.....	16
1.1.2 Pronóstico	16
1.1.3 Control del pronóstico	17
1.2 Justificación	18
1.3 Metodologías	19
1.3.1 Fase 1: Aplicación de la analítica del aprendizaje (LA).....	20
1.3.2 Fase 2: Diseño de la unidad didáctica multimedia	23
1.3.3 Fase 3: Desarrollo de contenidos multimedia.....	25
1.4 Objetivos.....	27
1.4.1 Objetivo general	27
1.4.2 Objetivos específicos	28
CAPÍTULO 2	29
2 Marco teórico.....	29
2.1 Importancia de la educación	29
2.2 Papel de las Matemáticas en la educación.....	29
2.3 Estado del desempeño de las Matemáticas a nivel mundial.....	30
2.4 Estado del desempeño de las Matemáticas a nivel nacional	32
2.5 Analítica del aprendizaje en la educación	33
2.6 Papel de la unidad didáctica en la educación	35
2.7 Contenido multimedia en el contexto educativo	36
Justificación de marco teórico	38
CAPÍTULO 3	39
3 Aplicación de la analítica del aprendizaje	39
3.1 Rendimiento histórico a partir de los datos del INEVAL	39
3.1.1 Procesamiento inicial de las bases de datos.....	40
3.1.2 Análisis exploratorio de datos (EDA)	40

3.1.3	Integración de las bases de datos	41
3.1.4	Creación del dashboard en Power BI	42
3.2	Rendimiento a partir de registros académicos institucionales	44
3.2.1	Caracterización de los datos	44
3.2.2	Preparación de los datos y proceso de anonimización	44
3.2.3	Técnicas de análisis aplicadas	45
3.2.4	Resultados obtenidos	45
3.3	Percepción de actores clave	46
3.3.1	Participación e instrumento	47
3.3.2	Procesamiento y técnicas de análisis de datos	47
3.3.3	Presentación de resultados – preguntas cerradas	48
3.3.4	Presentación de resultados – pregunta abierta	51
	Análisis de resultados	56
	CAPÍTULO 4	58
4	Diseño de la unidad didáctica multimedia	58
4.1	Recopilación de fundamentación pedagógicas y didáctica del tema	58
4.1.1	Revisión y evaluación de las mallas curriculares	58
4.1.2	Análisis documental de material bibliográfico	62
4.2	Diseño curricular de la unidad didáctica multimedia	63
4.3	Diseño instruccional de la unidad didáctica multimedia	64
	CAPÍTULO 5	66
5	Marco metodológico para el diseño y arquitectura de la unidad	66
5.1	Ciclo de vida del proyecto	66
5.2	Metodología aplicada	66
5.3	Diagrama de casos de uso	67
5.4	Modelo entidad-relación	68
5.5	Diagramas de estados	70
5.6	Modelo OOHDM	74
5.6.1	Diseño conceptual de la unidad didáctica	74
5.6.2	Diseño navegacional de la unidad didáctica	76
5.6.3	Diseño de interfaz abstracta de la unidad didáctica	77
5.6.4	Implementación de la unidad didáctica	78
	CAPÍTULO 6	80

	10
6 Desarrollo de la unidad didáctica multimedia	80
6.1 Herramientas y tipo de material.....	80
6.2 Principios UX/UI en la unidad didáctica.....	82
6.3 Ficha pedagógica	84
6.3.1 Módulo 1: El universo de las fracciones	87
6.3.2 Módulo 2: Relaciones y jerarquías	88
6.3.3 Módulo 3: Operaciones con fracciones	89
6.3.4 Módulo 4: Aplicaciones y conexiones.....	90
6.4 Visualización de productos.....	91
6.4.1 Módulo 1	91
6.4.2 Módulo 2	95
6.4.3 Módulo 3	99
6.4.4 Módulo 4	101
6.5 Resultados.....	105
CAPÍTULO 7	107
7 Discusión	107
7.1 Interpretación del diagnóstico	107
7.2 Interpretación del diseño	108
7.3 Alineación de los hallazgos con el marco teórico	109
7.4 Implicación del proyecto	110
CONCLUSIONES.....	112
RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	117
ANEXOS.....	122

Índice de Tablas

Tabla 1. Temas identificados de la encuesta	52
Tabla 2. Resumen de temas identificados.....	56
Tabla 3. Presencia de las áreas temáticas a lo largo de los grados de la EGB.....	60
Tabla 4. Matriz de distribución de los tipos de contenido	81
Tabla 5. Duración general de la unidad	85
Tabla 6. Tipos de recursos	105

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Fases del proyecto</i>	19
<i>Figura 2. Metodologías de las fases</i>	20
<i>Figura 3. Ciclo de vida del análisis – metodología CRISP-DM</i>	21
<i>Figura 4. Ciclo de vida del diseño instruccional - metodología ADDIE</i>	23
<i>Figura 5. Ciclo de vida del desarrollo de contenido – metodología Eduscrum</i>	26
<i>Figura 6. Dashboard de los resultados de la evaluación Ser Estudiante</i>	43
<i>Figura 7. Mapa de calor primer registro</i>	45
<i>Figura 8. Mapa de calor segundo registro</i>	46
<i>Figura 9. Mapa de calor tercer registro</i>	46
<i>Figura 10. Temática de mayor impacto en la vida práctica</i>	48
<i>Figura 11. Criticidad del tema años escolares</i>	48
<i>Figura 12. Nivel de vinculación con temas de Matemáticas</i>	49
<i>Figura 13. Nivel de dificultad para los estudiantes</i>	49
<i>Figura 14. Tema de mayor impacto global</i>	50
<i>Figura 15. Selección de temas a dominar en EGB</i>	50
<i>Figura 16. Nube de palabras pregunta abierta</i>	54
<i>Figura 17. Gráfico de barras frecuencia de temas</i>	54
<i>Figura 18. Gráfico de pastel distribución de temas</i>	55
<i>Figura 19. Mapa de calor de las áreas temáticas de los grados de la EGB</i>	60
<i>Figura 20. Matriz de correlación de las áreas temáticas de la malla curricular</i>	61
<i>Figura 21. Estructura general del currículo de Matemáticas para 5to grado EGB</i>	64
<i>Figura 22. Estructura del diseño instruccional de la unidad didáctica</i>	65
<i>Figura 23. Caso de uso</i>	67
<i>Figura 24. Modelo entidad-relación</i>	69
<i>Figura 25. Diagrama de estado “Estado del usuario en el sistema”</i>	71
<i>Figura 26. Diagrama de estado “Estado del objeto de aprendizaje”</i>	72
<i>Figura 27. Diagrama de estado “Estado del progreso del curso”</i>	73
<i>Figura 28. Diagrama de clases</i>	75
<i>Figura 29. Diagrama de navegación</i>	76
<i>Figura 30. Diagrama de interfaz abstracta</i>	77
<i>Figura 31. Diagrama de implementación</i>	78
<i>Figura 32. Presentación interactiva de la sección 1.1 del módulo 1</i>	91

<i>Figura 33.</i> Implementación de modelos 3D en el módulo 1	91
<i>Figura 34.</i> Presentación interactiva de la sección 1.2 del módulo 1	92
<i>Figura 35.</i> Tarjetas interactivas con audio en la sección 1.2 del módulo 1	92
<i>Figura 36.</i> Video explicativo 3D de la sección 1.2 del módulo 1	93
<i>Figura 37.</i> Presentación interactiva de la sección 1.3 del módulo 1	93
<i>Figura 38.</i> Objeto gamificado de la sección 1.3 del módulo 1	94
<i>Figura 39.</i> Presentación interactiva de la sección 1.4 del módulo 1	94
<i>Figura 40.</i> Objeto gamificado de la sección 1.4 del módulo 1	95
<i>Figura 41.</i> Presentación interactiva de la sección 2.1 del módulo 2	95
<i>Figura 42.</i> Video explicativo de la sección 2.1 del módulo 2	96
<i>Figura 43.</i> Juego interactivo de la sección 2.1 del módulo 2	96
<i>Figura 44.</i> Presentación interactiva de la sección 2.2 del módulo 2	97
<i>Figura 45.</i> Video explicativo de la sección 2.2 del módulo 2	97
<i>Figura 46.</i> Juego interactivo de la sección 2.2 del módulo 2	98
<i>Figura 47.</i> Objeto gamificado del módulo 2	98
<i>Figura 48.</i> Presentación interactiva de la sección 3.1 del módulo 3	99
<i>Figura 49.</i> Presentación interactiva de la sección 3.2 del módulo 3	99
<i>Figura 50.</i> Presentación interactiva de la sección 3.3 del módulo 3	100
<i>Figura 51.</i> Objeto gamificado del módulo 3	100
<i>Figura 52.</i> Presentación interactiva de la sección 4.1 del módulo 4	101
<i>Figura 53.</i> Objeto gamificado de la sección 4.1 del módulo 4	101
<i>Figura 54.</i> Presentación interactiva de la sección 4.2 del módulo 4	102
<i>Figura 55.</i> Video explicativo de la sección 4.2 del módulo 4	102
<i>Figura 56.</i> Objeto gamificado de la sección 4.2 del módulo 4	103
<i>Figura 57.</i> Presentación interactiva de la sección 4.3 del módulo 4	103
<i>Figura 58.</i> Audio explicativo de la sección 4.3 del módulo 4	104

Índice de Anexos

Anexo A. Código para el EDA para las bases de datos individuales del INEVAL	122
Anexo B. Código para la integración de las bases de datos del INEVAL	124
Anexo C. Diccionario de campos utilizados para el análisis.....	126
Anexo D. Nombres de las columnas de la base de datos integrada.....	128
Anexo E. Encuesta para los actores clave	129
Anexo F. Código para el análisis de la pregunta abierta de la encuesta	132
Anexo G. Código para el análisis de la malla curricular	138
Anexo H. Descripción de los recursos didácticos	140
Anexo I. Diseño curricular de la unidad basada en la malla curricular.....	155
Anexo J. Diseño instruccional de la unidad	158

CAPÍTULO 1

1 Introducción

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, la educación se considera un derecho humano fundamental que permite a las personas desarrollar su potencial, participar en la sociedad y ejercer sus otros derechos (UNESCO, s.f.). Según la UNESCO, la educación permite sacar a las personas de la pobreza, superar las desigualdades y garantizar un desarrollo sostenible. Este derecho se percibe como un sistema dinámico y en evolución constante, siendo influenciado por varios factores, como la tecnología, la globalización y las necesidades de la sociedad (s.f.). Su propósito es el desarrollo integral del estudiante, promoviendo la adquisición de habilidades y destrezas para la vida, así como la formación de valores y el desarrollo del pensamiento crítico.

La educación a nivel mundial presenta una serie de desafíos complejos, así como avances y oportunidades, situación que también se observa en Ecuador. El país enfrenta varios desafíos tales como la desigualdad en el acceso, la calidad de la enseñanza, la falta de infraestructura y recursos, los cuales se agravaron debido a la pandemia del COVID-19 (Latorre Villacís, 2023). Entre las asignaturas más afectadas por estas dificultades, destaca significativamente Matemáticas. Los reportes presentados de las evaluaciones nacionales, SER Estudiante y SER Bachiller, han mostrado que un porcentaje considerable de estudiantes alcanzan un nivel elemental en esta materia, independientemente de su nivel socioeconómico (INEVAL, 2025). Forbes Ecuador confirmó que el bajo rendimiento en Matemáticas afecta al 64% de los evaluados en el país, incluyendo estudiantes de ingresos medios y altos (2024).

La persistente dificultad que enfrentan los estudiantes de EGB en Ecuador para comprender ciertos temas clave de Matemáticas puede impactar negativamente su rendimiento académico, motivación y aprendizaje a largo plazo. La ausencia de un diagnóstico preciso basado en datos impide la formulación de intervenciones pedagógicas específicas y eficaces.

1.1.1 Diagnóstico del problema

En el contexto ecuatoriano, de manera general, según los reportes del INEVAL (Instituto Nacional de Evaluación Educativa) se observa un bajo rendimiento y dificultades significativas en la asignatura de Matemáticas en los estudiantes de EGB y BGU (2025).

A partir de los datos cuantitativos de los resultados de las pruebas estandarizadas nacionales aplicadas a la EGB, SER Estudiante del INEVAL, se evidencia continuamente que el área de Matemáticas tiene puntajes promedio menores a 700 puntos considerados, según la rúbrica institucional, como “Elemental”, es decir, que los estudiantes no alcanzan el nivel mínimo aceptable de las competencias establecidas.

Asimismo, el análisis preliminar de registros académicos de instituciones educativas del Ecuador, revelaron que, durante la educación general media, Matemáticas es la asignatura con el menor promedio de calificaciones. Este problema compromete la comprensión conceptual, la progresión académica a lo largo de su vida estudiantil, y potencialmente el interés y aptitud hacia carreras STEM, aquellas enfocadas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, de los alumnos.

Las dificultades podrían atribuirse, entre otros factores, a la naturaleza abstracta de ciertos conceptos matemáticos, la posible insuficiencia de las metodologías de enseñanza tradicionales, y la falta de recursos didácticos adaptados que faciliten una comprensión más profunda y significativa. Por lo que, mediante la analítica del aprendizaje o learning analytics (LA) se puede realizar un diagnóstico preciso de temas de alto impacto y enfocar, de esa manera, las intervenciones pedagógicas.

1.1.2 Pronóstico

De persistir las dificultades actuales, es previsible que los estudiantes continúen experimentando un bajo rendimiento en esta área crucial de las Matemáticas, y que resulte en una base de conocimientos deficiente para abordar temas más avanzados en el subnivel superior de la EGB y BGU, generando un efecto de arrastre negativo en su trayectoria educativa.

A nivel de estudiantes, se incrementaría el riesgo de desmotivación, ansiedad y una percepción negativa hacia la asignatura, lo que podría influir en sus decisiones vocacionales futuras, alejándolos de campos que requieren una sólida formación matemática.

A nivel docente e institucional, se continuaría enfrentando los mismos desafíos para enseñar de manera efectiva, al no contar con herramientas didácticas innovadoras y basadas en evidencia que apoyen su labor. Por su parte, las instituciones educativas podrían seguir registrando bajos indicadores de logro en Matemáticas, afectando sus metas de calidad educativa.

A nivel de sistema educativo, a largo plazo, la persistencia de estas deficiencias en competencias matemáticas fundamentales podría tener implicaciones negativas en los indicadores de calidad educativa a nivel nacional y en la preparación del capital humano del país para enfrentar los desafíos de una sociedad cada vez más tecnificada.

1.1.3 Control del pronóstico

Como una respuesta ante el pronóstico descrito y abordar el problema diagnosticado, este proyecto propone la “Aplicación de la analítica del aprendizaje de registros académicos de estudiantes de EGB para el diseño de una unidad didáctica multimedia que aborde un tema de alto impacto en Matemáticas”.

La primera fase consiste en la aplicación de la analítica del aprendizaje (LA) a los datos del INEVAL y registros académicos, de los cuales se pretende confirmar de manera histórica la deficiencia de la asignatura de Matemáticas e identificar el grado con el menor rendimiento con respecto a esta.

Una vez determinado el grado específico, se llevará a cabo una encuesta dirigida a docentes, padres de familia, directivos u otros actores clave con el objetivo de analizar y determinar qué tema presenta el mayor impacto en el aprendizaje de los estudiantes, según la experiencia de los encuestados.

Con base en los hallazgos de la LA, fundamentado en materiales pedagógicos y recursos bibliográficos, se procederá al diseño y desarrollo de una unidad didáctica interactiva. Esta unidad buscará presentar los contenidos de la temática de una manera más visual, concreta, atractiva y comprensible, utilizando recursos multimedia.

El propósito de esta unidad didáctica es abordar las dificultades detectadas en el tema de alto impacto, mejorar la comprensión conceptual, el compromiso y, potencialmente, el rendimiento académico.

Este proyecto, busca validar la utilidad de la LA como herramienta diagnóstica para informar y mejorar el diseño instruccional de las asignaturas en el contexto de la EGB en Ecuador.

1.2 Justificación

La Educación General Básica (EGB) constituye el ciclo educativo inicial y el pilar fundamental sobre el cual se basa el aprendizaje a largo plazo. Dentro de este marco, la asignatura de Matemáticas se puede considerar como una competencia esencial, no solo durante las etapas académicas posteriores, sino también para el desarrollo integral del individuo, fomentando el razonamiento lógico, la capacidad de abstracción y la habilidad para resolver problemas cotidianos.

En Ecuador, el sistema educativo enfrenta un desafío persistente y documentado en el bajo rendimiento académico en Matemáticas entre los estudiantes de EGB. Las evaluaciones nacionales estandarizadas, como el "Ser Estudiante" realizada por el INEVAL, Instituto Nacional de Evaluación Educativa, proporcionan datos cruciales para dimensionar y caracterizar esta situación. Por ejemplo, los resultados del año lectivo 2023-2024, reflejan que, en la EGB, del 4to a 10mo grado, el promedio nacional en Matemáticas fue de 688 puntos sobre 1000 que según la nomenclatura del instituto se considera "Elemental", es decir, que el promedio de estudiantes en el Ecuador apenas se acerca, pero no alcanza el nivel mínimo aceptable de las competencias establecidas.

Por lo que, la naturaleza de esta situación enfatiza la necesidad de superar enfoques genéricos, adoptar estrategias más precisas y basadas en evidencia. Dada la amplitud del campo matemático, resulta imperativo identificar con exactitud qué áreas específicas presentan mayores obstáculos para los estudiantes, justificando así un diagnóstico detallado previo a cualquier acción educativa.

Ante este panorama, la analítica del aprendizaje o learning analytics (LA) emerge como un proceso que permite realizar un diagnóstico preciso y fundamentado. LA se basa en la recopilación, análisis y reporte de los datos sobre el desempeño de los estudiantes y el contexto del aprendizaje, con el fin de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en que este ocurre (Al-Zahrani & Alasmari, 2023).

La aplicación de LA, en el contexto de este proyecto, se basará en datos educativos del INEVAL, registros académicos de varias instituciones educativas del país y encuestas. A

partir de datos cualitativos y cuantitativos se identificará qué tema específico de Matemáticas se considera relevante para la vida práctica y estudiantil de los alumnos. Naturalmente, este manejo de datos se realizará de manera anónima precautelando la privacidad y el uso responsable de la información estudiantil.

Una vez identificado el tema matemático de alto impacto mediante LA, la intervención propuesta consiste en el diseño de una unidad didáctica interactiva con contenido multimedia. Este enfoque se justifica ante la evidencia de que los métodos tradicionales pueden resultar insuficientes para abordar dificultades, especialmente con conceptos matemáticos abstractos. El contenido multimedia, combinando texto, imágenes, audio, video, animaciones y otros elementos interactivos, tiene el potencial de hacer estos conceptos más concretos, visuales y comprensibles para el usuario final.

1.3 Metodologías

El proyecto constará de 3 fases metodológicas interconectadas que parten de un diagnóstico que inicia con la 1) *Aplicación de la analítica del aprendizaje*. Posteriormente, los resultados del análisis darán lugar al 2) *Diseño de la unidad didáctica multimedia*, y 3) *Desarrollo del contenido multimedia*. En la Figura 1 se puede observar la descripción general de cada una.



Figura 1. Fases del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Cada fase del proyecto se basará en metodologías específicas que guiarán su proceso de trabajo. En la Figura 2 se indican las metodologías específicas para cada fase.

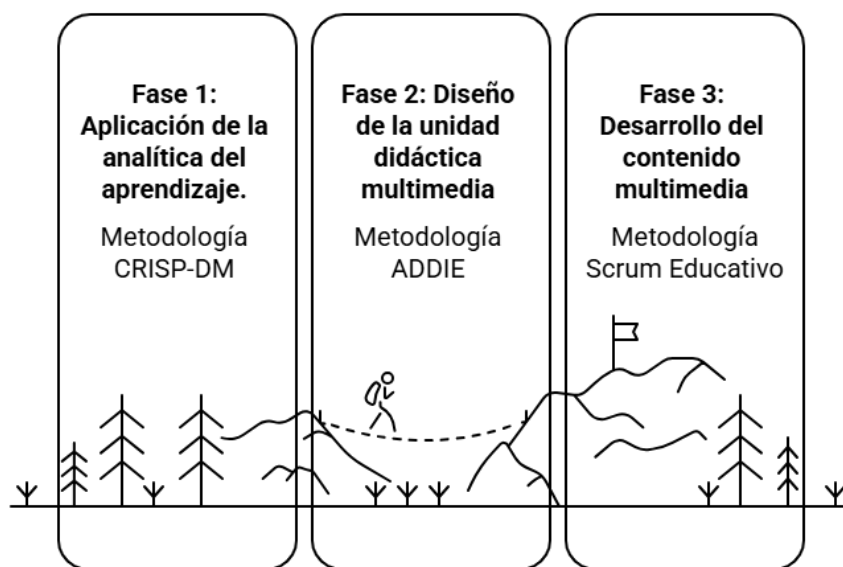


Figura 2. Metodologías de las fases

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se desglosa de manera más detallada cada fase del proyecto.

1.3.1 Fase 1: Aplicación de la analítica del aprendizaje (LA)

Metodología: Para la definición de la fase 1 se tomará como referencia a la metodología de minería de datos CRISP-DM, *Cross-Industry Standard Process for Data Mining*, ya que se adapta al contexto del proyecto al ser estructurado, iterativo y por comenzar desde la comprensión del problema hasta la aplicación de los resultados (Schröer et al., 2021). En la Figura 3, se puede observar el ciclo de vida de análisis que se seguirá a partir de la metodología CRISP-DM.

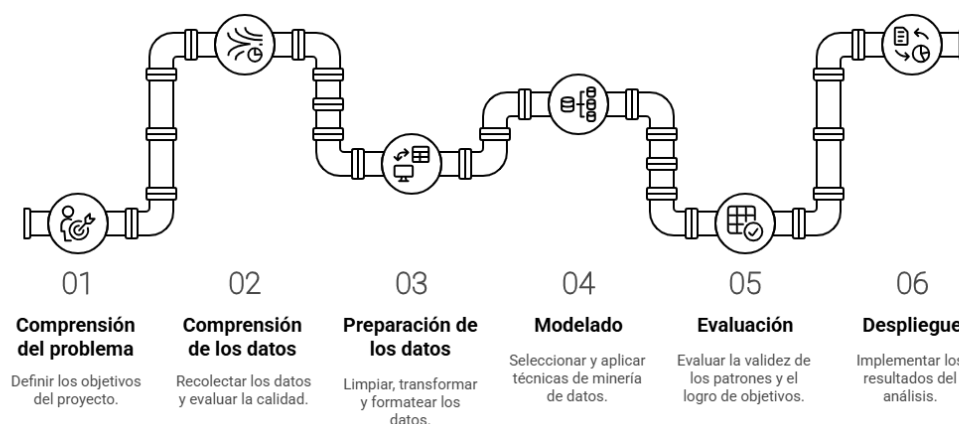


Figura 3. Ciclo de vida del análisis – metodología CRISP-DM.

Fuente: Elaboración propia.

Actividades

Objetivo: Recopilar, procesar y analizar datos cuantitativos y cualitativos para realizar un diagnóstico preciso que confirme el bajo nivel en Matemáticas a nivel nacional, e identifique el grado educativo específico con bajo rendimiento, el tema matemático de alto impacto y las dificultades del aprendizaje asociadas.

Análisis de datos de rendimiento a nivel nacional y local

- Recopilación y análisis de datos del INEVAL (2018-2024):
 - Obtención de los informes y bases de datos relevantes del INEVAL sobre el rendimiento en Matemáticas en Educación General Básica (EGB).
 - Análisis para identificar tendencias históricas de rendimiento en Matemáticas a nivel nacional, validando su criticidad.
- Recopilación y análisis de registros académicos institucionales (2018-2024):
 - Obtención de los registros académicos (calificaciones) de las instituciones educativas participantes.
 - Análisis focalizado para identificar el grado específico dentro de la EGB donde se observa un menor rendimiento en Matemáticas.

Recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos sobre percepciones y experiencias

- Diseño de instrumentos de recolección:
 - Elaboración de una encuesta dirigida a actores clave para el proyecto, como docentes, padres de familia, directivos u otros, con el fin de identificar la temática de mayor impacto.
 - El instrumento buscará recabar datos sobre la temática que presenta un nivel alto de vinculación y es la base para la comprensión de otros temas.
- Aplicación del instrumento y recolección de información:
 - Administración de la encuesta realizada a los actores clave seleccionados.

Interpretación, triangulación y síntesis de hallazgos

- Análisis integrado de datos:
 - Combinación e interpretación de los hallazgos del análisis de datos cuantitativos (INEVAL, registros académicos institucionales) y cualitativos (encuesta).
- Selección y justificación del tema de alto impacto:
 - Con base en los datos recolectados, se hará la selección definitiva del tema específico de Matemáticas que presenta un mayor impacto en el aprendizaje de los estudiantes.
- Caracterización de dificultades de aprendizaje:
 - Análisis detallado de las dificultades en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. Los hallazgos de la LA serán el insumo principal para el diseño didáctico de la unidad.
- Definición del público objetivo:
 - Selección del público al que se dirigirá la unidad a partir de la interpretación de los resultados de los datos cualitativos y cuantitativos.

1.3.2 Fase 2: Diseño de la unidad didáctica multimedia

Metodología: La fase 2 utilizará la metodología ADDIE. Este marco de trabajo instruccional se basa en principios de diseño sistemático desarrollados originalmente para entrenamiento militar en los años 1970s, y posteriormente adaptado para la educación (Belloch, 2013). Su nombre se debe al significado de sus siglas en inglés analíse (análisis), diseñe (diseño), develop (desarrollo), implement (implementación) y evalúe (evaluación), siendo que cada fase depende de la anterior y sustenta a la siguiente (Morales-González et al., 2014).

Se tomará como referencia a ADDIE, ya que se realizará la estructuración y planificación del contenido educativo, basándose en los hallazgos de la fase de análisis previa. (Morales-González et al., 2014). En la Figura 4, se visualiza el ciclo de vida del diseño instruccional aplicable al proyecto.

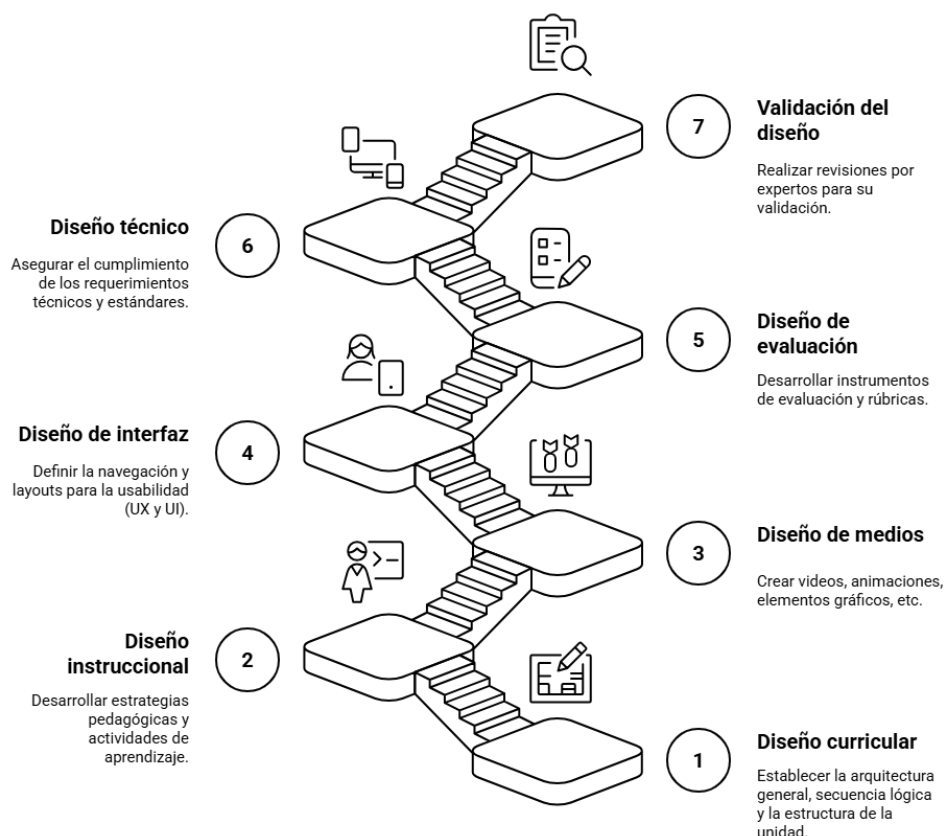


Figura 4. Ciclo de vida del diseño instruccional - metodología ADDIE

Fuente: Elaboración propia.

Actividades

Objetivo: Planificar la estructura pedagógica y los componentes multimedia de la unidad didáctica, asegurando que esté alineada con los hallazgos de la fase 1 y las mejores prácticas educativas.

Fundamentación pedagógicas y didáctica del tema

- Revisión sistemática del tema matemático:
 - Revisar la malla curricular del Ministerio de Educación correspondiente al nivel identificado.
 - Revisar material bibliográfico sobre definiciones clave, propiedades, tipos de problemas, aplicaciones del tema identificado.

Diseño instruccional de la unidad

- Definición de los objetivos de aprendizaje:
 - Formulación de los objetivos de aprendizaje para la unidad didáctica y cada módulo que la conforma.
- Selección de estrategias pedagógicas y enfoques multimedia
 - Elección de las estrategias aprendizaje-enseñanza más efectivas para abordar las dificultades específicas y promover la comprensión del tema.
 - Determinación de las actividades y los tipos de contenido multimedia (ej. videos, animaciones, presentaciones animadas, etc.) más adecuados para explicar cada tema de la unidad didáctica.
- Estructuración del contenido y secuencia de aprendizaje
 - Organización lógica del contenido temático.
 - Diseño de las secuencias de actividades de aprendizaje y la navegación intuitiva de la unidad.

Elaboración del contenido base y guionización

- Definición detallada del contenido teórico y práctico

- Recopilación y definición de los conceptos clave que deben ser explicados, propiedades, ejemplos resueltos y tipos de ejercicios.
- Aplicación de la Generación Aumentada por Recuperación (RAG)
 - Aplicación de RAG, para asistir la generación de borradores de contenido pedagógico (explicaciones, ejemplos), utilizando como base las fuentes confiables previamente seleccionadas (guías metodológicas, publicaciones académicas, recursos educativos, recursos bibliográficos, etc.), para asegurar su precisión y relevancia.
- Elaboración de guiones gráficos (storyboards) y guiones técnicos:
 - Creación de representaciones visuales y textuales detalladas de cada pantalla, sección o recurso multimedia.
 - Especificación de textos en pantalla, narraciones, elementos visuales, interacciones, y cualquier otro componente multimedia.

Validación del diseño instruccional de la unidad

- Revisión y validación:
 - Revisión del diseño instruccional desarrollado por expertos pedagógicos.

1.3.3 Fase 3: Desarrollo de contenidos multimedia

Metodología: En la fase 3, se aplicará la metodología de Scrum Educativo o Eduscrum, siendo esta una adaptación del marco de trabajo ágil Scrum al ámbito educativo (EduScrum, 2020). Scrum es una metodología establecida en el desarrollo de software para la gestión de proyectos, donde el desarrollo de productos se realiza de forma iterativa en ciclos de trabajo por un pequeño equipo de desarrollo (Schuhbauer et al., 2024). Por lo que, la razón principal de aplicar Eduscrum es basarse en los principios de la gestión ágil de proyectos a la educación con el fin de ser flexible ante las necesidades de los estudiantes, fomentar la colaboración y permitir una retroalimentación continua (Schuhbauer et al., 2024). En la Figura 5 se visualiza el ciclo de vida del desarrollo del contenido aplicable al proyecto, tomando como referencia a la metodología Eduscrum.

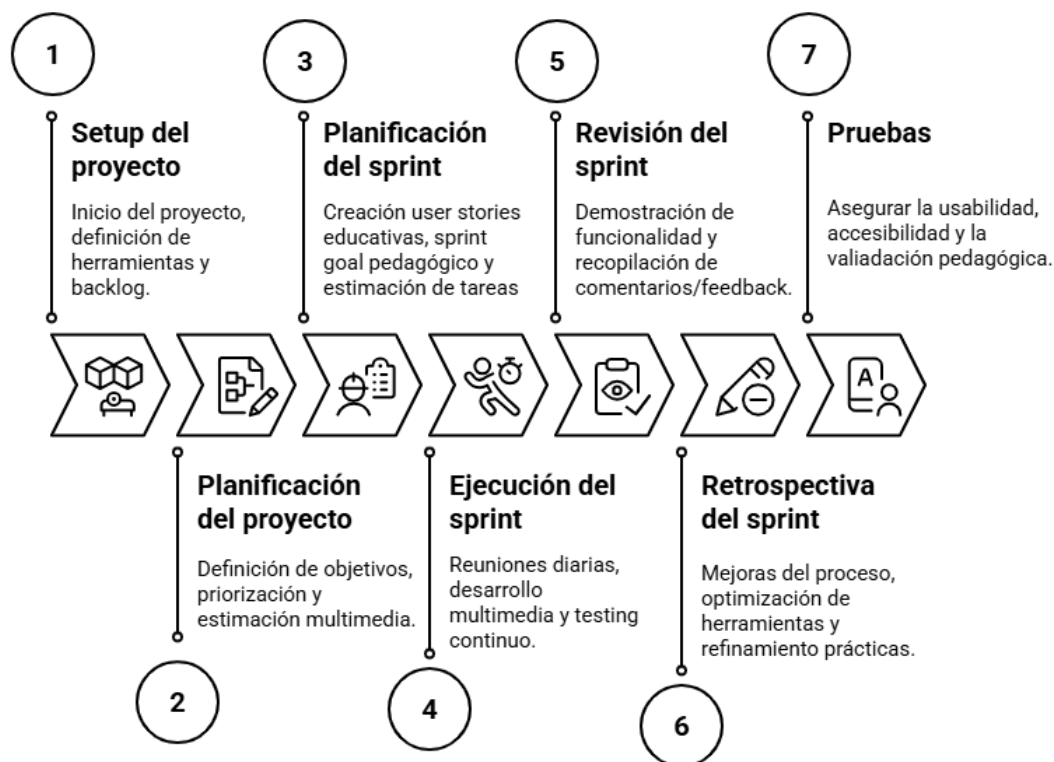


Figura 5. Ciclo de vida del desarrollo de contenido – metodología Eduscrum

Fuente: Elaboración propia.

Actividades:

Objetivo: Materializar el diseño de la unidad didáctica en un producto multimedia funcional, usable y de alta calidad pedagógica, incorporando revisiones y mejoras.

Producción de recursos multimedia

- Desarrollo de componentes multimedia:
 - Definición del objetivo general y de los objetivos específicos de la unidad didáctica.
 - Definición de la ficha pedagógica de cada módulo.
 - Creación y/o adaptación de los elementos textuales, gráficos (ilustraciones, esquemas), audiovisuales (grabaciones y edición de videos, audios) e interactivos (actividades).

- Consideración del uso de herramientas de Inteligencia Artificial (ej. generación de imágenes, asistencia de edición, o adaptación de textos) de forma ética y eficiente, siempre bajo supervisión pedagógica.
- Implementación de criterios de usabilidad y accesibilidad
 - Garantizar que el diseño del material sea intuitivo, fácil de navegar y accesible, siguiendo principios de UX y UI.

Integración y desarrollo del prototipo funcional

- Integración de la unidad didáctica:
 - Unificación de todos los elementos y recursos desarrollados en un sistema de gestión del aprendizaje (Learning Management System - LMS).
 - Creación de la primera versión funcional (prototipo) de la unidad didáctica.

Pruebas, retroalimentación y refinamiento iterativo

- Revisión interna y refinamiento iterativo:
 - Pruebas internas del prototipo por el equipo de desarrollo y expertos pedagógicos para identificar errores técnicos, problemas de usabilidad y coherencia pedagógica.
- Análisis de retroalimentación y ajustes
 - Realización de los ajustes y mejoras necesarios en el contenido, diseño y funcionalidad de la unidad didáctica.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una unidad didáctica multimedia para un tema específico de Matemáticas identificado como de alto impacto en estudiantes de EGB, basándose en los aspectos claves derivados de la analítica del aprendizaje aplicada a registros académicos de carácter tanto cualitativos como cuantitativos.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Corroborar la relevancia de la LA en entornos de Matemáticas, permitiendo abordar contenidos pertinentes a la temática y a la audiencia, y elaborar propuestas de aprendizaje basadas en el rendimiento histórico de los estudiantes.
2. Identificar el tema de Matemáticas de alto impacto y el grado específico de EGB que muestra un menor rendimiento de los estudiantes, mediante la aplicación LA a fuentes de datos cuantitativas (INEVAL, registros académicos, encuesta) y cualitativas (encuesta).
3. Caracterizar las dificultades y oportunidades de aprendizaje específicas, por medio de una encuesta, asociadas al tema seleccionado y las necesidades del público objetivo para contribuir a la construcción de una unidad didáctica pertinente, a partir de los hallazgos de la LA.
4. Definir el diseño instruccional y las estrategias multimedia para la unidad didáctica, por medio de un corpus, la revisión bibliográfica, el estudio del contenido del Ministerio de Educación, y fundamentado en los aspectos clave encontrados durante el análisis.
5. Desarrollar la unidad didáctica multimedia (objetivos, metodologías, contenidos y actividades interactivas), asegurando su coherencia con el diseño instruccional y su capacidad para abordar las dificultades de aprendizaje identificadas.

CAPÍTULO 2

2 Marco teórico

2.1 Importancia de la educación

La palabra educación tiene su origen en el latín, de *educare* que significa criar, alimentar, o entrenar, y *educere* que significa conducir, guiar, o sacar hacia afuera. Estos términos aislados se conectan en la definición planteada en el libro *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (1978) que, en términos simples, menciona que la educación es la organización de los hábitos de conducta adquiridos y de las tendencias al comportamiento.

En este contexto, la educación se entiende como el proceso fundamental a través del cual el ser humano es formado por la cultura; de donde adquiere el conocimiento, las habilidades y las virtudes necesarias para desenvolverse en el mundo, entender la vida, contribuir a la sociedad y, a su vez, desarrollar su individualidad y transformar la cultura misma (León, 2007). Se reconoce como el conjunto de acciones que equilibra la transmisión de la herencia cultural con el potencial de mejorar las capacidades naturales del individuo, buscando la sabiduría, la inteligencia y la libertad (León, 2007). Este derecho fundamental permite a los seres humanos a través de la enseñanza de valores, habilidades y actitudes tener una visión más clara y amplia del mundo, de la vida y del conocimiento, otorgándole la oportunidad de desarrollar sus capacidades individuales y contribuir al desarrollo y cambio social.

2.2 Papel de las Matemáticas en la educación

Dentro de la educación, las Matemáticas se consideran un pilar fundamental dentro de este proceso. Esto se debe a que gracias a este campo se pueden desarrollar habilidades de pensamiento crítico, razonamiento y resolución de problemas, siendo aptitudes esenciales para el desenvolvimiento práctico de la vida cotidiana. Se identifican a las matemáticas como un lenguaje universal que permite a las personas comunicarse con precisión. Esta ciencia se aplica activamente en varias disciplinas, y con ello a tomar decisiones con base en evidencia tangible. En 2023, la Ing. María José Solórzano de la Facultad de Educación de la Universidad Galileo de la ciudad de Guatemala en una entrevista para la misma universidad mencionó que las matemáticas permiten abrir la mente, a encontrar patrones, e irregularidades, incluso ayudan a definir la forma de

pensar, al generar un criterio personal y a cuestionar lo que dice el mundo. Menciona que en la actualidad se está bombardeado con un montón de información, y la importancia de las matemáticas está en ayudar a percibir y buscar donde está la verdad en las cosas que se ven (Canal Universidad Galileo, 2023).

Considerando su valor dentro de la educación, como antecedente se conoce que el desarrollo de la matemática estuvo estrechamente relacionado con el de la filosofía, desde Grecia hasta el círculo de Viena y la filosofía analítica. Históricamente, esta disciplina comienza con la geometría y la aritmética cuya configuración se remonta en sus orígenes para la medición del campo o cálculo de dinero, es decir, para usos pragmáticos (Brugger & Schöndorf, 2014). Es un hecho que el ser humano ha aplicado las matemáticas desde las labores más simples hasta la construcción de civilizaciones. En el libro *Matemáticas: 100 conceptos* (2016) se dice que las matemáticas por derecho propio son un lenguaje de inmensa belleza, al igual que una pieza musical, giran alrededor de los ritmos de la lógica para tejer sus propias estructuras hipnóticas. Planteando que esta ciencia está fundamentada en la lógica, la abstracción y la identificación de patrones como pilares para la resolución de problemas.

Por lo que, las matemáticas dentro de la educación son un eje principal dentro de las aulas, ya que no es sólo una asignatura que se imparte, sino que es una herramienta poderosa para formar las mentes de los niños, niñas y adolescentes, y prepararlos para las complejidades del mundo moderno. Al fortalecer el pensamiento lógico, la capacidad analítica y de resolución de problemas, se dota a los estudiantes de aptitudes necesarias para desenvolverse en la vida práctica.

2.3 Estado del desempeño de las Matemáticas a nivel mundial

A nivel mundial, el desempeño de las Matemáticas es variable entre regiones y países, hecho que ha sido evidenciado en las pruebas PISA (Programme for International Student Assessment). Esta prueba es un estudio internacional coordinado por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), que evalúa los conocimientos y habilidades de estudiantes de 15 años en Matemática, Ciencia y Lectura, donde participan 81 países y economías. La prueba cubre una variedad de niveles de competencia, que incluyen Insuficiente (400-599 puntos), Elemental (600-699 puntos), Satisfactorio (700-799 puntos), y Excelente (800-1000 puntos), siendo el nivel mínimo de competencia los 700 puntos. En el año 2022, los resultados de las evaluaciones

registraron la caída más importante en el desempeño de la OCDE en Matemática y Lectura. Singapur fue quién destacó por sus puntuaciones significativamente más altas en comparación con las demás naciones y economías participantes, alcanzado, en particular, 575 puntos en Matemáticas.

En 46 países o economías, solo el 1% o menos de los estudiantes obtuvieron una puntuación en el nivel 6 (669 puntos o más) en Matemáticas. El nivel 2 se considera el nivel mínimo de competencia básica y considerar el porcentaje de estudiantes con bajo rendimiento (por debajo del nivel 2) en Matemáticas es un indicador importante. De hecho, en promedio, el 31% de los estudiantes en los países de la OCDE se encuentran en los niveles más bajos de desempeño. El porcentaje de estudiantes con bajo rendimiento aumentó entre 2018 y 2022 en varios países, comparando el desempeño medio en Matemáticas entre estos años se observaron cambios.

La prueba PISA 2022 reveló que el rendimiento promedio en Matemáticas de los países de la OCDE fue el más bajo al compararlo con los resultados de años anteriores. En concreto, el rendimiento promedio disminuyó en casi 15 puntos. Haciendo una comparación con los períodos del 2000 al 2018, la magnitud de la caída observada entre 2018 y 2022 es considerablemente mayor con respecto a reportes pasados. La diferencia mediana entre 2000-2018 fue de 6.2 puntos. Por lo tanto, la caída de casi 15 puntos entre 2018 y 2022 es significativamente más grande y se considera sin precedentes.

A nivel de América Latina y el Caribe, 14 países de la región participaron, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay. La región se sitúa en la mitad inferior del ranking global de calidad educativa para las tres asignaturas. Se determinó que, en Matemáticas, tres de cada cuatro estudiantes en América Latina y el Caribe tienen bajo desempeño, es decir, no alcanzan las competencias básicas (nivel 2) definidas por PISA. En promedio, el 88% de los estudiantes más pobres tienen bajo desempeño en Matemáticas, en comparación con el 55% de los estudiantes más ricos.

La evolución del desempeño en la región es mixta. La mayoría de los países habían experimentado una leve mejora antes de la pandemia, pero esta tendencia se redujo o se revirtió entre 2018 y 2022. Colombia, Brasil, Chile, Argentina y Panamá lograron mantener su nivel de desempeño en Matemáticas con respecto a 2018. Perú y México mostraron una tendencia positiva previo a 2018, pero esta se revirtió para 2022. Según

los datos, el promedio de Matemáticas de México pasó de 409 en 2018 a 395 en 2022 y Perú pasó de 400 en 2018 a 391 en 2022, siendo una disminución significativa para ambos. De igual manera, en Costa Rica y Uruguay, la tendencia era estable antes de 2018, pero en 2022 se registra una caída en el desempeño. Costa Rica tuvo un promedio de 402 en 2018 y 385 en 2022, una reducción considerable de puntos. El promedio de Uruguay en Matemáticas fue de 418 puntos en 2018, y en el 2022 el promedio disminuyó a 409 puntos. Los resultados revelaron un problema generalizado a nivel mundial y a nivel de América Latina y el Caribe.

2.4 Estado del desempeño de las Matemáticas a nivel nacional

Ecuador no ha participado en ninguna edición de las pruebas PISA hasta el momento. Sin embargo, anualmente en el país se realizan evaluaciones por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) para el Sistema Nacional de Educación (SNE). Los informes analizados detallan los resultados de Matemáticas para los diferentes niveles educativos (Básica Elemental, Básica Media, Básica Superior, y Bachillerato) durante el año lectivo 2023-2024 y comparándolos con años anteriores. Se utiliza una escala de puntuación (hasta 1000 puntos) y niveles de logro como Insuficiente (400-599), Elemental (600-699), Satisfactorio (700-799) y Excelente (800-1000). El nivel 2, 700 puntos, se considera el nivel mínimo de competencia básica; los estudiantes que se ubican por debajo de este nivel no alcanzan las aptitudes mínimas establecidas por la institución.

Según los informes del INEVAL, el estado del nivel de Matemáticas en Ecuador del año lectivo 2023-2024, varía según el subnivel educativo. En el subnivel básico elemental, el 66,2% del estudiantado no alcanzó el nivel de logro mínimo de competencia (700 puntos) y el 33,8% alcanzó y superó el nivel mínimo. El nivel de logro Elemental (600 a 699 puntos) predominó, abarcando al 57,1% de los alumnos. En el año lectivo 2023-2024, el promedio nacional fue de 681 puntos sobre 1000 posibles, este resultado sobrepasó en 3 puntos al promedio de 2022-2023 y en 5 puntos en relación con el 2021-2022, y se redujo en 19 puntos respecto al 2020-2021. De los cinco estándares evaluados en Matemática, en dos es necesaria una intervención inmediata, ya que el 50% o más del estudiantado se encuentra en los niveles de Necesita Refuerzo (NR) o Desempeño Elemental (DE).

En el subnivel básico medio, para el mismo año lectivo, el promedio nacional fue de 683 puntos sobre 1000. Este resultado disminuyó en 1 punto al compararlo con el 2022-2023, fue idéntico en relación con el 2021-2022 y se redujo en 18 puntos respecto al 2020-2021.

Dado que este promedio está por debajo de los 700 puntos, se entiende que una proporción significativa de estudiantes no alcanza el nivel mínimo de competencia. De los once estándares evaluados en Matemática, en diez es necesaria una intervención inmediata, lo que significa que el 50% o más del estudiantado se encuentra en los niveles de Necesita Refuerzo (NR) o Desempeño Elemental (DE).

Por su parte, en el subnivel básico superior, el promedio nacional fue de 701 puntos sobre 1000. Este resultado disminuyó en 2 puntos al compararlo con el 2022-2023, mejoró en 4 puntos en relación con el 2021-2022 y superó en 2 puntos respecto al 2020-2021. De los ocho estándares evaluados en Matemática, en ocho es necesaria una intervención inmediata, ya que el 50% o más del estudiantado se encuentra en los niveles de NR o DE.

En el nivel bachillerato, el nivel de logro Elemental (600 a 699 puntos) predominó, abarcando al 71% de los estudiantes y solo el 29% alcanzó y superó el nivel mínimo. Para el año lectivo 2023-2024, el promedio nacional fue de 697 puntos sobre 1000. Este resultado sobrepasó en 1 punto al promedio de 2022-2023, mejoró en 4 puntos en relación con el 2021-2022 y se redujo en 1 punto respecto al 2020-2021. De los once estándares evaluados en Matemática, en once es necesaria una intervención inmediata, lo que indica que el 50% o más se encuentra en los niveles de NR o DE.

A partir de los reportes revisados, se evidenció que, en varios estándares específicos, el porcentaje de estudiantes ubicados en los niveles de desempeño intermedio y avanzado es bajo, (3,6% en E.M.5.1., 1,5% en E.M.5.3., 9,5% en E.M.5.10., 22,1% en E.M.5.11.) y, en general, ha disminuido en comparación con años anteriores.

Con base en los resultados obtenidos de los informes de INEVAL (año lectivo 2023-2024) se muestran que, en todos los subniveles evaluados, una proporción significativa de estudiantes no alcanza el nivel mínimo de competencia en Matemáticas, con la mayoría concentrándose en el nivel Elemental o Insuficiente. La evaluación por estándares de aprendizaje revela que una amplia mayoría de ellos requieren una intervención inmediata en los niveles de educación básica media, básica superior, y bachillerato, indicando que aproximadamente más del 50% de los alumnos se encuentra en los niveles de menor desempeño.

2.5 Analítica del aprendizaje en la educación

Considerando el estado actual de la educación matemática tanto a nivel mundial como nacional, la analítica del aprendizaje cobra relevancia como una herramienta diagnóstica

en los procesos educativos. La analítica del aprendizaje (LA) es un campo de investigación y práctica que se enfoca en analizar datos relacionados con el aprendizaje para comprender y mejorar el rendimiento estudiantil, teniendo como objetivo principal la transformación de los datos en conocimiento significativo. En esencia, LA interpreta el contexto escolar para comprender y aumentar su eficiencia (Al-Zahrani & Alasmari, 2023). Teniendo en cuenta las aplicaciones de LA, esta herramienta llega a tener una relevancia significativa dentro de la educación, ya que, por ejemplo, agiliza la identificación temprana de estudiantes que podrían estar en riesgo de bajo rendimiento o abandono. Esto se debe a que LA puede proporcionar información valiosa para una intervención oportuna, al evaluar el progreso del aprendizaje y detectar patrones de comportamiento desde etapas iniciales (Martinez et al., 2023).

También, se utiliza como un sistema diagnóstico y predictivo para los educadores. Puede ayudar a comprender los procesos y desafíos de aprendizaje, especialmente cuando se combina con otras fuentes de datos, como los datos cualitativos (Martinez et al., 2023). En relación con lo anterior, el análisis de comportamiento y patrones es un uso frecuente de LA, ya que este permite examinar en tiempo real los datos generados por los estudiantes, revelando posibles fallos y facilitando la implementación de acciones correctivas. La identificación de patrones y tendencias, que podrían no ser evidentes a través de métodos convencionales, es crucial para la detección temprana de estudiantes en riesgo y anomalías que podrían anticipar un posible abandono (Núñez Villalobos, 2025). Por otra parte, permite un control más detallado, personal y completo del aprendizaje, que complementa a los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS), agilizando el reconocimiento de fortalezas y áreas de mejora en los niveles tanto individual como grupal (Alé-Ruiz et al., 2024).

La aplicación de LA puede llegar a tener una relevancia e impacto considerable, debido a que este proceso busca entender y optimizar el aprendizaje en los entornos donde ocurre, y su integración con retroalimentación formativa mejorará el desarrollo cognitivo del individuo y el rendimiento general de los estudiantes (Martinez et al., 2023). LA permite la toma de decisiones informadas puesto que entrega a quien la utilice información valiosa derivada de grandes volúmenes de datos. A su vez, LA puede generar efectos positivos en distintos niveles del sistema educativo, es decir, a un nivel micro se mejora la enseñanza y el aprendizaje, al analizar comportamientos. A nivel meso se aumenta la eficacia del

programa educativo, y a un nivel macro se proporciona una visión más amplia de la calidad institucional y la rendición de cuentas (Al-Zahrani & Alasmari, 2023).

Al mejorar la efectividad de los procesos formativos mediante entornos más personalizados, adaptativos y atractivos, la LA desempeña un papel crucial en el apoyo y la implementación escalable del aprendizaje individualizado dentro de las instituciones educativas (Al-Zahrani & Alasmari, 2023). Otro aspecto clave es la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que la aplicación de LA facilita la identificación de factores vinculados con metodologías activas, permitiendo incluso predecir los logros de aprendizaje de los estudiantes (Alé-Ruiz et al., 2024).

La analítica del aprendizaje (LA) es una herramienta avanzada de diagnóstico y predicción, que utiliza análisis de datos y machine learning para identificar patrones de comportamiento, predecir el rendimiento, riesgo de abandono, y el diagnóstico de desafíos en tiempo real o histórico (Martinez et al., 2023). Su importancia en la educación radica en el hecho de comprender el desempeño en el aprendizaje, permitir la toma de decisiones basada en evidencia, la personalización en el estudio, la intervención temprana para apoyar a los estudiantes y la mejora de los resultados educativos.

2.6 Papel de la unidad didáctica en la educación

Para materializar el potencial de la LA y llevar sus beneficios del plano teórico al práctico, es fundamental implementarla en componentes centrales del proceso de enseñanza. El verdadero potencial de esta herramienta se puede ver cuando sus principios se aplican directamente en instrumentos pedagógicos como las unidades didácticas, ya que a partir de los resultados y hallazgos de la analítica se puede diseñar y desarrollar una estructura y un flujo de aprendizaje adaptados a las necesidades de los estudiantes.

En el contexto pedagógico, una unidad didáctica se entiende como la unidad básica en la que se organiza un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje. Más allá de ser una simple estructuración de un tema para implementar en el aula, la unidad didáctica se conforma de una serie de elementos pedagógicos dispuestos a desarrollarse en un contexto determinado. Su propósito se define a partir de los objetivos didácticos establecidos a lo largo de un período determinado (Arias Gómez & Torres Puentes, 2017). Principalmente, se caracteriza por interrelacionar todos los elementos que intervienen en el proceso educativo con una coherencia metodológica interna.

Además, una unidad didáctica es específica de una asignatura y ofrece una serie de cursos (University of Cologne, 2024). Esta forma de planificación organiza una secuencia de tareas y aborda cuestiones clave como el qué, cómo, y cuándo enseñar y evaluar, incluyendo elementos esenciales como objetivos, contenidos, secuencia de actividades, recursos, materiales y evaluaciones (Díez, s.f.).

2.7 Contenido multimedia en el contexto educativo

En un mundo cada vez más digital, el contenido multimedia tiene un rol cada vez más relevante dentro de los elementos de las unidades didácticas, ya que el avance tecnológico ha transformado significativamente el proceso formativo. Con respecto a la multimedia, esta se refiere a la integración de varios medios, con la capacidad de presentar cualquier información como textos, números, sonidos, imágenes, a partir de componentes básicos. Un aspecto clave que distingue a este tipo de contenido es su interactividad, es decir, la posibilidad de una relación entre el usuario y el medio, o el control parcial del usuario sobre la presentación de la información (Becerra & Victorino, 2010).

En la educación, las tecnologías de la información y comunicación (TICs) que se combinan con contenido multimedia desarrollan herramientas para un aprendizaje más personal, innovador y enriquecedor durante la práctica educativa. Esta integración puede complementar los estudios y facilitar la comunicación e interacción entre docentes y estudiantes. Asimismo, permite crear, editar, gestionar, publicar y compartir contenidos e información con fines educativos a través de diversos canales digitales como foros, chats, blogs, wikis y redes sociales; y fomenta el trabajo individual, colaborativo y cooperativo. El potencial formativo aumenta con la implementación de un mayor número de sentidos y destrezas cognitivas, lo cual es posible con la multimedia (Calderón Pujadas, 2019).

La incorporación de componentes multimedia como texto, imágenes, audio, video y animaciones, en los materiales didácticos tiene efectos positivos en el proceso de aprendizaje. Dado que se ha demostrado que los estudiantes expuestos a este tipo de materiales retienen más información que aquellos que solo reciben instrucciones verbales, es decir, puede mejorar significativamente la retención de conocimientos y el recuerdo de la memoria, ya que se fortalece la asociación entre la información y el contexto en que se presenta. De hecho, un estudio de la Universidad del Sur de California encontró que los estudiantes que utilizaron recursos multimedia mostraron mayores niveles de compromiso e interés en la materia, esto se puede deber a que los componentes

multimedia pueden captar la atención de los estudiantes y mantenerlos motivados al presentar la información en diversos formatos que se adaptan a los diferentes estilos de aprendizaje (Gulrukh, 2023).

También, entre sus ventajas se encuentra la facilidad de adecuar el contenido a diversas modalidades e inclinaciones. Dicho de otro modo, se busca ajustar la información en una variedad de formas que favorezcan la asimilación del material según las preferencias de cada estudiante, ya sean visuales o auditivas (Gulrukh, 2023). Otro aspecto positivo es la capacidad de transformar conceptos abstractos en contenido más tangible y comprensible, presentando grandes cantidades de información en un tiempo limitado y con menos esfuerzo. Por su parte, este enfoque llega a aumentar el interés de los alumnos al combinar texto, símbolos, imágenes, audio, video y animaciones para mejorar la comprensión y memorización de temas complejos (Abdulrahman et al., 2020).

A su vez, los docentes pueden utilizar la multimedia para diseñar elementos especializados y rutas de aprendizaje personalizados que se adapten a las necesidades e intereses únicos de cada individuo, dando como resultado una mejora evidente en el proceso de formación y la satisfacción del estudiante, especialmente para aquellos con dificultades o desafíos durante su educación (Gulrukh, 2023).

Otro punto relevante es que las tecnologías multimedia permiten la implementación de diferentes metodologías pedagógicas para introducir temas, hacer demostraciones, estimular grupos, y ofrecer diversos tipos de texto de manera interactiva. Además, hay una transformación del rol del docente, en donde el uso de las TICs con el contenido multimedia convierte el entorno de enseñanza a uno centrado en el alumno. El profesor se convierte en un facilitador, un navegador de conocimientos y un coaprendiz, lo que resulta en una instrucción más productiva, interesante, motivadora e interactiva (Abdulrahman et al., 2020).

Más allá de sus ventajas, el uso de medios audiovisuales y tecnologías sin un criterio pedagógico puede llevar a una enseñanza unidireccional donde los alumnos sean meros receptores. Existe el riesgo de atribuir a la máquina un protagonismo desmedido, lo que podría disminuir la responsabilidad del profesor y comprometer la autonomía del estudiante. De hecho, el exceso de información en los contenidos multimedia puede ser un inconveniente si docentes y alumnos no dominan las destrezas de acceso y selección de datos, creando un efecto contrario al que se pretende (Becerra & Victorino, 2010). Por

ello, el uso de la multimedia debe basarse en principios didácticos para asegurar su integración coherente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Justificación de marco teórico

Con respecto a los términos abordados en el marco teórico, desde la presentación epistemológica de la educación y su importancia, la definición del estado del desempeño de las Matemáticas, hasta la relevancia del contenido multimedia dentro del aprendizaje, el propósito fue establecer un marco conceptual que servirá de base para el desarrollo del presente proyecto.

Definir la importancia de las Matemáticas dentro de la educación es establecer que esta asignatura va más allá de la resolución de ejercicios dentro del aula, siendo que esta es aplicada en todos los ámbitos de la vida diaria y profesional. Revisar su desempeño tanto a nivel mundial como a nivel nacional (Ecuador) establece que existe un problema vigente en la forma o en los métodos en los que se enseña esta disciplina. Por lo que, considerar la aplicación de la analítica del aprendizaje en ámbitos concretos, permitirá descubrir oportunidades y dirigir los esfuerzos con el fin de ayudar a los estudiantes a mejorar su rendimiento académico, no solo con el fin de obtener mejores calificaciones sino para evitar deficiencias y lograr una educación integral a lo largo de toda su vida estudiantil. Con base a datos, el redefinir el cómo se va a enseñar cada tema dentro de componentes como las unidades didácticas permite adaptar y focalizar el diseño instruccional según las necesidades de los alumnos. Asimismo, la integración de contenidos multimedia personalizados enriquece el material educativo al hacerlo más interactivo, accesible y significativo, siempre que todo esté sustentado en evidencia, y en una metodología definida y aceptada.

En la discusión anterior se ha presentado la base teórica del proyecto, permitiendo avanzar hacia la aplicación práctica. En el próximo capítulo se enfocará en la primera fase de este proceso, la aplicación de la analítica del aprendizaje.

CAPÍTULO 3

3 Aplicación de la analítica del aprendizaje

Tras la definición de la metodología y el planteamiento del marco teórico, el presente capítulo se adentra en la ejecución de la primera fase fundamental del proyecto, *la aplicación de la analítica del aprendizaje*. Con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados, esta fase busca constatar la relevancia de la LA en entornos de Matemáticas, permitiendo abordar contenidos pertinentes a la temática y a la audiencia. Además, se propone diagnosticar, mediante LA a fuentes de datos cuantitativas y cualitativas, el tema de Matemáticas de alto impacto y el grado específico de EGB que muestra un menor rendimiento, y finalmente, caracterizar las dificultades y oportunidades de aprendizaje específicas.

Este proceso es crucial, ya que se centra en un diagnóstico basado en datos, obteniendo una visión objetiva fundamentada en el análisis cuantitativo de los registros académicos institucionales, la encuesta y los datos del INEVAL, y en el análisis cualitativo de la encuesta realizada a los actores clave.

Para ello, en primer lugar, se describirá el proceso de preparación de los datos, se detallarán las técnicas de análisis empleadas y finalmente se presentarán los resultados que conducen a la selección del tema que será abordado en el diseño de la unidad didáctica multimedia.

3.1 Rendimiento histórico a partir de los datos del INEVAL

Con el objetivo de obtener una visión macro del rendimiento académico en Matemáticas y realizar una primera aproximación al nivel del dominio de los estudiantes, se procedió a analizar las bases de datos publicadas por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL). El propósito de este análisis es confirmar que, de manera histórica, Matemáticas es la asignatura con el menor rendimiento entre los estudiantes de la EGB.

Las bases de datos utilizadas corresponden a los resultados de la evaluación Ser Estudiante. Se utilizaron los datos públicos correspondientes de los años lectivos 2018-2019 hasta el 2023-2024, enfocándose específicamente en los 3 subniveles de la educación general básica, elemental, media y superior (4to, 7mo y 10mo). A continuación, de presentan las actividades realizadas para el análisis:

3.1.1 Procesamiento inicial de las bases de datos

Se crearon y utilizaron archivos *ipynb* (cuadernos de Jupyter) para realizar el análisis de cada una de las bases de datos. Estos archivos permiten combinar código, documentación, programación, gráficos, resultando en un documento interactivo. Además, el uso del lenguaje de programación Python en estos cuadernos facilitó el proceso de exploración y limpieza de los datos mediante la librería Pandas (Jupyter, s.f.).

Se manejó un archivo para cada uno de los años lectivos, 2018-2019, 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024, y la estructura general se presenta en el Anexo A. Es importante mencionar que para cargar las bases de datos correctamente se tomó como separador “;”, ya que generalmente las instituciones gubernamentales usan este separador en lugar de la “,” en archivos de texto simple que almacena datos en formato de tabla.

3.1.2 Análisis exploratorio de datos (EDA)

Dado que las bases de datos compartían una estructura lógica similar, fue posible estandarizar el proceso de análisis exploratorio de datos (EDA). Las actividades principales fueron:

- Contabilización del número de filas y columnas.
- Visualización del nombre de cada columna de la base de datos.
- Visualización del tipo de dato de cada una de las columnas.
- Verificación de valores nulos.
- Verificación de datos duplicados.
- Borrado de los registros con valor de “1” de la columna “estado_eval”, ya que la columna corresponde al estado de evaluación del sustentante y “1” equivale a “ausente”, por ende, este no agrega valor al análisis.
- Eliminación de columnas que no agregan valor al análisis, a partir de la revisión de la descripción de cada uno de los campos.
- Revisión de datos anómalos a partir de los resultados de la estadística descriptiva de las columnas numéricas.
- Revisión de los datos anómalos a partir de los resultados estadísticos de las columnas categóricas.

- Eliminación de los registros con el valor de “3” de la columna “grado”, ya que equivalen a tercero de bachillerato y en este proyecto se enfocará únicamente en los grados de 4to, 7mo y 10mo de EGB.

3.1.3 Integración de las bases de datos

Una vez realizados los análisis exploratorios individuales, se procedió a crear una base de datos que integrará los cinco años lectivos, con el fin de realizar el análisis histórico (Anexo B). Las actividades principales incluyen:

- Carga de las 5 bases de datos.
- Integración de las bases de datos mediante concatenación por filas. Se optó por combinar múltiples bases de datos (dataframes) apilándolos verticalmente, es decir, se tomaron las filas de una base de datos y se ubicaron debajo de las de otra, sucesivamente.
- Eliminación de columnas que no agregan valor al análisis.
- Revisión de datos anómalos a partir de los resultados de la estadística descriptiva de las columnas numéricas.
- Revisión de los datos anómalos a partir de los resultados estadísticos de las columnas categóricas.
- Identificación del valor “999999” como indicador de NULL (nulo o vacío).
- Eliminación de las filas que contengan el valor “999999” de la base de datos integrada, ya que distorsionan los resultados del análisis.
- Revisión de los tipos de datos.
- Conversión de las columnas “imat”, “ilyl”, “icn”, “ies” a tipo flotante.
- Verificación de la inexistencia de valores anómalos en los datos, asegurando que los valores de las columnas se encuentren dentro de los rangos establecidos.
- Renombramiento de las columnas para facilitar la comprensión del contenido que representan.
- Exportación de la versión integrada de la base de datos con la extensión .xlsx.

- Exportación de la versión integrada de la base de datos con la extensión .csv. En esta versión se especificó que las columnas “Matemática”, “Lengua y Literatura”, “Ciencias Naturales” y “Estudios Sociales” sean de tipo numérico flotante.

Las columnas finales para el análisis se presentan en el Anexo C, junto con su respectiva caracterización. Además, en el Anexo D se puede verificar los cambios realizados a los nombres de las columnas.

3.1.4 Creación del dashboard en Power BI

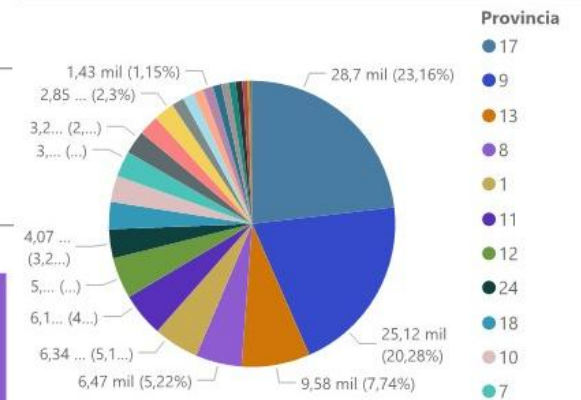
Una vez lista la base de datos integrada con los cinco años lectivos, se procedió a crear el dashboard interactivo en Power BI. Esta es una herramienta que permite visualizar, analizar datos, crear informes y dashboards interactivos para entender la información de manera más gráfica (Power BI, s.f.). La Figura 6 muestra una visión general de los resultados obtenidos a través del dashboard.

Análisis histórico de los resultados de la evaluación Ser Estudiante

Ciclo	Promedio de Matemática	Promedio de Lengua y Literatura	Promedio de Ciencias Naturales	Promedio de Estudios Sociales
2018-2019	668,32	715,52	701,94	688,31
2020-2021	706,05	714,48	707,05	706,78
2021-2022	693,31	684,69	695,85	682,65
2022-2023	689,16	682,29	679,19	684,20
2023-2024	689,76	692,86	683,91	690,90
Total	687,67	693,57	688,32	688,44



Participación por provincia



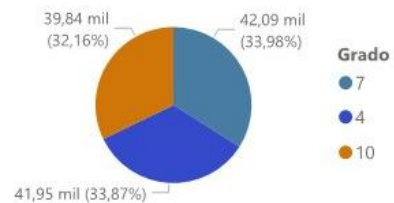
Recuento por sexo



687,67

Promedio de Matemática

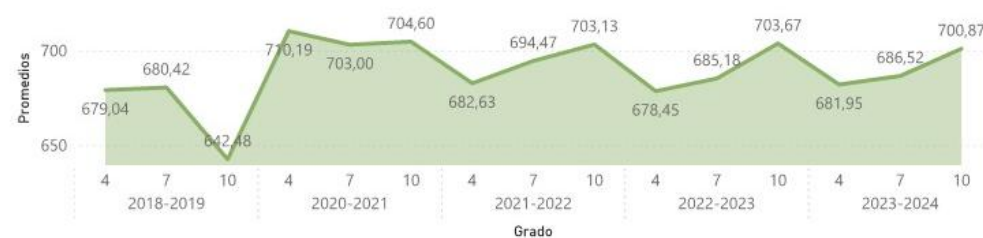
Grados evaluados



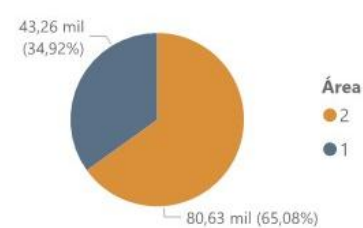
Proporción por tipo de institución



Promedio de Matemáticas por ciclo y grado



Recuento de área



Índice socioeconómico

3

2555

Recuento de Institución Educativa

Figura 6. Dashboard de los resultados de la evaluación Ser Estudiante

Los resultados obtenidos del análisis de la evaluación Ser Estudiante, visualizados en el dashboard, confirman de manera histórica que Matemáticas es la asignatura con el rendimiento más bajo, considerando los datos recopilados durante los 5 años lectivos y las 2 555 instituciones educativas evaluadas. También, se puede observar que hay un menor rendimiento en 4to y 7mo grado con respecto a 10mo a partir de los años 2021-2022 al 2023-2024. Por su parte, se evidencia que hay una distribución ecuánime con respecto a la distribución de cada grado evaluado de EGB, al igual, que una distribución pareja con respecto al sexo de los estudiantes evaluados. Finalmente, se revela que, en mayor proporción, las instituciones de sostenimiento tipo fiscal son las que más participan en estas evaluaciones.

3.2 Rendimiento a partir de registros académicos institucionales

Una vez demostrado, a partir del análisis de las pruebas nacionales, que Matemáticas es la asignatura con el rendimiento más bajo, el siguiente paso consiste en analizar los registros académicos de instituciones educativas. El propósito de esta fase es validar, refinar y profundizar los hallazgos en el contexto real del aula, así como identificar el grado específico con el menor rendimiento en Matemáticas dentro de la EGB, con el fin de orientar la unidad didáctica hacia el subnivel educativo que requiera mayor atención.

3.2.1 Caracterización de los datos

Se obtuvo acceso a los registros académicos de tres instituciones educativas particulares de Ecuador. Esto se logró mediante un convenio de colaboración con el Instituto SantaFe, garantizando en todo momento la confidencialidad de la información. Los datos obtenidos corresponden a las calificaciones de los años lectivos 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022 y 2023-2024.

3.2.2 Preparación de los datos y proceso de anonimización

Los datos fueron recibidos en archivos de Excel (.xlsx), uno por cada grado. Por lo que, el primer paso fue la integración de los registros en uno solo, es decir, los datos fueron consolidados en una matriz única que facilitará el análisis general. Una vez integrados los datos, en cumplimiento con los protocolos de ética de la investigación, se procedió a anonimizar cada uno de los registros. A cada estudiante se le asignó un código alfanumérico único, que corresponde al grado del registro (EGBXX). Este proceso se realizó para todos los registros académicos otorgados por las 3 instituciones educativas.

3.2.3 Técnicas de análisis aplicadas

Una vez creada la matriz única de datos con los identificadores estandarizados para cada uno de los registros de los estudiantes, se procedió a crear tablas dinámicas en Excel, permitiendo resumir, analizar y explorar los conjuntos de datos. De modo que, se facilitó la agrupación, aplicación de filtros y el cálculo de los promedios por grados, lo que agilizó su comparación, y visualización de patrones y tendencias. Además, se aplicó el formato condicional, escala de colores, para visualizar los valores de cada celda con respecto a un rango establecido.

3.2.4 Resultados obtenidos

En el primer registro analizado, correspondiente al año lectivo 2023-2024, se comparó el rendimiento de Matemáticas con las asignaturas de Lengua y Literatura, Estudios Sociales y Ciencias Naturales. En la Figura 7, se presenta el mapa de calor elaborado.

Grado	Promedio de Lengua y Literatura	Promedio de Ciencias naturales	Promedio de Estudios sociales	Promedio de Matemática
EGB02	9,78	9,95	9,90	9,81
EGB03	9,72	10,00	9,99	9,33
EGB04	8,94	9,62	9,47	9,13
EGB05	8,23	9,06	8,94	8,36
EGB06	8,21	8,38	8,39	8,44
EGB07	8,42	8,90	8,74	8,17
EGB08	8,12	8,12	8,07	8,32
EGB09	8,14	7,96	8,70	7,74
EGB10	8,23	8,26	8,32	7,82
Total general	8,57	8,83	8,87	8,50

Figura 7. Mapa de calor primer registro

Nota: El mapa de calor muestra los colores del verde al rojo, donde los valores más bajos son rojos y los más altos son verdes.

Los resultados revelaron que Matemáticas tiene el promedio más bajo con respecto a las otras asignaturas. Además, dentro de los grados analizados, 9no grado fue el que presentó el rendimiento más bajo entre todos.

El segundo registro corresponde a las calificaciones de la asignatura de Matemáticas del año lectivo 2017-2018. En la Figura 8 se presenta la información obtenida.

Promedio de Matemáticas Grado	Año lectivo		
	2017	2018	Total general
EGB02	9,06		9,06
EGB03	9,38	9,36	9,37
EGB04	9,32	9,28	9,30
EGB05	8,49	8,82	8,71
EGB06	8,53	8,38	8,48
EGB07	8,54	8,19	8,33
EGB08	7,68	7,33	7,52
EGB09	7,50	7,28	7,39
EGB10	7,42	7,57	7,53
Total general	8,43	8,25	8,34

Figura 8. Mapa de calor segundo registro

En el segundo registro, los resultados revelaron que el nivel de educación básica superior tiene un menor rendimiento en general, en específico, al igual que el primer registro, 9no grado es el que tiene el rendimiento más bajo entre todos.

El tercer registro corresponde a las calificaciones de la asignatura de Matemáticas de los años lectivos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022. En la Figura 9, se presenta el mapa de calor elaborado.

Promedio de Matemáticas Grado	Año lectivo				
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	Total general
EGB02	8,10		4,80	4,90	5,93
EGB03	8,30	8,50	5,50	5,60	6,98
EGB04	7,10	8,20	7,10	7,10	7,38
EGB05	6,80	7,80	6,70	4,00	6,33
EGB06	7,60	7,70	5,20	2,90	5,85
EGB07	8,20	8,40	6,10	2,50	6,30
EGB08	7,70	8,10	5,90	4,10	6,45
EGB09	7,70	7,40	7,00	3,00	6,28
EGB10		6,10	6,70	1,90	4,90
Total general	7,69	7,78	6,11	4,00	6,31

Figura 9. Mapa de calor tercer registro

Los resultados revelaron que, durante los años lectivos 2020-2021 y 2021-2022, el aprendizaje de Matemática se vio afectado por la pandemia del Covid-19, lo cual se reflejó en los promedios obtenidos. Considerando este antecedente y los promedios del 2018-2019 y 2019-2020, se puede observar un promedio menor en el subnivel de educación básica superior.

3.3 Percepción de actores clave

Tras identificar el grado con menor rendimiento en Matemáticas, 9no grado, se determinaron ciertos temas clave que se presentan durante el mismo. La tercera fase del diagnóstico se enfoca en el análisis de la percepción de los actores clave. El propósito de aplicar una encuesta es triangular los hallazgos cuantitativos con la experiencia y juicio profesional de los encuestados.

Este paso es fundamental para identificar el tema de alto impacto y su vinculación con otros temas dentro de la asignatura.

3.3.1 Participación e instrumento

La encuesta fue distribuida digitalmente entre los meses de mayo y junio de 2025 a los actores clave que tienen relación con el ámbito educativo en Ecuador y la región. El instrumento utilizado fue un cuestionario estructurado de 12 preguntas (Anexo E). Las 4 primeras preguntas son descriptivas para contextualizar a los actores clave. Las 7 preguntas siguientes son de tipo cerrada, ya que se ofrecen opciones predefinidas y requieren elegir una sola o varias respuestas. Ciertas preguntas solicitan a los encuestados que clasifiquen el nivel de dificultad o vinculación de los temas planteados. La última pregunta planteada es una de tipo abierta, que tiene el propósito de otorgar un espacio para que la muestra exprese las dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas en caso de que lo deseen.

Se obtuvieron un total de 100 respuestas completas y válidas para el análisis. Los roles principales de la muestra son docentes, seguidos de directivos o coordinadores académicos y padres/madres/representantes legales. A su vez, la mayor parte (37,11%,) de la muestra se caracteriza por tener una experiencia enseñando de entre 16 a 25 años siendo y el 50% ejerce o ejerció principalmente su docencia en instituciones de sostenimiento fiscal. En su mayoría, el rango de edad de los encuestados se encuentra entre los 40 a 50 años (41%), y más de 50 años (39%).

3.3.2 Procesamiento y técnicas de análisis de datos

El análisis de la encuesta tuvo dos aspectos:

- **Análisis cuantitativo:** Las respuestas a las preguntas cerradas (escalas Likert, selección y ranking) fueron procesadas utilizando QuestionPro, software web para la creación y distribución de encuestas. La herramienta facilitó el recuento de las respuestas y la visualización de las tendencias a través de mapas de calor, gráficos de barras y de pastel.
- **Análisis cualitativo:** Las respuestas a la pregunta abierta, donde la muestra expresaba las dificultades con respecto a la educación en Matemáticas, fueron sometidas a un análisis de contenido temático. Este proceso implicó una lectura sistemática de todas las respuestas para identificar ideas recurrentes. Las respuestas revelaron la falta de estrategias innovadoras, la preocupación de la falta de dominio en operaciones básicas, el efecto de la presencia de la inteligencia artificial en la educación, la dependencia de memorización de los temas, prácticas para reforzar temas clave y evitar estrés.

3.3.3 Presentación de resultados – preguntas cerradas

Los resultados de la encuesta (preguntas cerradas) se presentan a continuación:

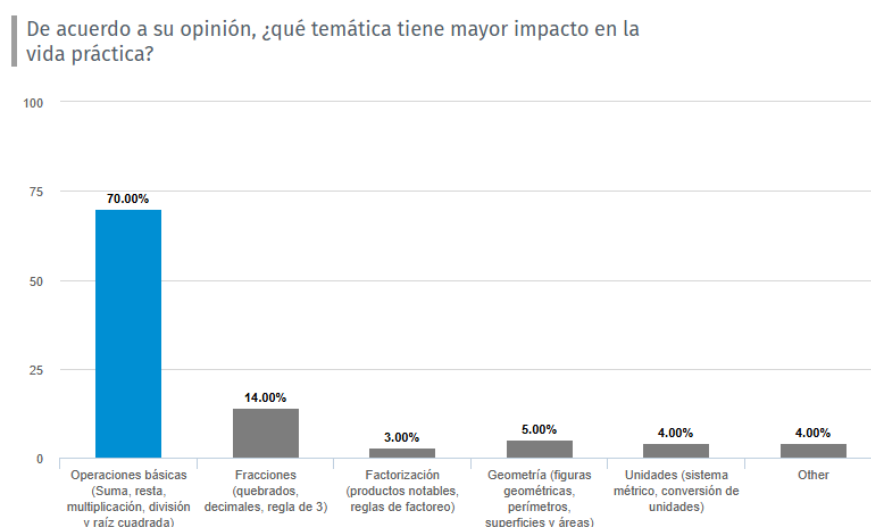


Figura 10. Temática de mayor impacto en la vida práctica

El gráfico de barras (Figura 10) muestra que el 70% de los participantes considera a las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división y raíz cuadrada) como la temática de mayor impacto en la vida práctica. Aunque con un porcentaje menor del 14%, en segundo lugar, se encuentran las fracciones (quebrados, decimales, regla de 3).

Impacto en años posteriores: Por favor, califique cada tema según la importancia o criticidad que usted considera que tiene a lo largo de los siguientes años de escolaridad.

Statement	Poco Crítico	Moderadamente Crítico	Muy Crítico	Esencial	Overall
Porcentajes	3 3%	15 15%	24 24%	58 58%	100 100%
Figuras geométricas	4 4%	26 26%	25 25%	45 45%	100 100%
Conversión de unidades	4 4%	24 24%	32 32%	40 40%	100 100%
Productos notables	19 19%	28 28%	23 23%	30 30%	100 100%
Función lineal	16 16%	21 21%	25 25%	38 38%	100 100%

Figura 11. Criticidad del tema años escolares

Nota: Los temas serán clasificados de Poco crítico a Esencial.

El mapa de calor (Figura 11) indica que el 58% de la muestra considera Esencial a los Porcentajes según su importancia o criticidad a lo largo de los años de escolaridad. Seguido,

igual a nivel de Esencial, se encuentran Figuras geométricas con 45% y Conversión de unidades con 40%.

Nivel de Vinculación entre temas: Para cada tema, indique qué tan vinculado considera que está con los otros temas de Matemáticas DENTRO de la EGB, es decir, qué tanto es el tema un prerequisite para múltiples temas posteriores.

Statement	Ninguna Vinculación	Baja Vinculación	Vinculación Moderada	Alta Vinculación	Overall
Raíz cuadrada	4 4%	28 28%	46 46%	22 22%	100 100%
Fracciones	0 0%	9 9%	33 33%	58 58%	100 100%
Funciones trigonométricas	3 3%	24 24%	53 53%	20 20%	100 100%
Probabilidades	2 2%	18 18%	48 48%	32 32%	100 100%
Estadística	0 0%	9 9%	40 40%	51 51%	100 100%



Figura 12. Nivel de vinculación con temas de Matemáticas

Nota: Los temas serán clasificados de Ninguna vinculación a Alta vinculación.

El mapa de calor (Figura 12) indica que el 58% de la muestra considera de Alta Vinculación a las Fracciones, según qué tan vinculado se considera el tema con otros temas de Matemáticas dentro de la EGB, es decir, qué tanto es el tema un prerequisite para múltiples temas posteriores. Seguido se encuentra Estadística con 51% de Alta vinculación y Funciones trigonométricas con el 53% de Vinculación moderada.

Dificultad percibida para los estudiantes: Según su experiencia, clasifique qué tan difícil es para los estudiantes los siguientes temas.

Statement	Muy fácil	Moderadamente fácil	Moderadamente difícil	Muy difícil	Overall
Tablas de multiplicar	8 8%	37 37%	51 51%	4 4%	100 100%
Quebrados	3 3%	26 26%	51 51%	20 20%	100 100%
Cálculo de superficies geométricas	3 3%	33 33%	47 47%	17 17%	100 100%
Conversión de unidades	6 6%	28 28%	53 53%	13 13%	100 100%
Uso de la regla de 3	8 8%	39 39%	41 41%	12 12%	100 100%



Figura 13. Nivel de dificultad para los estudiantes

Nota: Los temas serán clasificados de Muy fácil a Muy difícil.

El mapa de calor (Figura 13) indica que solo el 20% de la muestra considera Muy difícil a los Quebrados, según la experiencia de los actores con respecto a qué tan difícil es para los estudiantes los temas planteados. Sin embargo, los participantes clasificaron los siguientes temas en Moderadamente difícil, Conversión de unidades con 53%, Quebrados con 51% y Tablas de multiplicar con 51%.

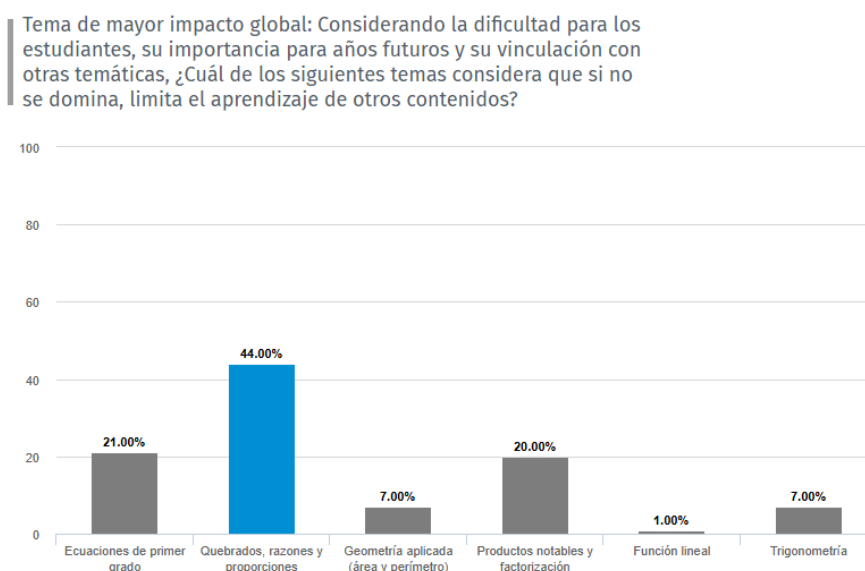


Figura 14. Tema de mayor impacto global

El gráfico (Figura 14) revela que el 44% considera a los Quebrados, razones y proporciones como el tema que, si no se domina, limita el aprendizaje de otros contenidos. Seguido están las Ecuaciones de primer grado con el 21%.

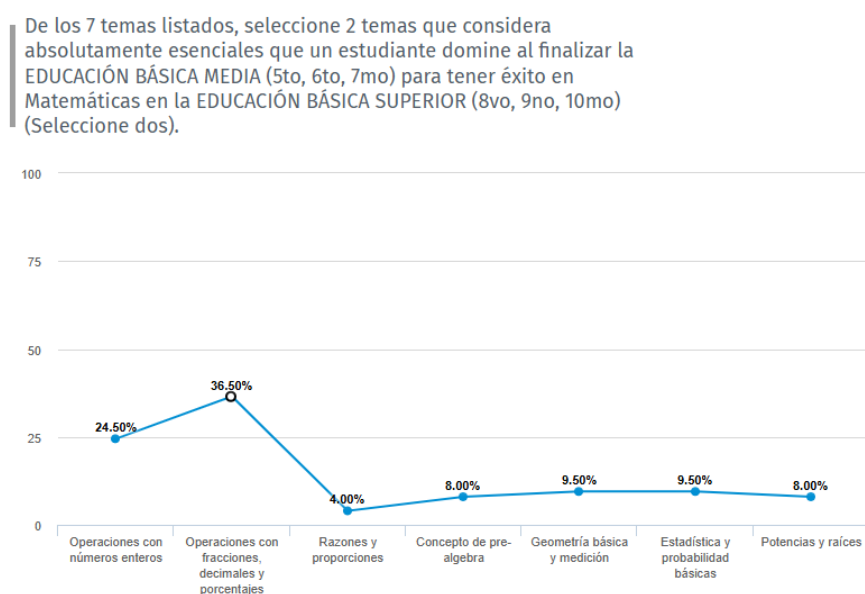


Figura 15. Selección de temas a dominar en EGB

Nota: Se presentaron 7 temas, de los cuales se les solicitaba a los encuestados seleccionar 2 temas esenciales que un estudiante domine al finalizar la educación básica media (5to, 6to, 7mo) para tener éxito en Matemáticas en la educación básica superior (8vo, 9no, 10mo).

El gráfico (Figura 15) muestra que los dos temas más seleccionados con respecto a su relevancia en la educación básica media para la educación básica superior son Operaciones con fracciones, decimales y porcentajes con 36,5% (recuento de 73) y Operaciones con números enteros con 24,5% (recuento de 49).

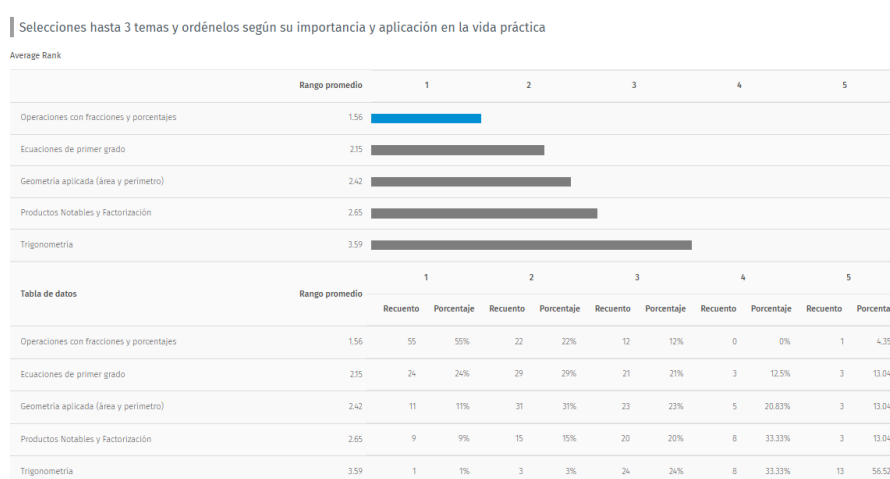


Figura 16. Selección del tema según su importancia y aplicación en la vida práctica

Nota: La pregunta solicitaba la selección de tres temas, y se debían ordenar según su importancia y aplicación en la vida práctica.

El gráfico (Figura 16) revela que el 55% de los participantes clasificaron a las Operaciones con fracciones y porcentajes en primer lugar. En segundo lugar, se encuentra Geometría aplicada (áreas y perímetros) con el 31% y en tercer lugar Trigonometría con 24%.

3.3.4 Presentación de resultados – pregunta abierta

La pregunta abierta planteada en la encuesta fue *Si desea agregar algún comentario sobre las dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas en la Educación General Básica*. Las respuestas útiles que se analizaron de dicha pregunta fueron 37, de las cuales se revisó los temas más comunes para determinar su frecuencia. A continuación, se presentan los resultados:

Tabla 1*Temas identificados de la encuesta*

Tema principal	Descripción	Respuestas	Frecuencia
Actitud y razonamiento del estudiante	Se menciona la falta de interés, la dependencia de la memorización, la falta de razonamiento lógico y el uso excesivo de herramientas como la IA que impiden el desarrollo de destrezas.	“Falta de práctica por parte de los estudiantes, todo se memorizan”, “Sin interés por parte de estudiantes”, “La mayor dificultad que se presenta es la falta de razonamiento para resolver problemas”.	Muy alta
Bases y conocimientos fundamentales	Una preocupación recurrente es la falta de dominio de las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división), fracciones y decimales, la cual dificulta el aprendizaje de temas más avanzados como el álgebra.	“Las operaciones básicas, los quebrados, decimales son conocimientos imprescindibles”, “Es fundamental cimentar los conceptos fundamentales como operaciones con números enteros y números quebrados”.	Muy alta
Rol y preparación del docente	Varios comentarios apuntan a la falta de preparación, conocimiento y dominio de técnicas por parte de los docentes como una causa principal de las dificultades de los estudiantes.	“La principal dificultad... es la escasa preparación o poco conocimiento de esa área... por gran parte del personal docente nuevo”, “La falta de preparación de los docentes en el dominio de técnicas y recursos”.	Alta

Tema principal	Descripción	Respuestas	Frecuencia
Metodología y práctica docente	Se critica la falta de estrategias innovadoras, el enfoque en la memorización y la poca aplicación práctica. Se sugiere usar métodos como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y material concreto.	“Se debe aplicar más el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)”, “Se ha enseñado las matemáticas desde un enfoque en que 2 más dos son 4, pero no se ha explicado el por qué”, “La forma de enseñar marca la diferencia”.	Alta
Uso de tecnología	La tecnología aparece en dos aspectos, por un lado, se critica que los estudiantes la usan para evitar el esfuerzo (IA, calculadoras). Por otro lado, se sugiere un mayor uso de herramientas tecnológicas para hacer las clases más dinámicas.	“Los estudiantes utilizan mucho la inteligencia artificial, y no dejan desarrollar sus destrezas”, “Más práctica con el uso de herramientas tecnológicas”.	Media

La Tabla 1 recopila los temas más mencionados por los encuestados, metodología y práctica docente, bases y conocimientos fundamentales, rol y preparación del docente, actitud y razonamiento del estudiante, y uso de tecnología. Esta clasificación permite evidenciar las dificultades que se consideran más relevantes para la muestra encuesta. Estos aspectos clave identificados son fundamentales para el diseño instruccional de la unidad.

A su vez, se realizaron otros tipos de análisis como una nube de palabras para visualizar los términos más frecuentes (Figura 17). También, un gráfico de barras (Figura 18) horizontales para visualizar la frecuencia de cada tema y un gráfico de pastel (Figura 19) para ver la distribución porcentual de los temas, en el Anexo F se puede ver el código utilizado para crear estos gráficos.

Nota: Es posible que dentro de una misma respuesta se pueda contener varios temas identificados.

En el gráfico de barras se ve la “popularidad” de cada tema entre los encuestados. Se puede evidenciar que hay una jerarquía clara de preocupaciones, entre los dos primeros temas sobre una posible brecha significativa, bases y conocimientos fundamentales, y actitud y razonamiento del estudiante.

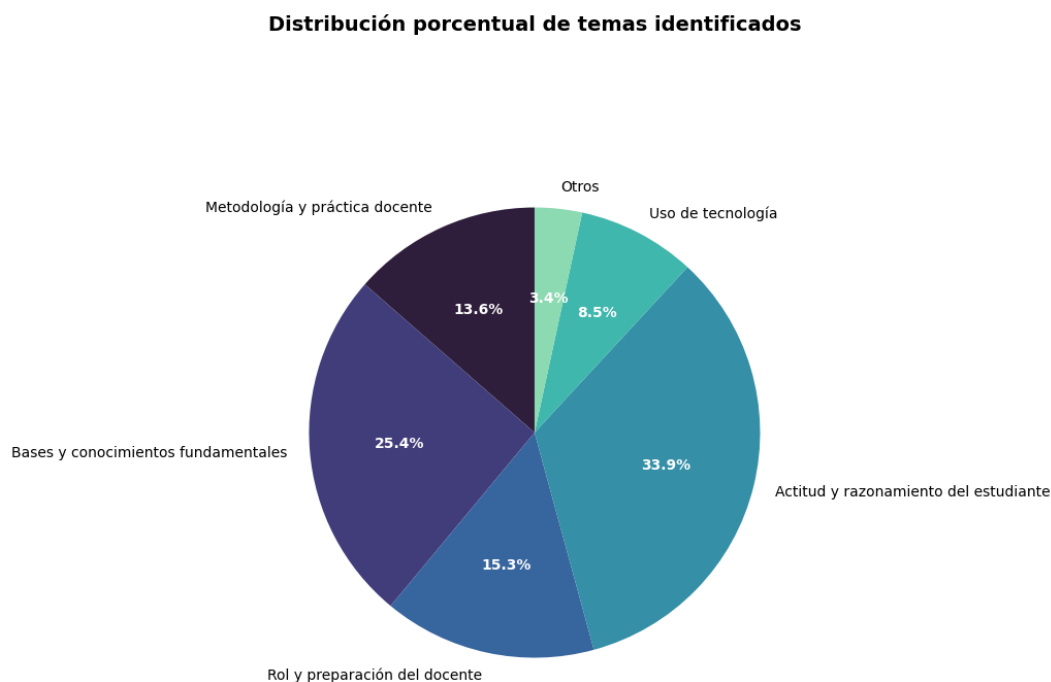


Figura 18. Gráfico de pastel distribución de temas

Nota: Es el porcentaje total de cada tema, cada sector muestra qué porcentaje representa cada tema.

El gráfico de pastel revela que los dos primeros temas concentran casi el 60% de las menciones, sin embargo, no hay dominancia absoluta de un tema en específico.

Tabla 2*Resumen de temas identificados*

Tema	Frecuencia	Porcentaje
Actitud y razonamiento del estudiante	20	33.90%
Bases y conocimientos fundamentales	15	25.40%
Rol y preparación del docente	9	15.30%
Metodología y práctica docente	8	13.60%
Uso de tecnología	5	8.50%
Otros	2	3.40%
Total	59	100%

A partir del análisis cualitativo de las respuestas se pudo determinar que la actitud y razonamiento de los estudiantes es una preocupación central ya que se relaciona directamente con su motivación. Las bases matemáticas fundamentales requieren fortalecimiento, especialmente en operaciones básicas. La preparación docente es identificada como un factor crítico y el uso de tecnología presenta tanto desafíos como oportunidades.

Análisis de resultados

Finalmente, con las tres fuentes de información, los resultados de la prueba Ser Estudiante del INEVAL, los registros académicos y los resultados de la encuesta aplicada, se procedió a la triangulación de los datos, es decir, el análisis de múltiples fuentes y perspectivas con el fin de lograr una comprensión integral del problema.

En primera instancia, se confirmó que Matemáticas es la asignatura con el promedio más bajo de manera histórica a nivel nacional. El análisis de los registros académicos reveló que, dentro de los niveles de EGB, el subnivel de la educación superior (8vo, 9no y 10mo grado) presenta un menor rendimiento en Matemáticas en comparación con los demás. Este resultado es comprensible debido a que en este subnivel se abordan contenidos más complejos. Sin embargo,

se observó que, a diferencia de 8vo y 10mo grado, 9no tiene un promedio general más bajo. Esto podría indicar un posible problema en la comprensión de temas en niveles anteriores.

Los resultados cuantitativos y cualitativos de la encuesta demostraron aspectos y oportunidades clave para el desarrollo de la unidad. En primer lugar, a partir de la experiencia de los actores clave, el análisis de las preguntas cerradas dio como resultado que el tema con mayor vinculación y criticidad dentro de los niveles de la educación y en la vida práctica es las “Fracciones”. Por su parte, el análisis de la pregunta abierta permitió evidenciar ciertos “insights” u observaciones clave, que constituyen oportunidades relevantes para la implementación de estrategias o prácticas para desarrollar el razonamiento lógico, el fortalecimiento de las bases matemáticas fundamentales (operaciones básicas), la mejora en la capacitación del docente en la didáctica matemática, la adopción de metodologías más innovadoras y, por último, el establecer un uso equilibrado de la tecnología. Este último punto revela un factor clave dentro del propósito del proyecto presentado, el cual no busca reemplazar a los docentes mediante la incorporación de la tecnología dentro del aula. Se trata de una herramienta didáctica digital e interactiva, diseñada especialmente para apoyar a los docentes en la consolidación y mejora de la enseñanza de conceptos matemáticos, a partir de datos y un análisis detallado. Con este enfoque, se orienta hacia la formación continua, promoviendo prácticas pedagógicas más sólidas y eficaces.

La fase de analítica, a partir de los patrones y resultados identificados, ha ofrecido una visión profunda y objetiva del panorama actual. Teniendo en cuenta estos hallazgos, el capítulo siguiente tratará de la construcción de la solución a través de un diseño instruccional a medida.

CAPÍTULO 4

4 Diseño de la unidad didáctica multimedia

4.1 Recopilación de fundamentación pedagógicas y didáctica del tema

Con los resultados presentados en el capítulo anterior, se inició con la fase 2, diseño de la unidad didáctica multimedia, que consiste en recopilar y analizar diferentes tipos de materiales educativos. En esta sección, se utilizaron dos tipos de recursos pedagógicos para definir tanto el diseño curricular como el diseño instruccional de la unidad didáctica multimedia.

4.1.1 Revisión y evaluación de las mallas curriculares

Como parte de los recursos pedagógicos que se revisaron, se encuentran las mallas curriculares del año 2019 de los subniveles preparatoria, elemental, media y superior otorgados por el Ministerio de Educación. El proceso de revisión se divide en 2 fases:

1. Análisis y sistematización del currículo
2. Cuantificación de temas y visualización

Fase 1: Análisis y sistematización del currículo

De cada documento analizado, se enfocó exclusivamente en el área de Matemáticas. Para cada subnivel se identificaron los tres bloques curriculares principales de los cuales se organiza el área, Álgebra y Funciones, Geometría y Medida, y Estadística y Probabilidad.

Cada currículo define las Destrezas con Criterios de Desempeño (DCD), las cuales fueron revisadas para cada grado escolar. Cada DCD, por ejemplo, “M.3.1.44. Resolver adiciones y sustracciones con fracciones homogéneas y heterogéneas...”, representa un objetivo de aprendizaje específico y medible. Se clasificó cada DCD dentro de las áreas temáticas analizadas (Fracciones, Decimales, Número Racional, Álgebra, Geometría, Estadística y Probabilidad). Se organizaron estas DCDs de forma progresiva, desde 1ero de Preparatoria hasta 10mo de Superior. Esto permitió ver cómo un concepto se introduce por primera vez, cómo se desarrolla en grados posteriores y cuándo se considera una habilidad consolidada. Se establecieron criterios para el conteo de los temas. Es decir, cada DCD debe centrarse en el tema que se está cuantificando, y las destrezas deben representar un concepto, habilidad o procedimiento nuevo o significativamente distinto dentro de dicho tema. En caso de que varias DCD sean muy similares o sean una continuación incremental, no se tomarán en cuenta, ya que se enfocará aquellas DCD que introduzcan nuevos bloques de aprendizaje.

Fase 2: Cuantificación de temas y visualización

Una vez contabilizada la introducción de nuevos bloques de aprendizaje, se procedió a realizar una visualización cuantitativa. Por lo que, se seleccionó el mapa de calor como técnica de visualización para representar la *densidad* o *presencia* de los temas en el currículo, ya que a partir de la intensidad de los colores se podrá identificar rápidamente los grados y temas con mayor concentración de objetivos de aprendizaje. El uso de esta técnica pretendía responder a la pregunta *¿En qué grado pone la malla curricular mayor énfasis en cada tema y cómo se compara ese énfasis entre diferentes temas y grados?*

La presencia de cada tema en el mapa de calor se basa en su conteo, el cual se determinó a partir de:

- **Conteo de DCD:** La presencia de un tema en un grado específico se midió contando cuántas DCD distintas están dedicadas principalmente a este. Cada una de ellas introduce una habilidad, concepto o procedimiento nuevo y específico, sumando 1 al conteo de ese grado.
- **Criterio de categorización temática:** Cada DCD fue clasificada a una de las categorías definidas (Fracciones, Decimales, Número Racional, Álgebra, Geometría, Estadística y Probabilidad) según su objetivo de aprendizaje principal.
- **Criterio de novedad contra aplicación:** Este criterio es crucial para comprender la progresión en los grados superiores, ya que el conteo se enfoca en destrezas que introducen un concepto o una habilidad nuevos dentro de cada tema.

Este conjunto de criterios se aplicó de la manera más consistente posible a todos los temas y a todos los grados para asegurar que la comparación visual fuera equitativa y significativa. En la Tabla 3 se puede visualizar la contabilidad de los temas y en la Figura 20 el mapa de calor desarrollado, en el Anexo G se puede visualizar el código implementado para crear el gráfico.

Tabla 3

Presencia de las áreas temáticas a lo largo de los grados de la EGB

Área Temática	1ero	2do	3ro	4to	5to	6to	7mo	8vo	9no	10mo
Fracciones	0	2	6	3	8	6	3	4	1	0
Decimales	0	1	3	4	5	3	1	0	2	1
Núm. Racionales (Q)	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0
Álgebra	1	3	4	3	6	3	3	3	5	5
Geometría	3	5	5	5	6	3	4	3	3	4
Estadística y Prob.	0	2	2	3	3	2	2	3	3	3

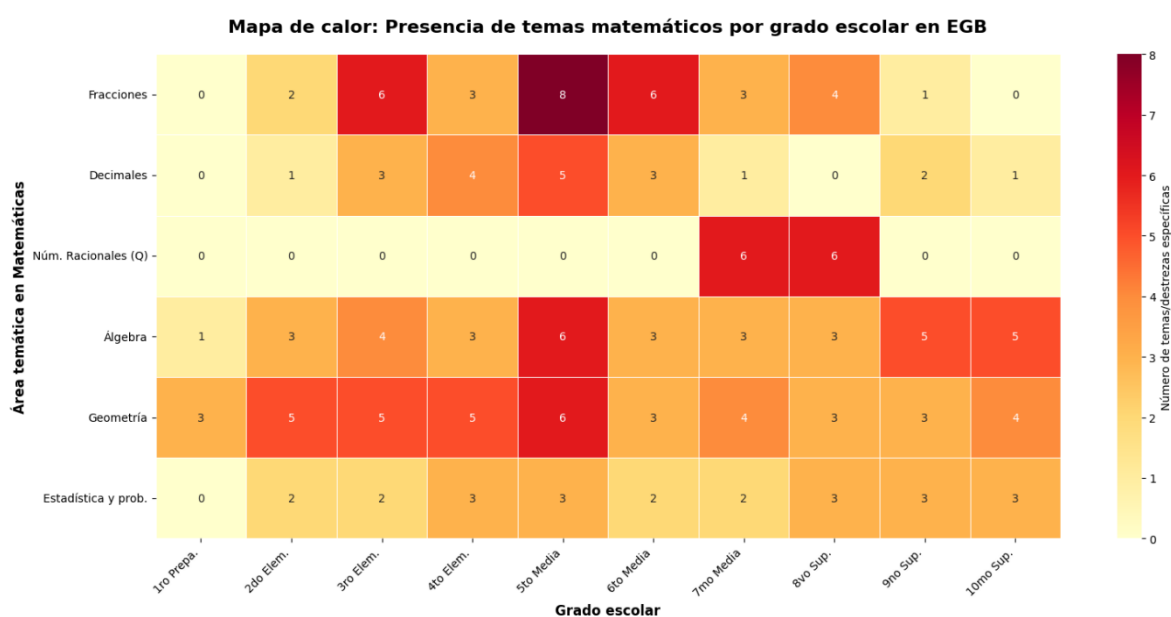


Figura 19. Mapa de calor de las áreas temáticas de los grados de la EGB

El mapa de calor es el resultado de un análisis sistemático y cuantitativo de los objetivos de aprendizaje explícitos (DCD) de las mallas curriculares. Este facilita la visualización del flujo y la intensidad de la instrucción de diferentes temas matemáticos a lo largo de la EGB. Se reveló que las fracciones tienen mayor concentración de introducción de nuevos temas en 5to grado de educación media, lo que asegura su comprensión antes del estudio de los números racionales, el álgebra y otras áreas en años posteriores.

Para complementar el análisis realizado a partir del mapa de calor, se elaboró una matriz de correlación utilizando los mismos datos, la cual se presenta en la Figura 21.

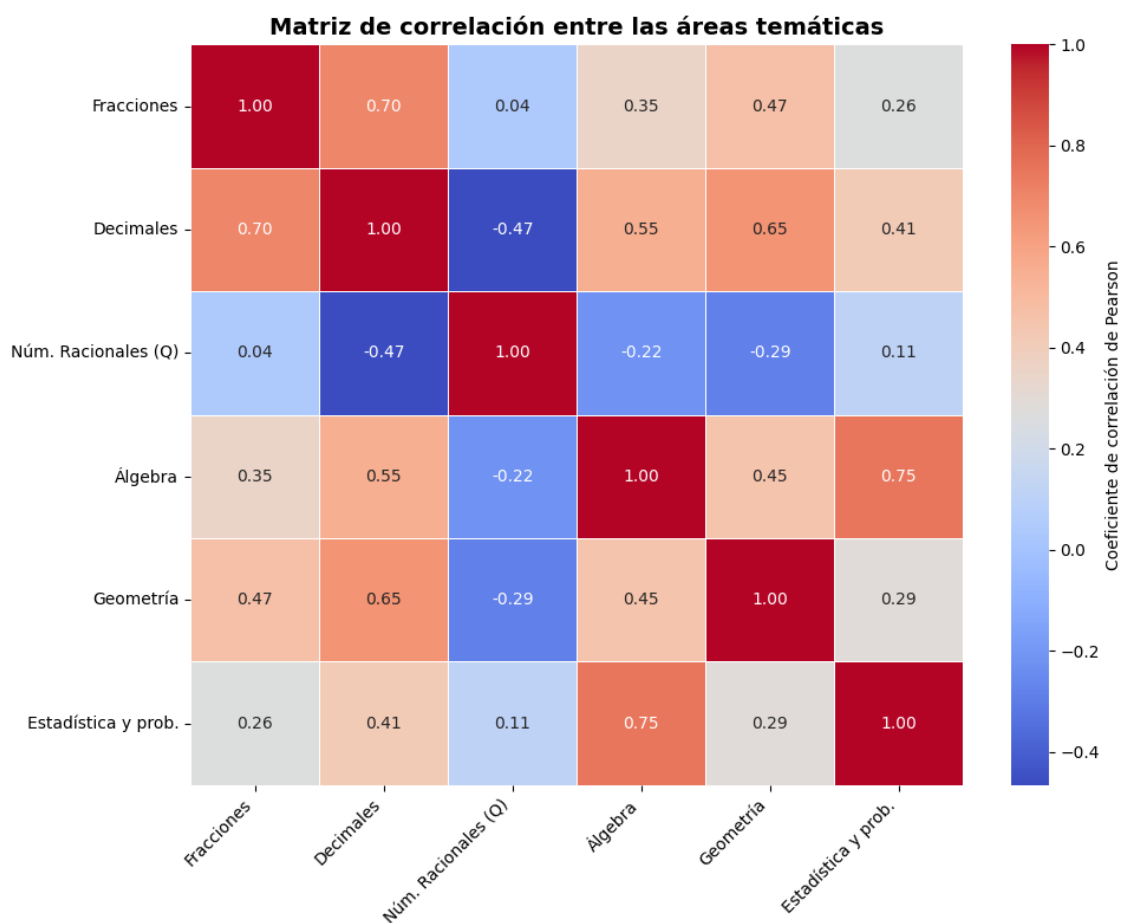


Figura 20. Matriz de correlación de las áreas temáticas de la malla curricular

Nota: El coeficiente de correlación de Pearson, oscila del -1 al 1. Las cifras cercanas a 1 indican una relación lineal positiva, es decir, a medida que una variable aumenta, también la otra. El -1 indica lo contrario, una relación lineal negativa, es decir, a medida que una aumenta, la otra disminuye, y el 0 significa que no hay una relación lineal entre las variables.

La matriz de correlación revela ciertas correlaciones positivas fuertes entre las áreas temáticas evaluadas. Entre álgebra y estadística y probabilidad hay una correlación de 0.75, siendo la más alta. Esto sugiere que el currículo tiende a incrementar el énfasis en ambos temas en etapas similares. Además, ambos tienen una presencia constante que se intensifica en los grados superiores. También, la correlación de 0.70 entre fracciones y decimales, es una correlación fuerte y esperada, ya que confirma que la enseñanza de fracciones y decimales está asociada. Se entiende que en los grados donde se profundiza en fracciones también se trabaja con decimales, lo que refleja la estrecha relación entre estos conceptos. Otra correlación positiva

fuerte es entre decimales y geometría con 0.65, esto sugiere que el currículo hace énfasis en las dos temáticas al mismo tiempo. Esto tiene sentido, ya que la geometría al implicar mediciones se expresa comúnmente mediante números decimales.

Entre las correlaciones negativas, la más significativa se encuentra entre decimales y números racionales (Q) con -0.47. Se revela y se llega a entender que la decisión pedagógica que se plantea es, primero la construcción de una base sólida de conocimientos sobre los decimales en los subniveles elemental y media, y posteriormente, se introduce el concepto formal de números racionales (Q) en 7mo y 8vo grado para unificar y estructurar todo lo aprendido. Por su parte, la correlación entre fracciones y números racionales (Q), es de 0.04, siendo casi nula. Esta baja correlación es interesante ya que confirma que el ciclo de enseñanza de formalización de temas de fracciones en 5to grado es distinto e independiente al ciclo de introducción formal de números racionales en 7mo y 8vo grado. A pesar de que, los números racional engloban a las fracciones, el currículo los trata en momentos pedagógicos diferentes.

La matriz de correlación confirma que el currículo de matemáticas está diseñado en bloques con picos de intensidad específicos, es decir, no se enseñan todos los temas de manera uniforme, sino a partir de fases o ciclos. En la educación elemental y media se hace énfasis en la aritmética con fracciones, decimales y geometría. Al final de la educación media e inicio de la superior, se introducen los números racionales para consolidar lo aprendido. Y en general en la educación superior se tiene aplicaciones más avanzadas con el álgebra y la estadística que utilizan las herramientas numéricas antes aprendidas.

4.1.2 Análisis documental de material bibliográfico

Para fundamentar el diseño instruccional de la unidad didáctica multimedia, se realizó la revisión documental sistemática de los recursos didácticos sobre la enseñanza y aprendizaje de “Fracciones y Operaciones”. El propósito de esta actividad es identificar las principales formas de explicar el tema, definiciones, secuencias de contenido y tipos de representación visual, con el fin de construir un diseño que integre las mejores prácticas.

Se recopiló un corpus de 33 recursos bibliográficos, de los cuales se clasificaron en 4 categorías basándose en su enfoque predominante.

- Libros de texto con enfoque tradicional (7 recursos): Se caracterizan por tener un enfoque procedimental y tradicional al presentar los conceptos.

- Libros de texto con enfoque innovador (11 recursos): Se diferencia por la forma en la que se presenta el contenido.
- Libros de texto de nivel avanzado (8 recursos): Materiales y conceptos para niveles superiores, como fracciones continuas, cálculo diferencial fraccional, entre otras, permitiendo revelar las aplicaciones más avanzadas de la temática.
- Libros de texto sobre didáctica (7 recursos): Presentan diferentes formas de presentar y practicar la temática.

La revisión de estos recursos se tomó como referencia para el diseño de la unidad. Se determinó que la combinación de estas 4 categorías permitirá tener un enfoque general al momento de presentar y explicar el tema de las fracciones. Dado que se integra la claridad procedimental de los textos tradicionales con la riqueza conceptual y visual de los materiales innovadores y didácticos, y con las aplicaciones avanzadas del tema para indicar futuras aplicaciones. El detalle de cada recurso pedagógico analizado se presenta en el Anexo H.

4.2 Diseño curricular de la unidad didáctica multimedia

Con base a los lineamientos de la malla curricular 2019 emitida por el Ministerio de Educación para la Educación General Básica (EGB) media, se consideraron las destrezas con criterio de desempeño (DCD) relacionadas al tema de fracciones, ya que responden directamente a los hallazgos de la fase de analítica del aprendizaje, donde se identificó como un tema de alto impacto en el rendimiento de los estudiantes.

Para evidenciar la distribución de los temas, la Figura 22 muestra la estructura y los objetivos de aprendizaje generales, tomando como referencia el currículo ecuatoriano, en el Anexo I se presenta la misma estructura de manera más detallada y mostrando las DCD específicas.

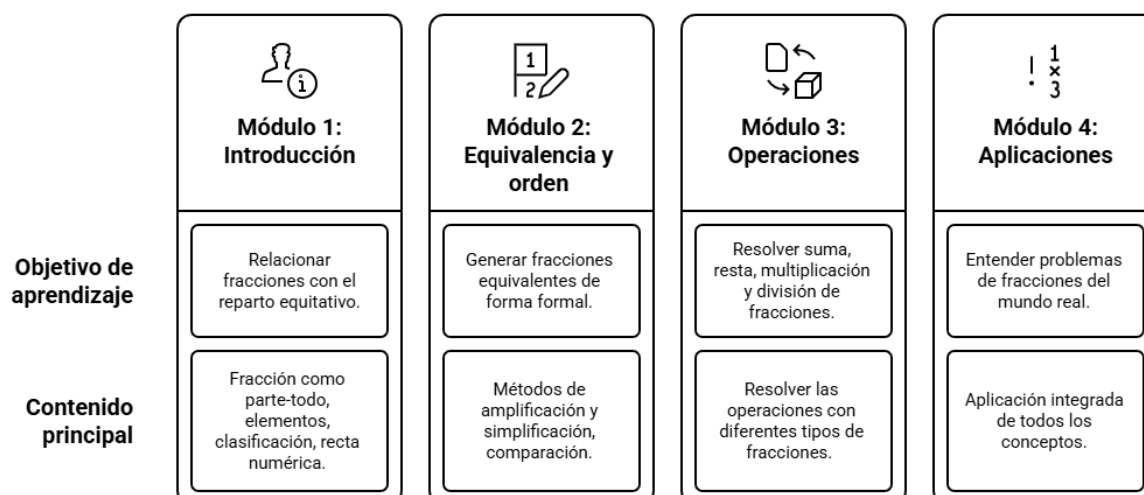


Figura 21. Estructura general del currículo de Matemáticas para 5to grado EGB

En el gráfico se pueden observar los módulos, objetivos de aprendizaje (DCD), y el contenido principal, esto sirve de base para la distribución de los temas y subtemas aplicables en la unidad didáctica.

4.3 Diseño instruccional de la unidad didáctica multimedia

Una vez definido el diseño curricular, su aplicación concreta fue en el diseño instruccional específico para la unidad didáctica multimedia de este proyecto. En su mayoría se coincide con la distribución de los temas y subtemas, y se complementa con la definición de las actividades y recursos multimedia utilizados para cada uno de los módulos establecidos. Para el diseño instruccional se tomó como referencia la malla curricular, el material bibliográfico, y metodologías pedagógicas como la Singapur que fomenta una comprensión profunda de los conceptos matemáticos. La unidad se organiza en cuatro módulos conectados, diseñados para guiar al usuario desde los conceptos básicos hasta su aplicación avanzada. En la Figura 23 se puede observar la estructura general del diseño establecido, y en el Anexo J se tiene la planificación detallada, incluyendo módulos, objetivos de aprendizaje, contenido principal, actividades y recursos multimedia que se usarán para enseñar el tema.

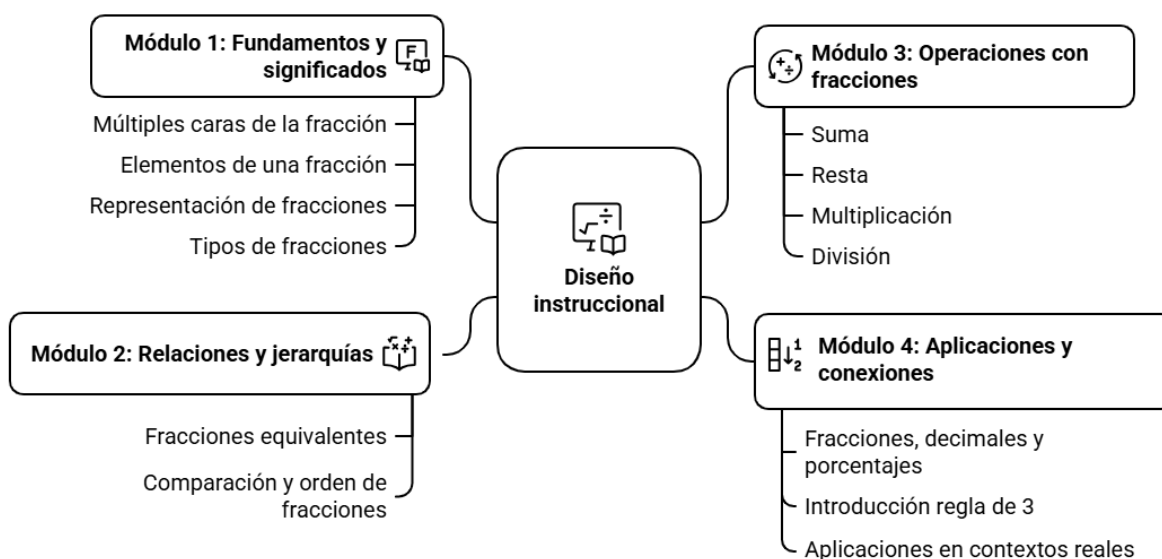


Figura 22. Estructura del diseño instruccional de la unidad didáctica

Este diseño instruccional se considera el plan de la experiencia de aprendizaje. Por lo que, las estrategias y objetivos definidos en este capítulo requieren una plataforma para materializarlos, para ello, en el próximo capítulo se expondrá el marco metodológico que guio el diseño de la arquitectura de la implementación de la unidad didáctica, garantizando la coherencia entre el fin pedagógico y el medio tecnológico.

CAPÍTULO 5

5 Marco metodológico para el diseño y arquitectura de la unidad

Una vez identificado el tema de alto impacto en la fase de análisis y definido el diseño instruccional de la unidad, este capítulo presenta el marco de trabajo formal utilizado para el desarrollo de la unidad didáctica. Con el objetivo de aportar validez y claridad al proceso, se emplearon modelos y diagramas adaptados de la ingeniería de software para documentar la arquitectura, funcionalidad y componentes del proyecto.

Esta parte comienza definiendo el ciclo de vida y la metodología del proyecto, seguido del diseño del sistema presentado a través de diagramas de casos de uso, clases, entidad-relación y estados, así como el modelo de navegación hipermedia OOHDM.

5.1 Ciclo de vida del proyecto

- *Fase 1: Aplicación de la analítica del aprendizaje (LA)*
 - **Entrada:** Base de datos de más de 100,000 registros académicos, registros de calificaciones y resultados de la encuesta a 100 expertos.
 - **Salida:** Tema de alto impacto, público objetivo y dificultades relevantes.
 - **Duración:** 2-3 semanas
- *Fase 2: Diseño de la unidad didáctica multimedia*
 - **Entrada:** Análisis de 33 libros especializados y currículos oficiales.
 - **Salida:** Diseño instruccional, arquitectura de la unidad.
 - **Duración:** 3-4 semanas
- *Fase 3: Desarrollo de contenidos multimedia*
 - Desarrollo de los módulos de la unidad
 - Integración del material
 - Revisión interna y refinamiento iterativo
 - **Duración:** 7-8 semanas

5.2 Metodología aplicada

Para el desarrollo de la unidad didáctica se optó por un modelo incremental, para dividir el proyecto en iteraciones más pequeñas y manejables. Específicamente, se empleó la metodología Eduscrum, debido a que promueve un entorno de aprendizaje adaptable, dinámico y alineado con los principios de agilidad (Schuhbauer et al., 2024). El ciclo de los “springs” que se sigue

asegura que el desarrollo sea ágil, centrado en el aprendizaje, y capaz de adaptarse rápidamente a las diversas necesidades del contexto educativo (EduScrum, 2020).

5.3 Diagrama de casos de uso

La Figura 24 presenta los principales casos de usos del proyecto, que muestran ciertos comportamientos esperados durante la interacción con el sistema.

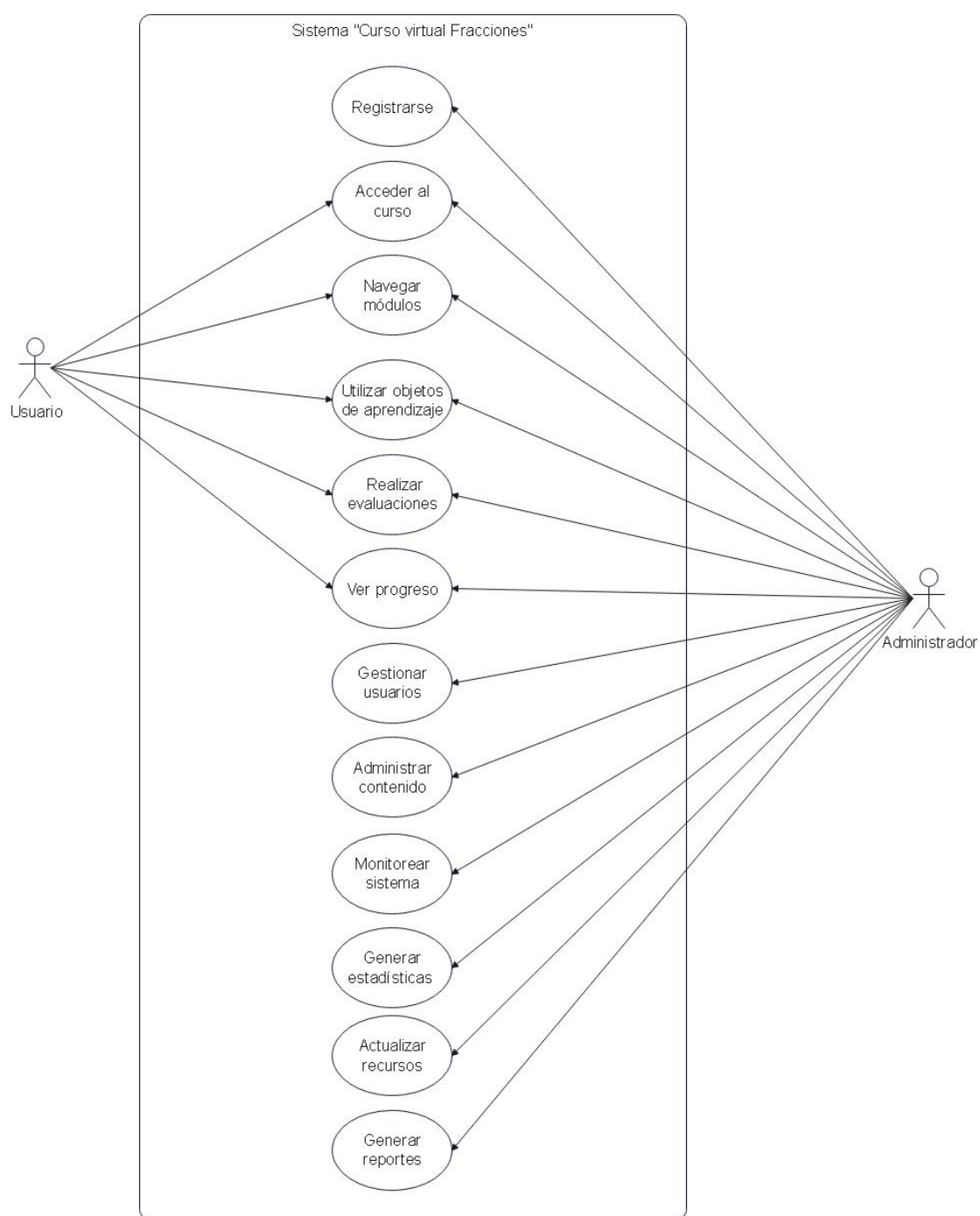


Figura 23. Caso de uso

Los principales casos de uso son:

UC-01: Acceso al curso

- Actor: Usuario/Administrador
- Precondición: Usuario registrado
- Flujo: Autenticación → Selección de curso → Acceso a los módulos

UC-02: Interacción con objetos de aprendizaje

- Actor: Usuario
- Precondición: Acceso al módulo correspondiente
- Flujo: Selección objeto → Interacción → Registro de progreso

UC-03: Evaluación

- Actor: Sistema, Usuario
- Precondición: Completar actividades
- Flujo: Evaluación automática → Retroalimentación → Registro progreso

5.4 Modelo entidad-relación

En la Figura 25 se muestra el modelo entidad-relación del proyecto, en el cual se representan las relaciones entre las distintas entidades (objetos del sistema).

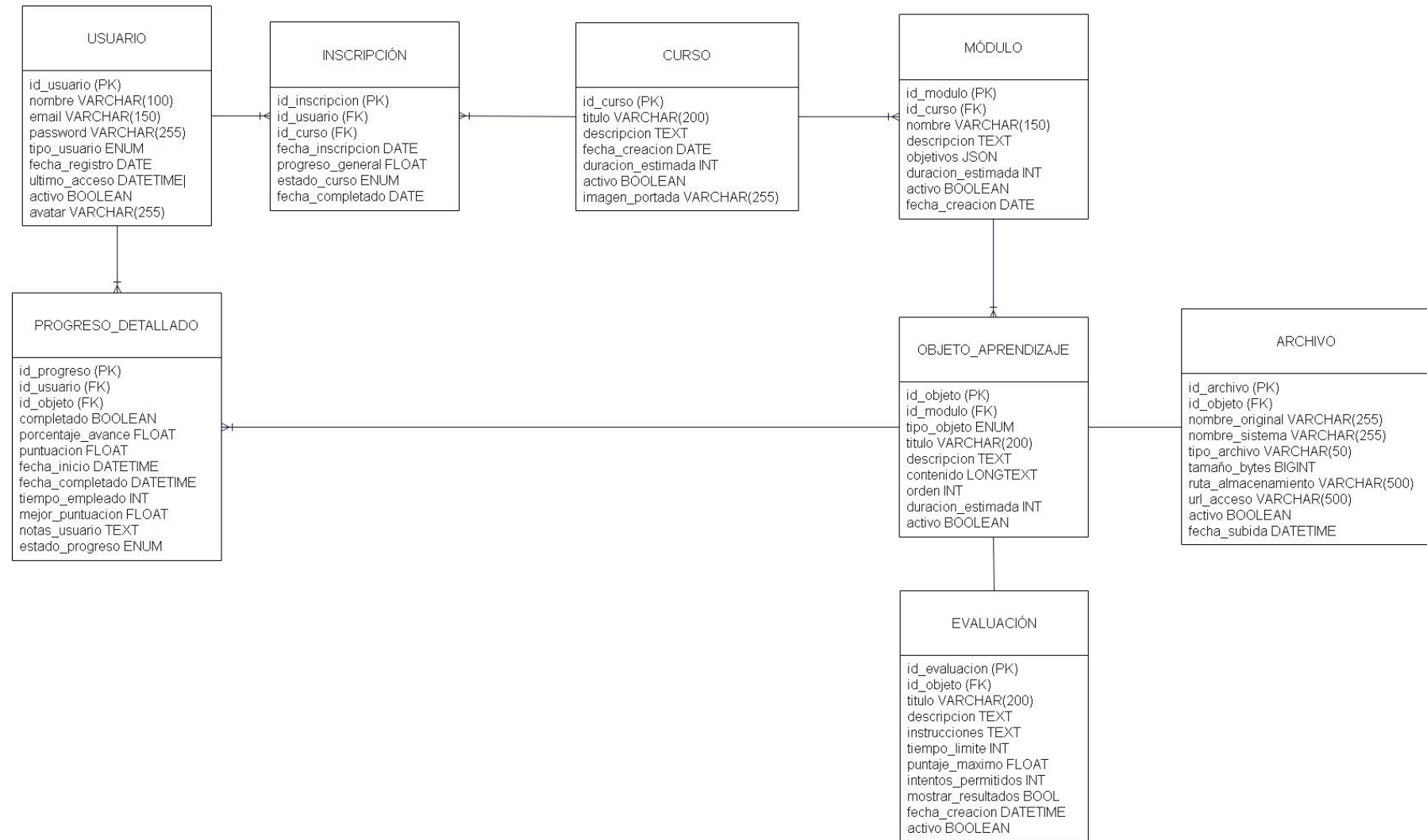


Figura 24. Modelo entidad-relación

Entre las entidades principales se encuentran:

- Usuario
 - Propósito: Almacenar información de usuario (docente) y administrador.
- Curso
 - Propósito: Contenedor principal del curso de fracciones.
- Módulo
 - Propósito: Organización temática del contenido (4 módulos).
- Objeto_Aprendizaje
 - Propósito: Almacenar más de 30 objetos multimedia del curso.
 - Tipos: Video, juego, objetos gamificados, evaluación, etc.

5.5 Diagramas de estados

En las Figuras 26, 27 y 28 se pueden observar los diagramas de estados del proyecto. En estos se presentan de manera gráfica los diferentes estados por los que puede pasar el sistema.

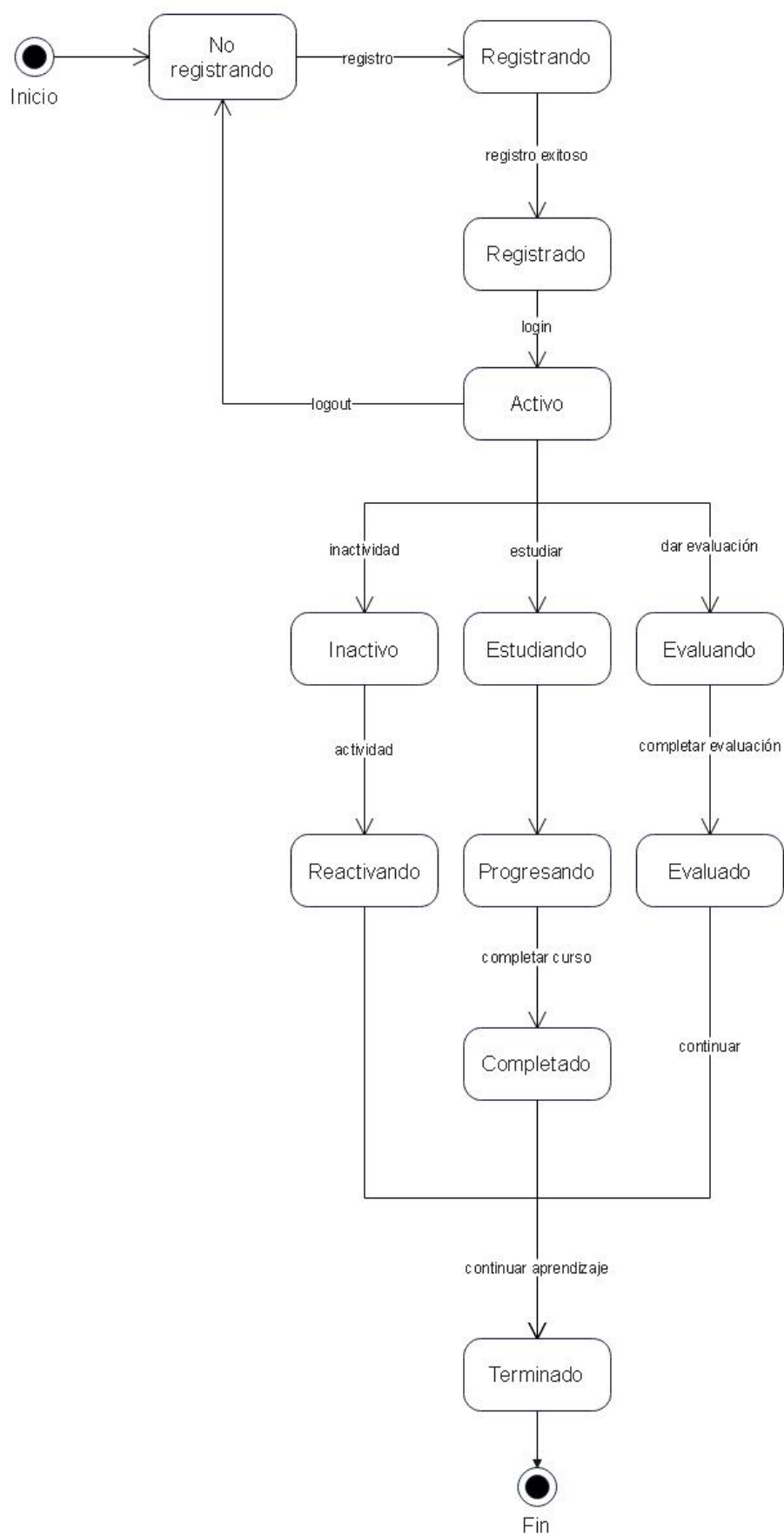


Figura 25. Diagrama de estado "Estado del usuario en el sistema"

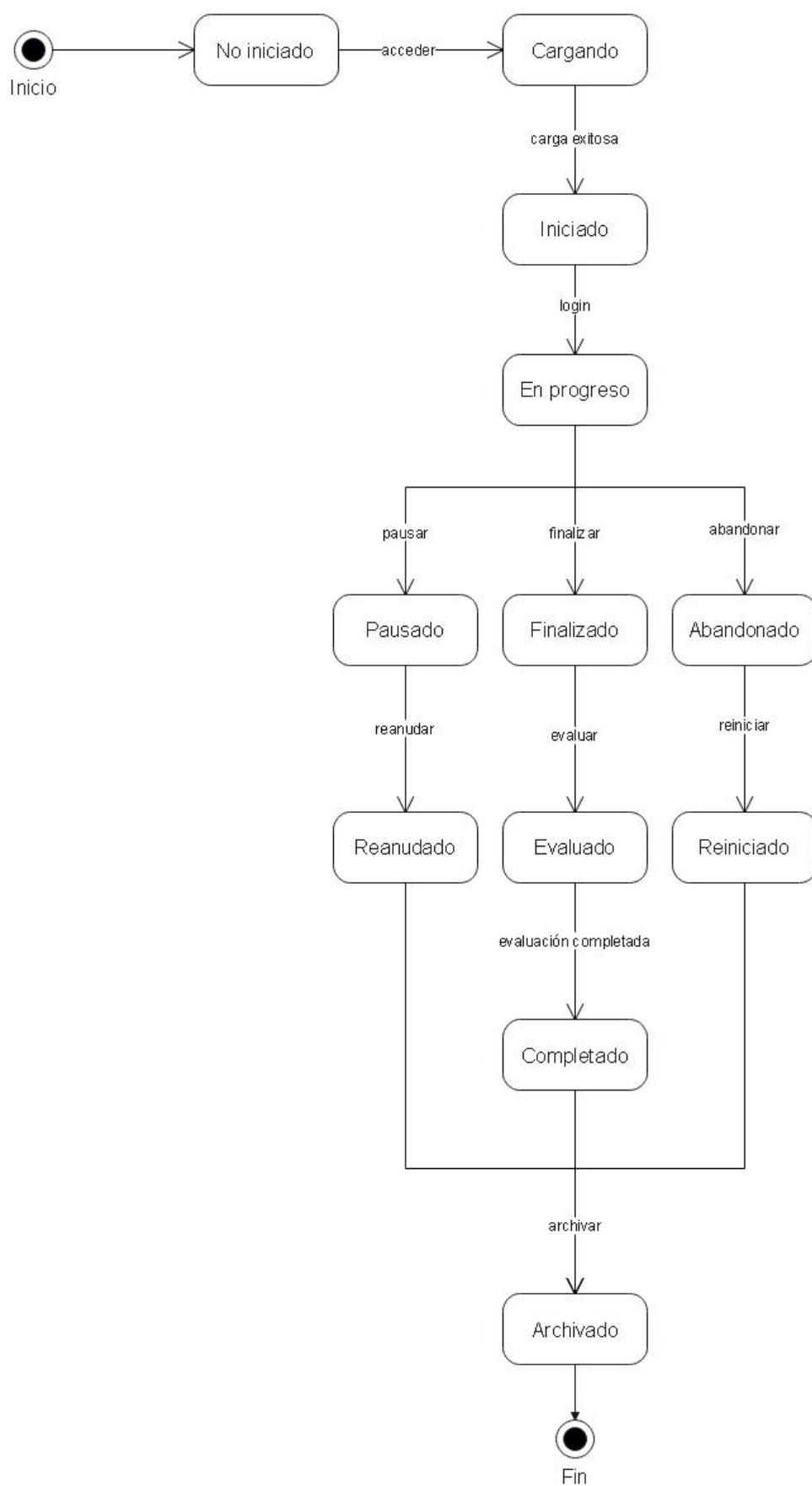


Figura 26. Diagrama de estado "Estado del objeto de aprendizaje"

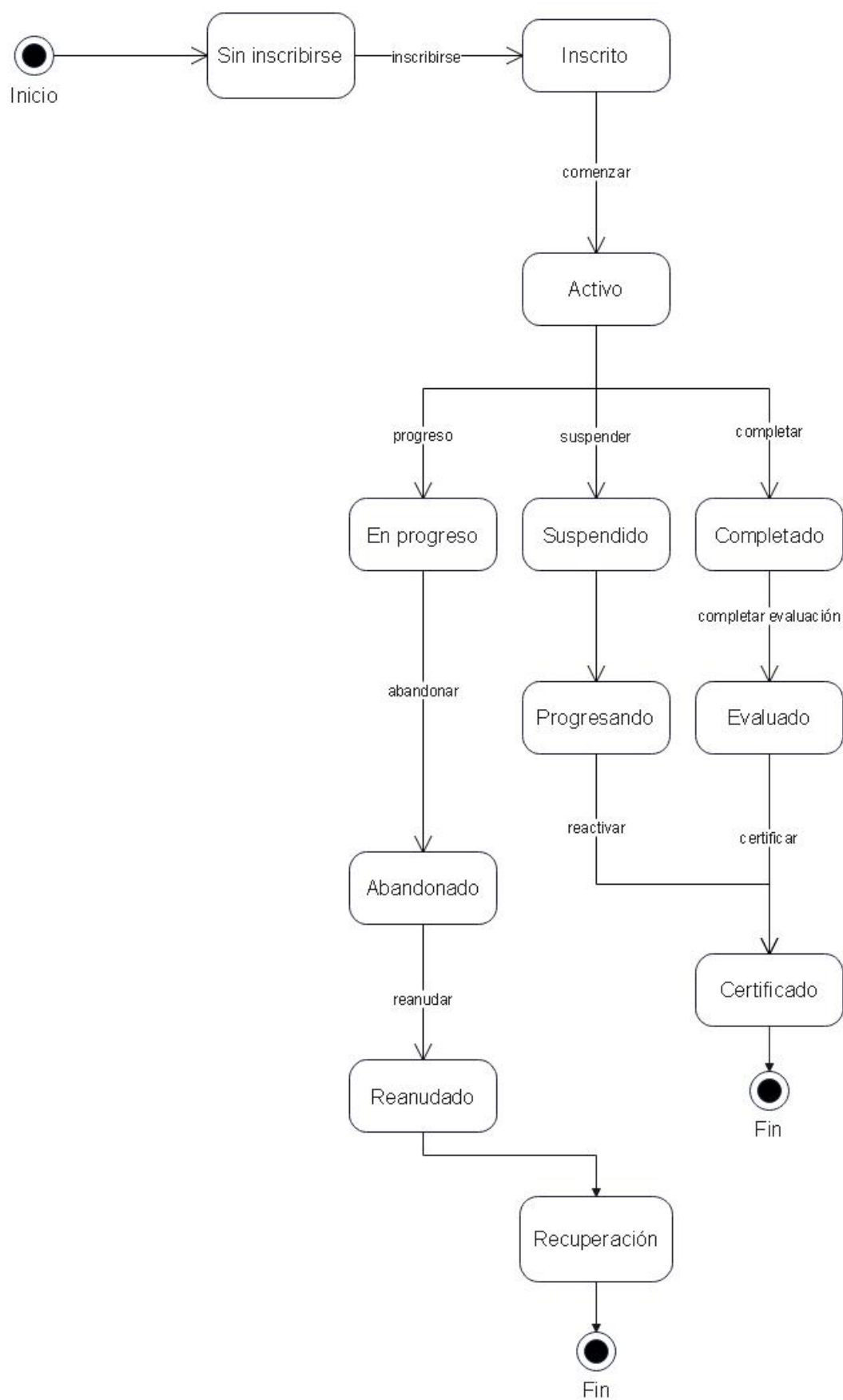


Figura 27. Diagrama de estado "Estado del progreso del curso"

Los diagramas representan los 3 principales estados del sistema *Estado del usuario en el sistema*, *Estado del objeto de aprendizaje* y *Estado del progreso del curso*, cada uno con eventos específicos.

5.6 Modelo OOHDM

El modelo OOHDM (Diseño Hipermedia Orientado a Objetos) es una metodología que aborda el desarrollo de sistemas hipermedia de manera estructurada y basada en objetos, con el fin de descomponer el proceso de diseño en fases definidas para poder centrar el análisis en la lógica del dominio, en la experiencia del usuario y en la presentación, antes de pasar a la codificación (Schmid, 2004).

Fases de la metodología OOHDM

De acuerdo con Schwabe et al. (1996), cada fase detalla lo siguiente:

- *Diseño conceptual* es en donde se identifican los objetos del dominio, sus atributos y las relaciones entre ellos.
- *Diseño navegacional* se define cómo los usuarios pueden moverse a través de la información.
- *Diseño de interfaz abstracta* se centra en la presentación de la información al usuario de manera abstracta, es decir, se muestran los objetos de interfaz, su disposición, las interacciones y los eventos.
- *Implementación* que incluye la codificación, la integración de componentes, las pruebas y el despliegue

5.6.1 Diseño conceptual de la unidad didáctica

En la Figura 29, a través de un diagrama de clases, se pretendió mostrar las entidades y sus relaciones de la fase de diseño conceptual.

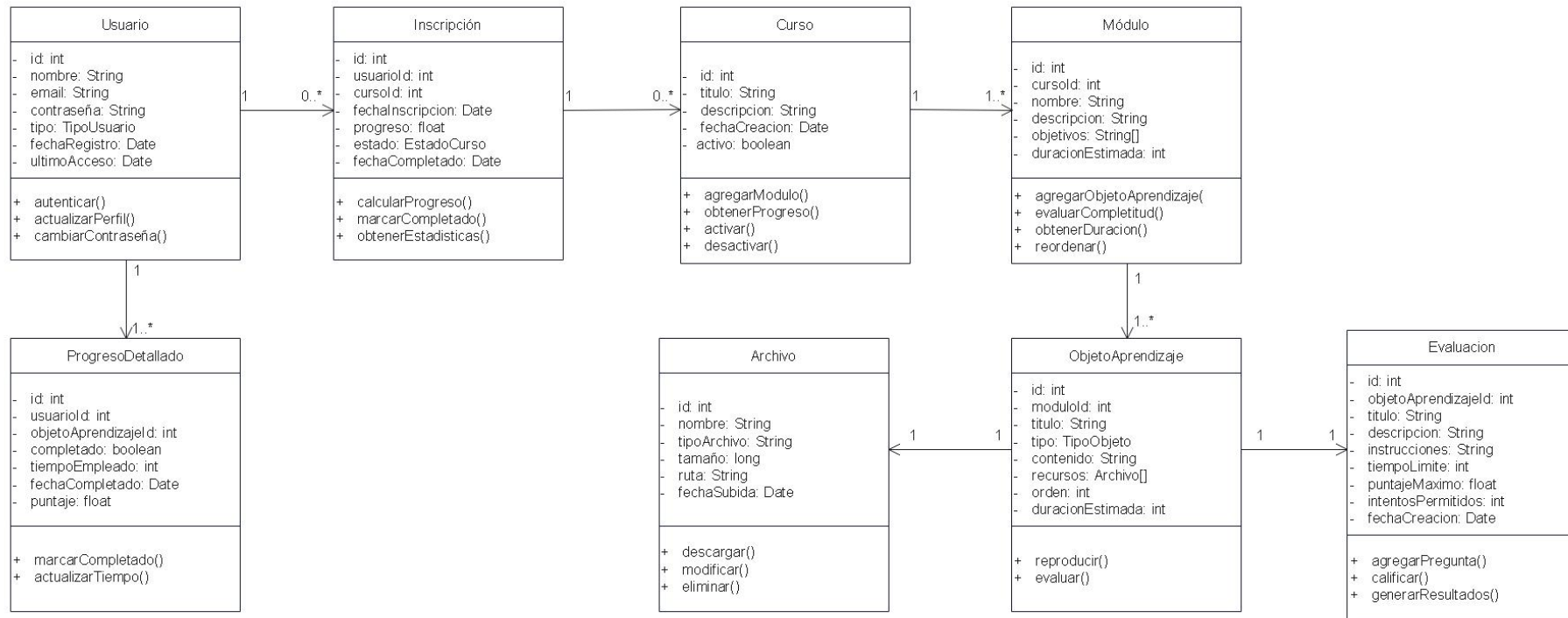


Figura 28. Diagrama de clases

5.6.2 Diseño navegacional de la unidad didáctica

En el diseño navegacional se define cómo los usuarios interactuarán con el contenido de la unidad, es decir, cómo se moverán entre las diferentes secciones de la aplicación. En la Figura 30 se pueden evidenciar la estructura de los nodos navegacionales.

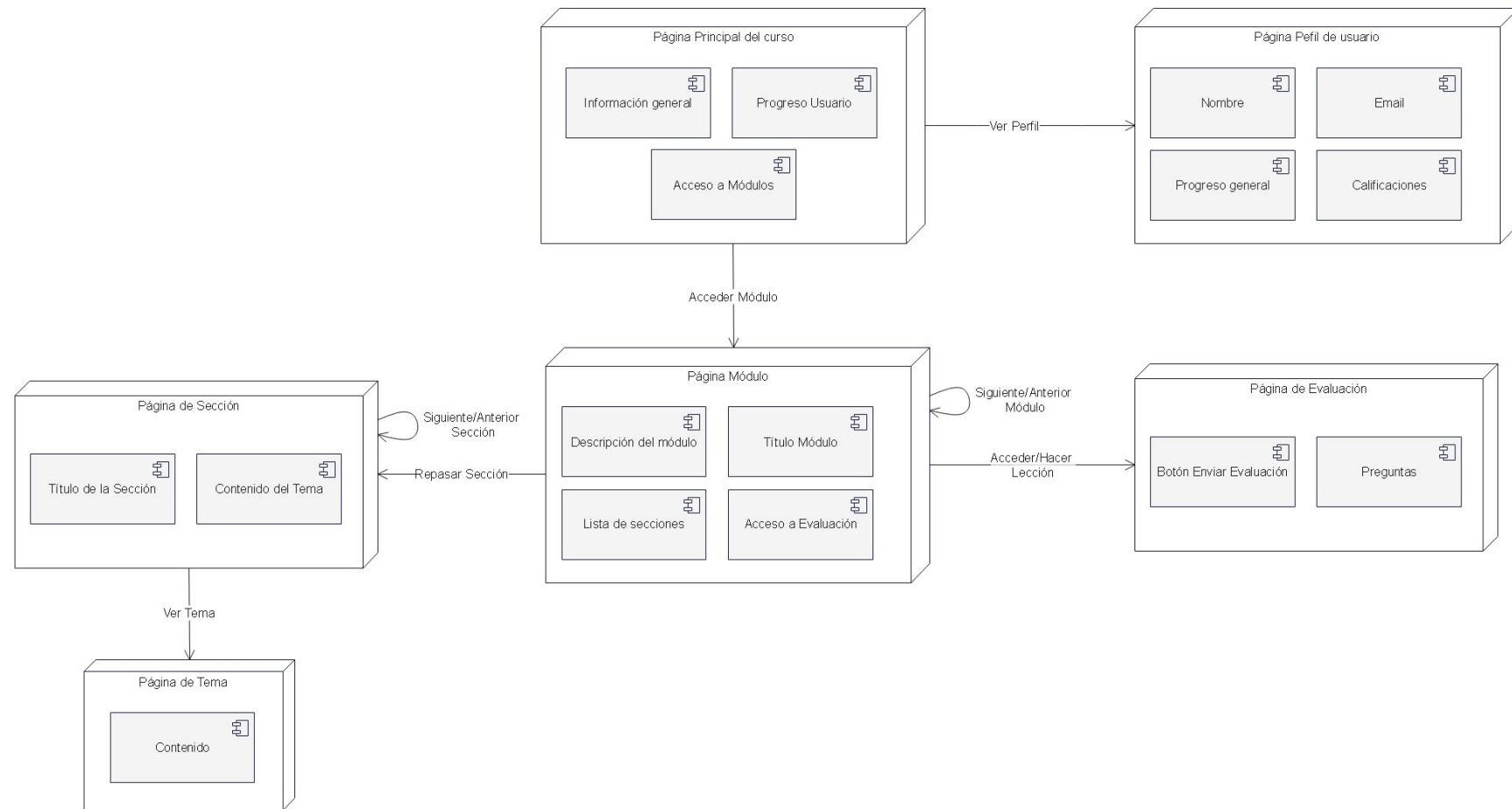


Figura 29. Diagrama de navegación

5.6.3 Diseño de interfaz abstracta de la unidad didáctica

La Figura 31 es el diseño de interfaz abstracta a través de un diagrama donde se pretende representar la información y las interacciones del usuario.

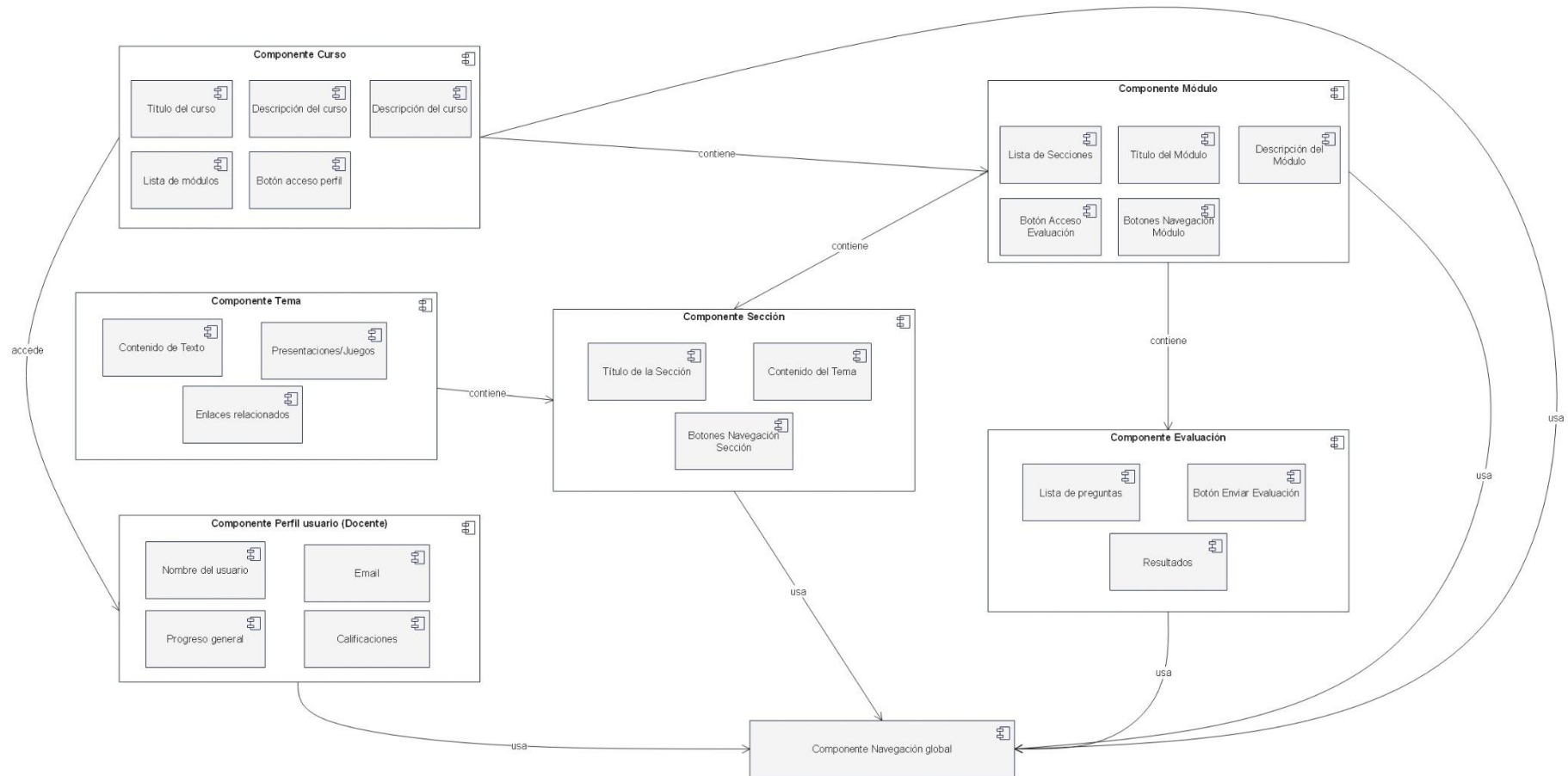


Figura 30. Diagrama de interfaz abstracta

5.6.4 Implementación de la unidad didáctica

En este proyecto no se va a desarrollar un LMS desde cero. La fase de implementación se simplifica, ya que la infraestructura de frontend, backend y base de datos es proporcionada y gestionada por el propio LMS, por ende, el enfoque principal es la configuración, carga de contenido y uso de las funcionalidades propias de la plataforma. En la Figura 32 se puede ver la arquitectura de implementación cuando se utiliza un LMS independiente.

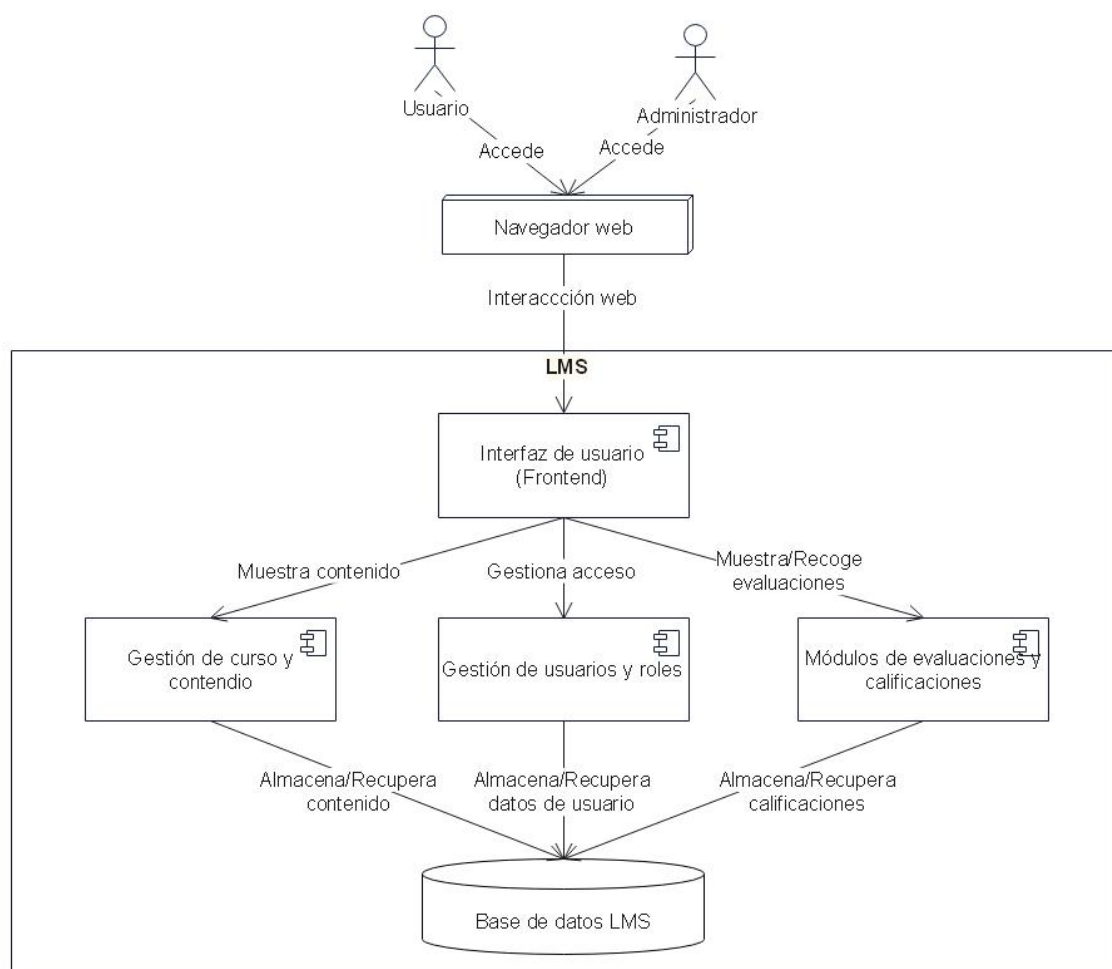


Figura 31. Diagrama de implementación

El uso de los modelos y diagramas adaptados de la ingeniería de software proporcionó un marco estructurado y sistemático para el diseño de la unidad didáctica multimedia, lo que permitió tener una comprensión más profunda de la estructura del contenido, la interacción del usuario y la arquitectura tecnológica. Este capítulo sirvió de guía para el diseño e implementación de la unidad, asegurando que la experiencia de aprendizaje sea coherente, correctamente estructurada

y adaptada a las necesidades pedagógicas y tecnológicas. En síntesis, la metodología y arquitectura expuestas completan la fase del diseño de la unidad didáctica multimedia.

El capítulo a continuación representa la finalización de las fases propuestas del proyecto, el desarrollo y materialización de la unidad didáctica multimedia, uniendo finalmente la teoría con la práctica.

CAPÍTULO 6

6 Desarrollo de la unidad didáctica multimedia

6.1 Herramientas y tipo de material

Tras haber identificado a las “Fracciones” como el tema de alto impacto en el capítulo 3, y determinar el diseño instruccional de la unidad y su respectivo marco metodológico, el presente capítulo se enfoca en la fase 3, *desarrollo de contenidos multimedia*. El propósito de la sección es describir el proceso de materialización del diseño, transformando los conceptos del tema en contenido interactivo y material pedagógico, presentándolos de manera diferente y gamificada.

El material que conforma la unidad se divide en varios tipos, como presentaciones interactivas, videos, audios, juegos interactivos y objetos gamificados. En primer lugar, para las presentaciones se seleccionó la herramienta Genially debido a su versatilidad para crear contenido interactivo, su compatibilidad con diversos formatos multimedia y la facilidad para ser embebido en la plataforma de gestión del aprendizaje seleccionada (LMS), ClassOnlive. A su vez, los recursos gráficos y de audio complementarios fueron elaborados y editados en Canva y Audacity.

Para la elaboración de los videos explicativos se emplearon herramientas como Blender y Doodle. Estas facilitaron la creación de contenido visualmente llamativo, centrándose en conceptos clave de determinados módulos. Blender se utilizó para elaborar modelos 3D y animaciones, mientras que Doodle permitió generar videos con estilo de bosquejo animado. Se destinaron audios para explicar temas con enfoque más teórico, para la lectura de términos y ejemplificar aplicaciones, para ello, se utilizó Voicemaker, el cual permite personalizar la forma de lectura, tipo de voz y acento del contenido planteado.

Se usó Wordwall, plataforma en línea, para crear diferentes tipos de juegos que fueron embebidos en el LMS. Por último, se crearon objetos gamificados que son archivos .html. Estos están conformados por HTML para la estructura del documento, CSS para los estilos dentro de las etiquetas `<style>`, y JavaScript para la funcionalidad interactiva dentro de las etiquetas `<script>`. Los objetos gamificados se cargaron dentro de un servidor para ser embebidos dentro del LMS.

La Tabla 4, muestra una matriz de la distribución de los tipos de contenido desarrollado por cada módulo de la unidad didáctica.

Tabla 4*Matriz de distribución de los tipos de contenido*

Contenido	Presentación interactiva	Imágenes personalizadas	Objetos gamificados	Video	Audios	Modelos 3D	Juegos interactivos	Evaluación
Módulo 1								X
1.1	X	X			X	X		
1.2	X	X		X	X	X		
1.3	X	X	X					
1.4	X	X	X					
Módulo 2								X
2.1	X		X	X	X	X	X	
2.2	X	X	X	X		X	X	
Módulo 3								X
3.1	X	X	X					
3.2	X	X	X					
3.3	X	X	X					
Módulo 4								X
4.1	X	X	X					
4.2	X	X	X	X	X			
4.3	X				X			

6.2 Principios UX/UI en la unidad didáctica

El desarrollo de contenido multimedia para matemáticas requiere de un enfoque que integre los principios de la experiencia de usuario (UX) y la interfaz de usuario (UI) para maximizar el aprendizaje y la retención. Se aplicaron los siguientes principios para facilitar la comprensión de conceptos abstractos y complejos.

1. Principios de UX

La UX en el contexto educativo se enfoca en crear una experiencia de aprendizaje fluida y efectiva. El diseño debe reducir la carga cognitiva, facilitar la navegación y promover la motivación intrínseca.

- *Teoría de la carga cognitiva (Cognitive Load Theory - CLT)*: De acuerdo con Sweller, Ayres y Kalyuga (2011), el diseño debe minimizar los elementos de distracción y presentar la información de manera que el usuario se pueda concentrar en la carga germana (procesamiento del material para construir esquemas mentales). Esto se logró mediante:
 - **Diseño minimalista**: Eliminar gráficos, animaciones o texto que no contribuyan directamente a la comprensión.
 - **Principio de contigüidad espacial**: Colocar texto y gráficos relacionados cerca uno del otro para que el usuario no tenga que buscar la información.
 - **Principio de contigüidad temporal**: Presentar audio y video relacionados al mismo tiempo.
- *Teoría del aprendizaje multimodal (Cognitive Theory of Multimedia Learning)*: Propuesto por Mayer (2001), este modelo sugiere que se aprende mejor cuando la información se presenta en múltiples formatos sensoriales (visual y auditivo). Los principios considerados fueron:
 - **Principio de la modalidad**: Los usuarios aprenden mejor de gráficos y narración que de gráficos y texto en pantalla, ya que esto distribuye la carga cognitiva entre el canal visual y el auditivo.
 - **Principio de coherencia**: Eliminar palabras, imágenes o sonidos extraños que no contribuyan al aprendizaje.

- **Principio de redundancia:** No presentar la misma información en múltiples formatos a menos que sea para usuario de un segundo idioma o con necesidades especiales.
- *Gamificación y motivación:* Para mantener el interés, se pueden incorporar elementos de juego. Deterding, Dixon, Khaled y Nacke (2011) definen la gamificación como el uso de elementos de diseño de juegos en contextos no lúdicos. Esto puede incluir:
 - **Sistemas de puntos y recompensas:** Para reforzar el progreso y la participación.
 - **Barras de progreso:** Para dar una sensación de logro y control sobre el aprendizaje.
 - **Retroalimentación instantánea:** Dar respuestas inmediatas sobre la precisión de las respuestas del estudiante.

2. Principios de UI

La UI para la enseñanza de matemáticas debe ser clara, consistente y accesible. El diseño de la interfaz influye directamente en la usabilidad y la facilidad de interacción.

- *Usabilidad (Usability Heuristics):* Nielsen y Molich (1990) propusieron 10 heurísticas para el diseño de la interfaz de usuario. En el contexto educativo, algunos de los más relevantes son:
 - **Visibilidad del estado del sistema:** Los usuarios deben saber dónde están en el proceso de aprendizaje (ej. “Módulo 3 de 5”).
 - **Control y libertad del usuario:** Los usuarios deben poder navegar libremente, retroceder o avanzar en el contenido.
 - **Consistencia y estándares:** El uso de iconos, botones y terminología debe ser uniforme a lo largo de todo el material.
 - **Reconocimiento en lugar de recuerdo:** Las opciones y acciones deben ser visibles para el usuario. Por ejemplo, en lugar de pedir que el estudiante recuerde una fórmula, se puede mostrar una referencia rápida.
- *Diseño visual y estético:* El diseño debe ser atractivo sin ser distractivo. Tufte (1990), en su libro *Envisioning Information*, enfatiza la importancia de la claridad y la integridad en la presentación de datos. Se consideró:

- **Tipografía legible:** Emplear tipografías claras, con buen contraste y tamaño apropiado. Las fuentes sans-serif suelen ser más fáciles de leer en pantalla.
- **Paleta de colores adecuada:** Usar colores que resalten la información importante, pero evitar combinaciones que puedan dificultar la lectura o causar fatiga visual.
- **Iconografía clara:** Los iconos deben ser intuitivos y universales.

6.3 Ficha pedagógica

A continuación, se presentan los aspectos clave de cada módulo de la unidad didáctica, en esta se incluyen los objetivos tanto general como específicos, la metodología de aplicación, los recursos necesarios para su implementación en un entorno de aula, entre otros.

Objetivo general

Abordar de manera efectiva el tema de fracciones, al mejorar la comprensión conceptual, el compromiso y, potencialmente, sus competencias para impactar positivamente en sus estudiantes.

Objetivos específicos

1. Comprender los diferentes significados y usos de una fracción en diversos contextos. Se busca que el usuario descubra que la fracción es un “megaconcepto” con múltiples interpretaciones o “subconstructos”, lo cual es crucial para trasladar la comprensión de un contexto a otro.
2. Aplicar diversas estrategias para comparar y ordenar fracciones. Se profundiza en la comprensión de las fracciones, explorando conceptos cruciales como la equivalencia y las estrategias para compararlas y ordenarlas, lo cual es fundamental para futuras operaciones algebraicas.
3. Resolver las cuatro operaciones fundamentales (suma, resta, multiplicación y división) con distintos tipos de fracciones. Se centra en consolidar la comprensión de estas operaciones mediante explicaciones claras y ejercicios prácticos, desarrollando un sólido sentido numérico y la habilidad para resolver problemas de manera efectiva.
4. Aplicar el conocimiento de las fracciones para resolver problemas en contextos reales y significativos. Se explora cómo las fracciones, decimales y porcentajes son diferentes formas de representar las mismas ideas numéricas, introduciendo el concepto de la regla

de 3 simple directa y profundizando en sus aplicaciones en diversos contextos de la vida real y otras disciplinas.

Metodología aplicada

La unidad didáctica está diseñada como una herramienta dinámica para docentes para mejorar sus competencias. Su enfoque es de aprendizaje autónomo, donde el usuario puede interactuar con el contenido a su propio ritmo. La metodología busca transformar conceptos abstractos en contenido más tangible y comprensible, adaptándose a diferentes estilos de aprendizaje (visuales o auditivos) gracias a la variedad de formatos multimedia.

Duración de la unidad

En la Tabla 5 se indica la duración específica de cada módulo y sección.

Tabla 5

Duración general de la unidad

Módulo/Sección	Actividad específica	Duración (Horas pedagógicas)
Módulo 1		Subtotal: 10
1.1	Presentación interactiva	1.5
1.2	Presentación interactiva	2
	Video explicativo	
1.3	Presentación interactiva	3
	Objeto gamificado	
1.4	Presentación interactiva	3
	Objeto gamificado	
	Evaluación	0.5
Módulo 2		Subtotal: 10
2.1	Presentación interactiva	4.5
	Juego interactivo	
	Video explicativo	
2.2	Presentación interactiva	5
	Juego interactivo	

Módulo/Sección	Actividad específica	Duración (Horas pedagógicas)
	Video explicativo Objeto gamificado	
	Evaluación	0.5
Módulo 3		Subtotal: 10
3.1	Presentación interactiva	3
3.2	Presentación interactiva	3
3.3	Presentación interactiva Objeto gamificado	3.5
	Evaluación	0.5
Módulo 4		Subtotal: 10
4.1	Presentación interactiva Objeto gamificado	3
4.2	Presentación interactiva Video explicativo Objeto gamificado	4
4.3	Presentación interactiva Ejemplo audio Ejemplo audio	2.5
	Evaluación	0.5
Total		40

Para garantizar la claridad y coherencia en la exposición, cada módulo va a tener una ficha pedagógica estandarizada que detalla los *materiales*, *temporalidad*, *lugar*, *propósito*, *evaluación*, *vista preliminar* y *enlace de acceso*.

6.3.1 Módulo 1: El universo de las fracciones

Materiales

- Presentaciones interactivas
- Videos explicativos
- Objetos gamificados

Temporalidad

10 horas

Lugar

El módulo puede ser aplicado tanto en casa como en el aula.

Dirigido a

Principalmente a docentes de Educación General Básica.

Propósito

Descubrir que las fracciones no son un concepto simple y único, sino un “megaconcepto” compuesto por múltiples interpretaciones o “subconstructos”, permitiendo comprender los diferentes significados y usos que una fracción puede adquirir en diversos contextos. Esta comprensión es crucial para trasladar la comprensión de un contexto a otro.

Evaluación

- Agente evaluador: Evaluación automatizada
- Instrumento: Plataforma
- Tipo: Evaluación de conocimientos
- Rúbrica: 1 punto por cada respuesta correcta y nota mínima de 70 puntos

Enlace de acceso

Acceso virtual mediante la plataforma

6.3.2 Módulo 2: Relaciones y jerarquías

Materiales

- Presentaciones interactivas
- Videos explicativos
- Juegos interactivos
- Objetos gamificados

Temporalidad

10 horas

Lugar

El módulo puede ser aplicado tanto en casa como en el aula.

Dirigido a

Principalmente a docentes de Educación General Básica.

Propósito

Se busca profundizar en la comprensión de las fracciones, explorando conceptos cruciales como la equivalencia, las estrategias para compararlas y ordenarlas, para desarrollar una comprensión operativa que sirva de base para futuras operaciones algebraicas

Evaluación

- Agente evaluador: Evaluación automatizada
- Instrumento: Plataforma
- Tipo: Evaluación de conocimientos
- Rúbrica: 1 punto por cada respuesta correcta y nota mínima de 70 puntos

Enlace de acceso

Acceso virtual mediante la plataforma

6.3.3 Módulo 3: Operaciones con fracciones

Materiales

- Presentaciones interactivas
- Objetos gamificados

Temporalidad

10 horas

Lugar

El módulo puede ser aplicado tanto en casa como en el aula.

Dirigido a

Principalmente a docentes de Educación General Básica.

Propósito

Consolidar la comprensión de las cuatro operaciones fundamentales (suma, resta, multiplicación y división) con fracciones para desarrollar un sólido sentido numérico y la habilidad para resolver problemas de manera efectiva

Evaluación

- Agente evaluador: Evaluación automatizada
- Instrumento: Plataforma
- Tipo: Evaluación de conocimientos
- Rúbrica: 1 punto por cada respuesta correcta y nota mínima de 70 puntos

Enlace de acceso

Acceso virtual mediante la plataforma

6.3.4 Módulo 4: Aplicaciones y conexiones

Materiales

- Presentaciones interactivas
- Videos explicativos
- Audios
- Objetos gamificados

Temporalidad

10 horas

Lugar

El módulo puede ser aplicado tanto en casa como en el aula.

Dirigido a

Principalmente a docentes de Educación General Básica.

Propósito

Explorar cómo las fracciones, decimales y porcentajes son diferentes formas de representar las mismas ideas numéricas, introducir el concepto de la regla de 3 simple directa y profundizar en sus aplicaciones en diversos contextos de la vida real y otras disciplinas para conocer aspectos más avanzados del uso de las fracciones.

Evaluación

- Agente evaluador: Evaluación automatizada
- Instrumento: Plataforma
- Tipo: Evaluación de conocimientos
- Rúbrica: 1 punto por cada respuesta correcta y nota mínima de 70 puntos

Enlace de acceso

Acceso virtual mediante la plataforma

6.4 Visualización de productos

6.4.1 Módulo 1

El módulo 1, se conforma de 4 secciones con diferentes tipos de contenido multimedia que los integran.

Sección 1.1: Las múltiples caras de la fracción

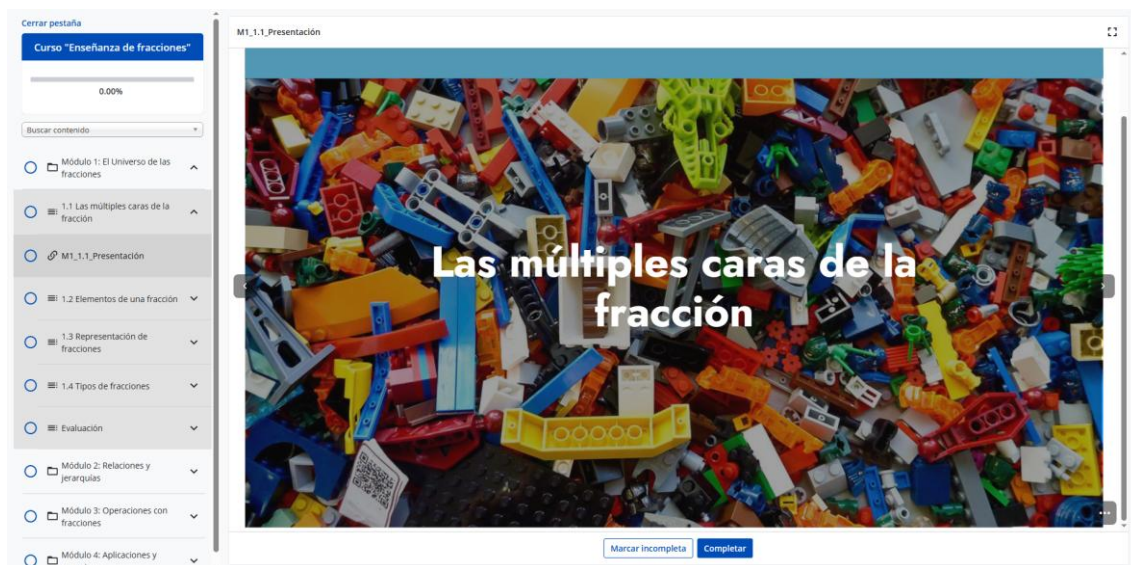


Figura 32. Presentación interactiva de la sección 1.1 del módulo 1

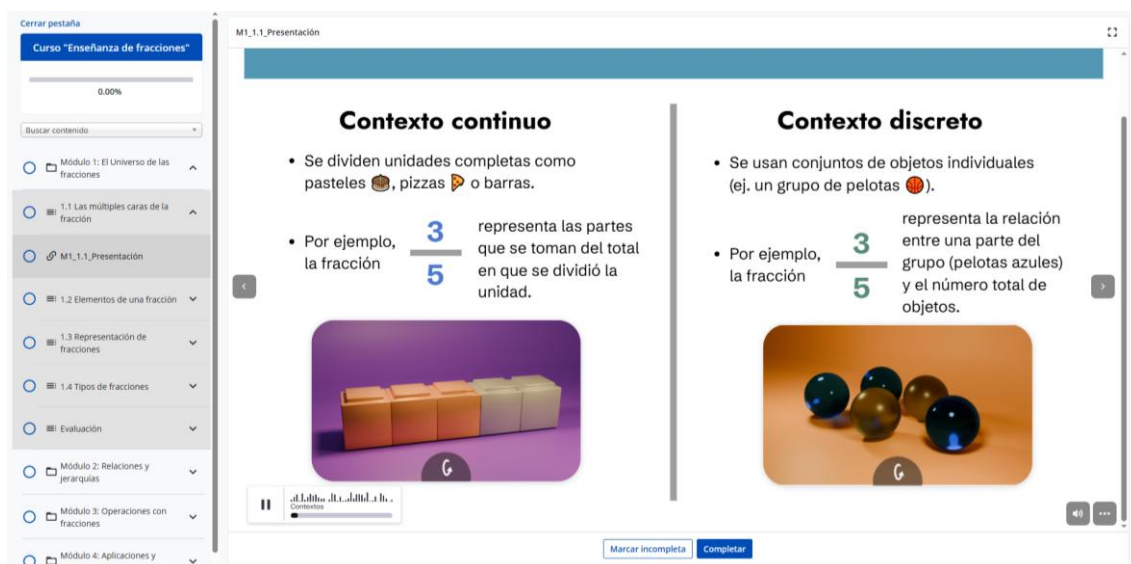


Figura 33. Implementación de modelos 3D en el módulo 1

La sección 1.1 (Figuras 33 y 34) está conformada únicamente por una presentación interactiva, sin embargo, el contenido de esta es muy diverso. Al ser esta parte solo teórica se centró en

presentar los conceptos clave sobre fracciones mediante textos sintetizados, acompañados de audios que ofrecen explicaciones más detalladas. Además, dentro de la presentación, para visualizar ejemplos personalizados, se construyeron modelos 3D.

Sección 1.2: Elementos de una fracción

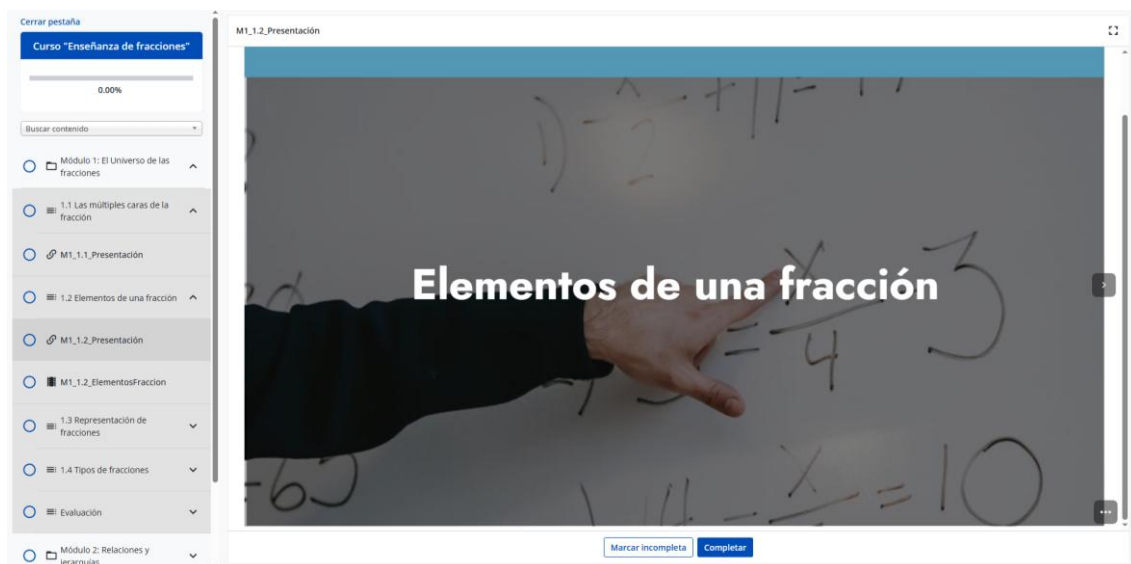


Figura 34. Presentación interactiva de la sección 1.2 del módulo 1

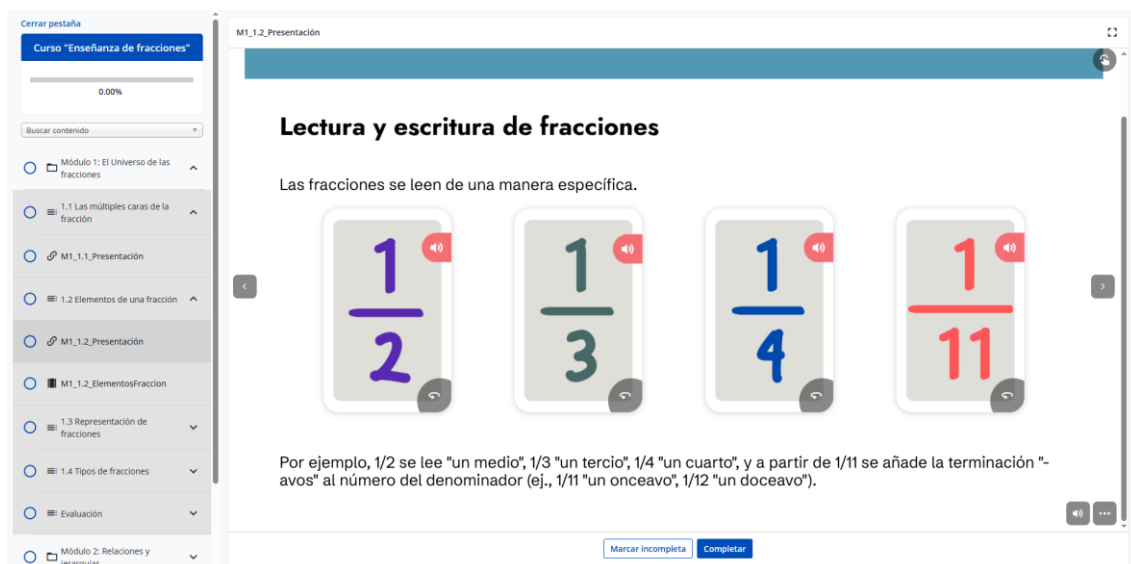


Figura 35. Tarjetas interactivas con audio en la sección 1.2 del módulo 1



Figura 36. Video explicativo 3D de la sección 1.2 del módulo 1

A diferencia de la primera sección que era únicamente teórica, en la 1.2 no se aplican audios que acompañan a cada concepto, sino que se utilizaron sólo en el caso de la lectura de fracciones como referencia (Figura 35 y 36). En esta sección, como recurso adicional se realizó un video explicativo que consiste en la animación de modelos 3D que permitió representar y visualizar los elementos de una fracción (Figura 37).

Sección 1.3: Representación de fracciones

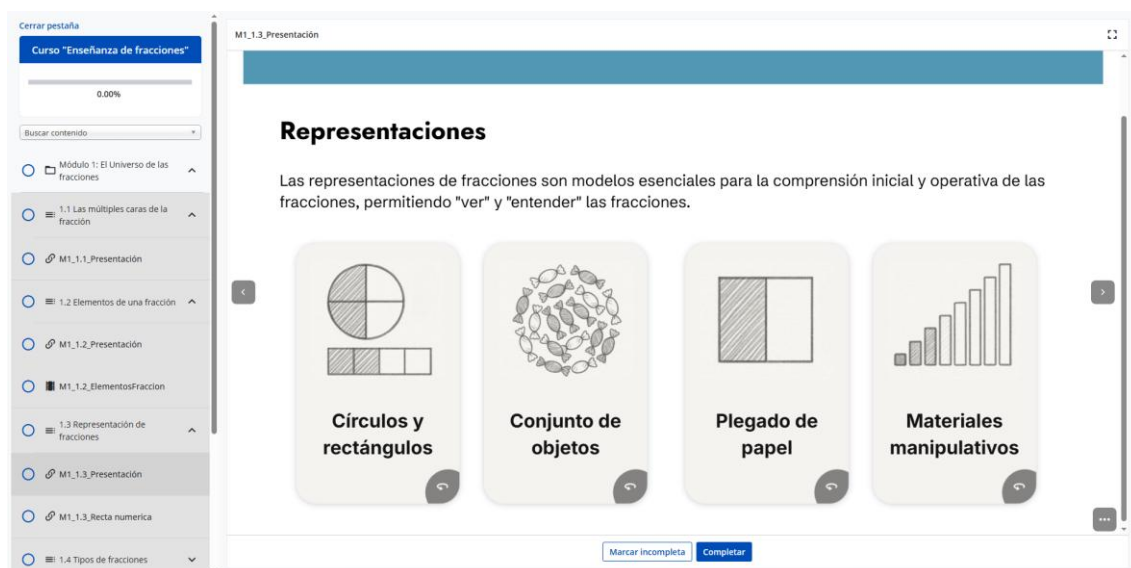


Figura 37. Presentación interactiva de la sección 1.3 del módulo 1

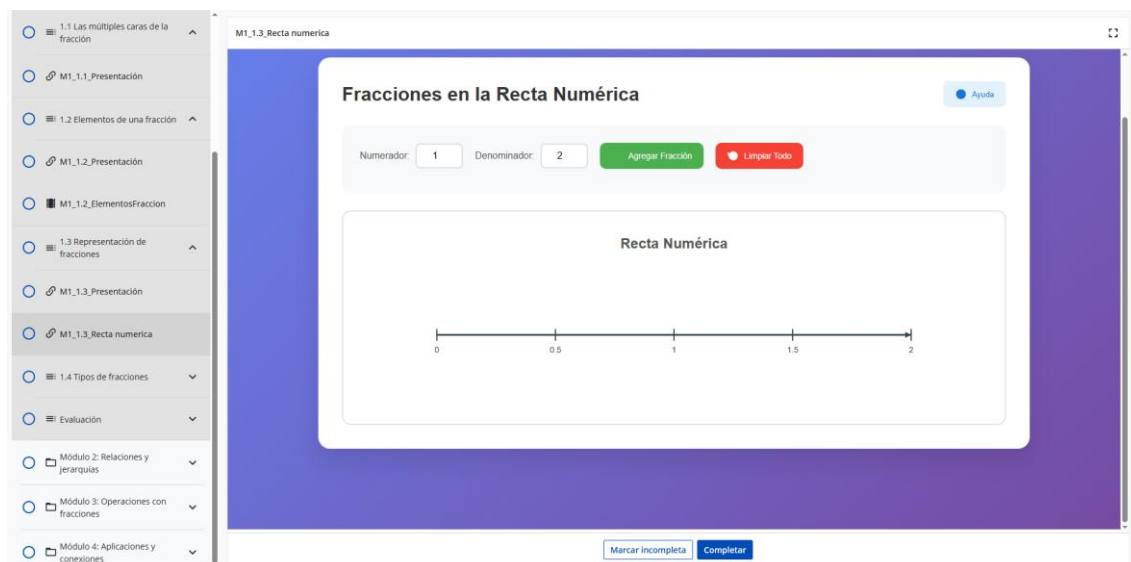


Figura 38. Objeto gamificado de la sección 1.3 del módulo 1

La sección 1.3 tiene una presentación interactiva en donde se aplicó “flipcards” o “tarjetas giratorias” para explicar los tipos de representación (Figura 38). Se creó un objeto gamificado (Figura 39) con el objetivo de enfatizar que las fracciones son números de la misma naturaleza que los enteros, pero estos ocupan los espacios entre ellos. La lógica del objeto gamificado consiste en introducir una fracción y esta se representa dentro de la recta numérica. Por fines prácticos y de introducción, la recta numérica solo llega hasta el número 2.

Sección 1.4: Tipo de fracciones

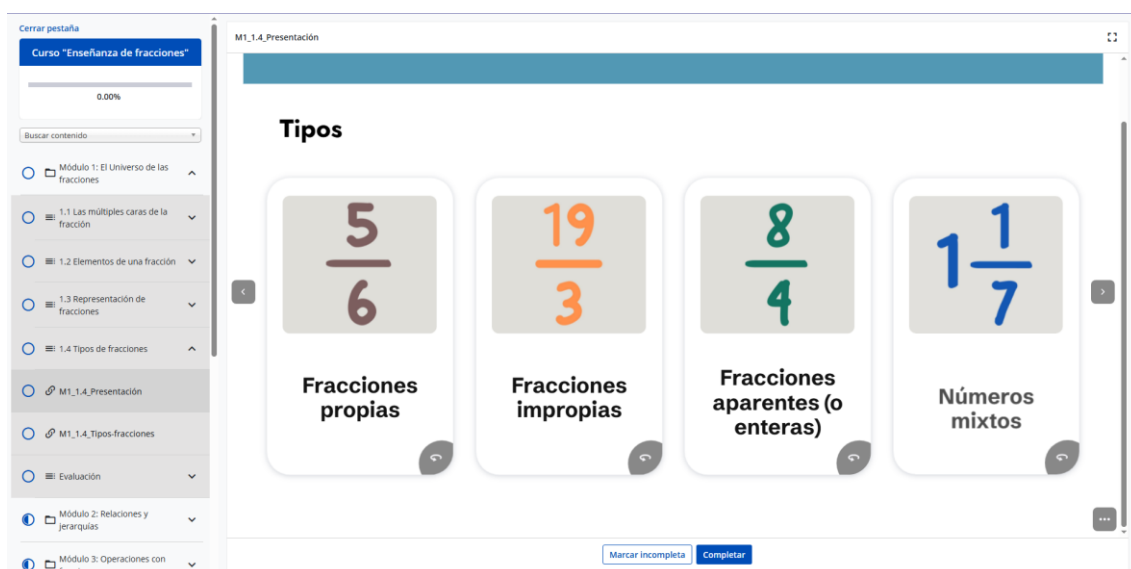


Figura 39. Presentación interactiva de la sección 1.4 del módulo 1

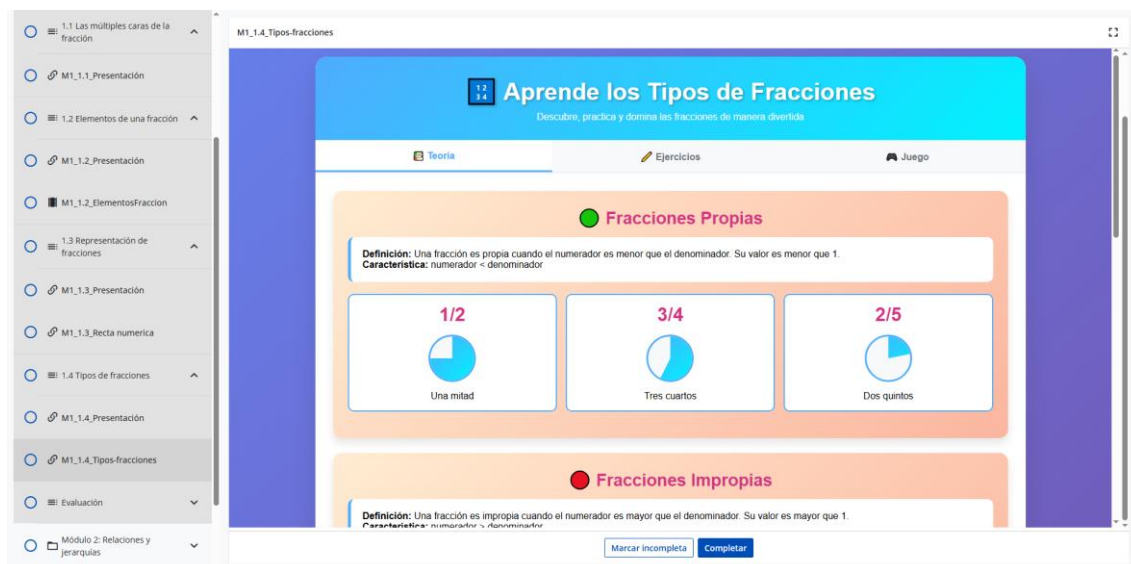


Figura 40. Objeto gamificado de la sección 1.4 del módulo 1

Parecido a la sección 1.3, la 1.4 tiene una presentación interactiva para representar la teoría del subtema (Figura 40) y un objeto gamificado (Figura 41) que permite aprender los tipos de fracciones. Consiste en 3 secciones, Teoría, Ejercicios que son preguntas para identificar los tipos, y la tercera Juego que son ejercicios aleatorios de identificación.

6.4.2 Módulo 2

El módulo 2, se conforma de 2 secciones con diferentes tipos de contenido multimedia que los integran.

Sección 2.1: Fracciones equivalentes

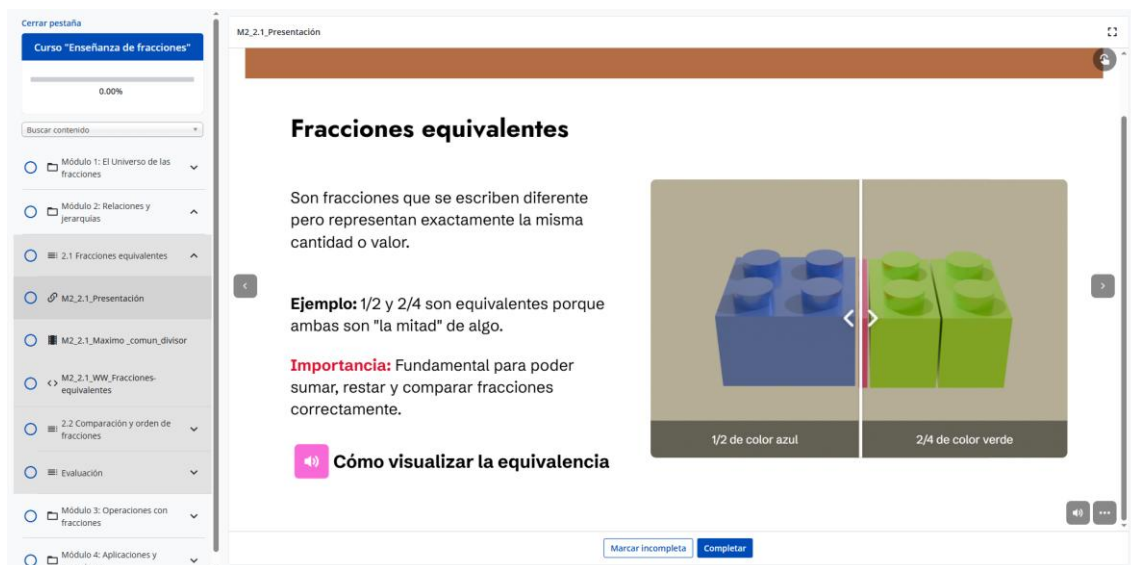


Figura 41. Presentación interactiva de la sección 2.1 del módulo 2

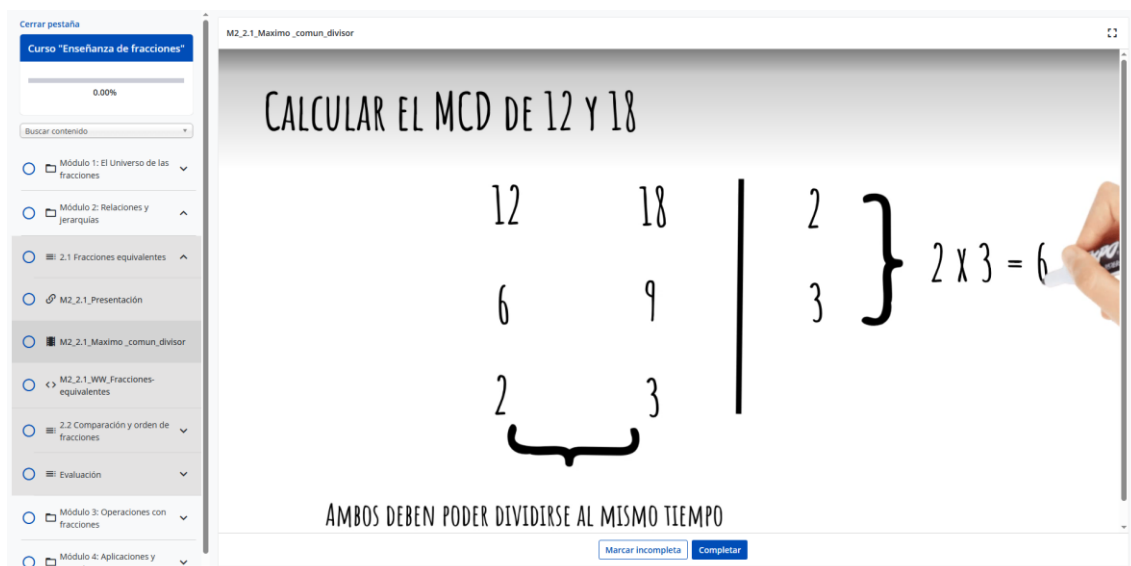


Figura 42. Video explicativo de la sección 2.1 del módulo 2



Figura 43. Juego interactivo de la sección 2.1 del módulo 2

La sección 2.1, consta de 3 tipos de contenido, la presentación interactiva (Figura 42), un video explicativo (Figura 43), y el juego interactivo (Figura 44). En la presentación se aplicaron modelos 3D personalizados para representar fracciones equivalentes ($1/2 = 2/4$). El video explicativo muestra un ejemplo de cálculo del MCD. Por último, el juego interactivo, con estilo de videojuego, tiene el fin de encontrar las fracciones equivalentes tomando en cuenta las explicaciones anteriores.

Sección 2.2: Comparación y orden de fracciones

Uso de puntos de referencia (Comparar "a ojo")

- Esta estrategia desarrolla la intuición usando fracciones fáciles de reconocer como 0, $\frac{1}{2}$ y 1.
- Permite estimar rápidamente el tamaño de una fracción. Por ejemplo, puedes determinar si es mayor o menor que la mitad.

Ejemplo: Al comparar $\frac{7}{8}$ y $\frac{2}{5}$, puedes razonar que $\frac{7}{8}$ está muy cerca de 1, mientras que $\frac{2}{5}$ es menos de la mitad. Por lo tanto, **$\frac{7}{8}$ es mayor.**

The slide includes a number line from 0 to 1 with markers at $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{4}{5}$, and 1. A red bar represents $\frac{2}{5}$ and a blue bar represents $\frac{7}{8}$.

Figura 44. Presentación interactiva de la sección 2.2 del módulo 2

CALCULAR EL MCM DE 2, 4, 10

2	4	10	2
1	2	5	2
	1	5	5
		1	

EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN EN FACTORES PRIMOS TERMINA CUANDO SE LLEGA A 1 EN TODOS LOS NÚMEROS.

$2 \times 2 \times 5 = 20$

$MCM(2, 4, 10) = 20$

Figura 45. Video explicativo de la sección 2.2 del módulo 2

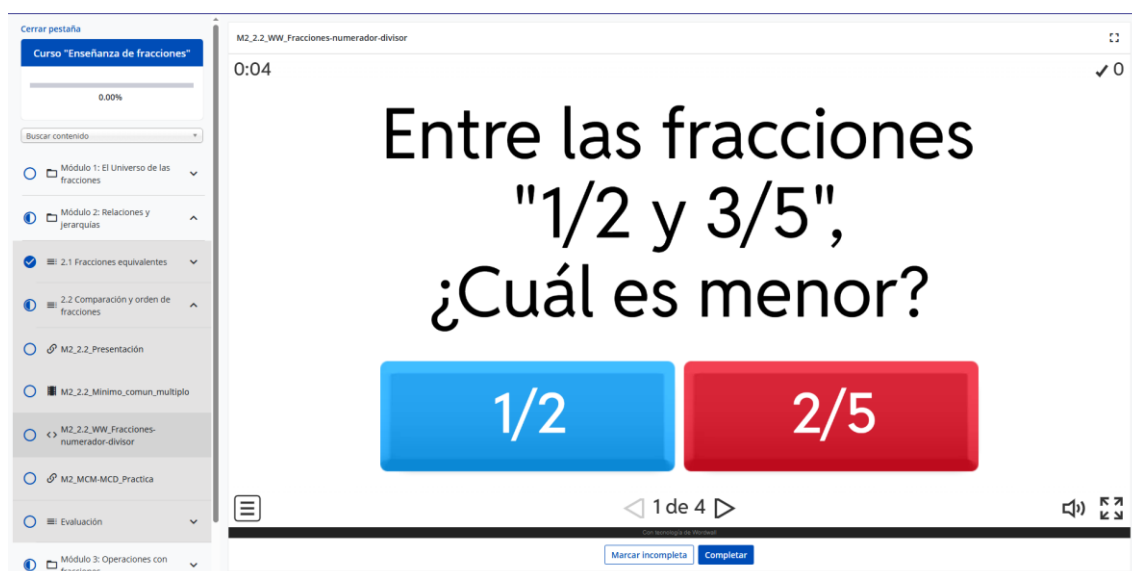


Figura 46. Juego interactivo de la sección 2.2 del módulo 2

La sección 2.2 consta de los mismos tipos de contenido que la sección 2.1, la presentación interactiva (Figura 45), un video explicativo (Figura 46), y el juego interactivo (Figura 47). En la presentación se tiene la teoría sobre comparación y orden de fracciones. El video explicativo muestra un ejemplo de cálculo del MCM. Por último, el juego interactivo, con estilo de videojuego, tiene el fin de identificar cuál es menor o mayor entre fracciones con distinto numerador y denominador.

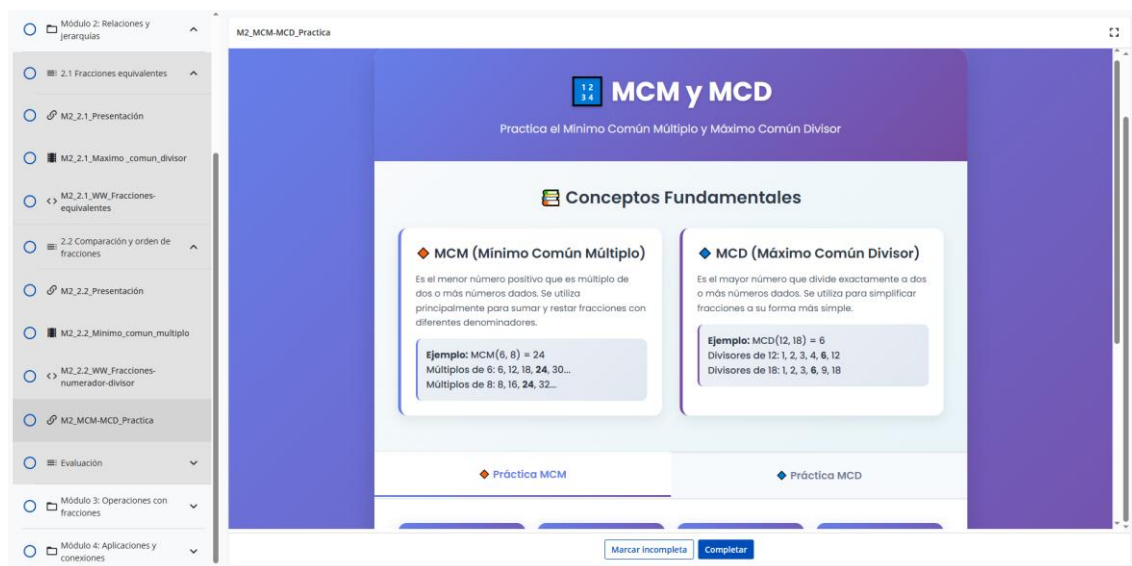


Figura 47. Objeto gamificado del módulo 2

Al final de la sección 2.2, se tiene un objeto gamificado (Figura 48) que recopila los temas de ambas secciones. Este tiene el propósito de practicar el MCM y MCD, en donde se pide que se encuentre el MCM o el MCD entre dos números.

6.4.3 Módulo 3

El módulo 3, se conforma de 3 secciones con diferentes tipos de contenido multimedia que los integran.

Sección 3.1: Suma y resta de fracciones

Curso "Enseñanza de fracciones"

0.00%

Buscar contenido

- Módulo 1: El Universo de las fracciones
- Módulo 2: Relaciones y jerarquías
- Módulo 3: Operaciones con fracciones
 - 3.1 Suma y resta de fracciones
 - M3_3.1_Presentación
 - 3.2 Multiplicación de fracciones
 - 3.3 División de fracciones
 - Evaluación
 - Módulo 4: Aplicaciones y conexiones

Suma y resta

El objetivo es entender por qué funcionan los métodos, no solo memorizarlos.

Con igual denominador (Homogéneas)

- Concepto:** Como las partes son del mismo tamaño, simplemente se suman o restan los numeradores.
- Algoritmo:** Se suman o restan los numeradores y se mantiene el mismo denominador.
- Ejemplo:** Si tienes $\frac{3}{6}$ de un pastel de chocolate 🍰 y añades $\frac{1}{6}$, ahora tienes $\frac{4}{6}$.

3/6

Marcar incompleta Completar

Figura 48. Presentación interactiva de la sección 3.1 del módulo 3

Sección 3.2: Multiplicación de fracciones

Curso "Enseñanza de fracciones"

0.00%

Buscar contenido

- Módulo 1: El Universo de las fracciones
- Módulo 2: Relaciones y jerarquías
- Módulo 3: Operaciones con fracciones
 - 3.1 Suma y resta de fracciones
 - M3_3.1_Presentación
 - 3.2 Multiplicación de fracciones
 - M3_3.2_Presentación
 - 3.3 División de fracciones
 - Evaluación
 - Módulo 4: Aplicaciones y conexiones

Multiplicación

Fracción por un número natural

- Concepto:** Se interpreta como "la fracción de un número" (operador) o como una suma repetida.
- Algoritmo:** Se multiplica el número natural solo por el numerador y se mantiene el denominador. Se puede simplificar antes o después.
- Ejemplo:** Para calcular $\frac{2}{3}$ de 36 niños, divides 36 entre 3 (denominador) y luego multiplicas por 2 (numerador), lo que da 24.

$$\frac{2}{3} \times 36$$

$$\frac{2}{3} \times \frac{36}{1}$$

$$\downarrow$$

$$\frac{72}{3}$$

$$24$$

Marcar incompleta Completar

Figura 49. Presentación interactiva de la sección 3.2 del módulo 3

Sección 3.3: División de fracciones

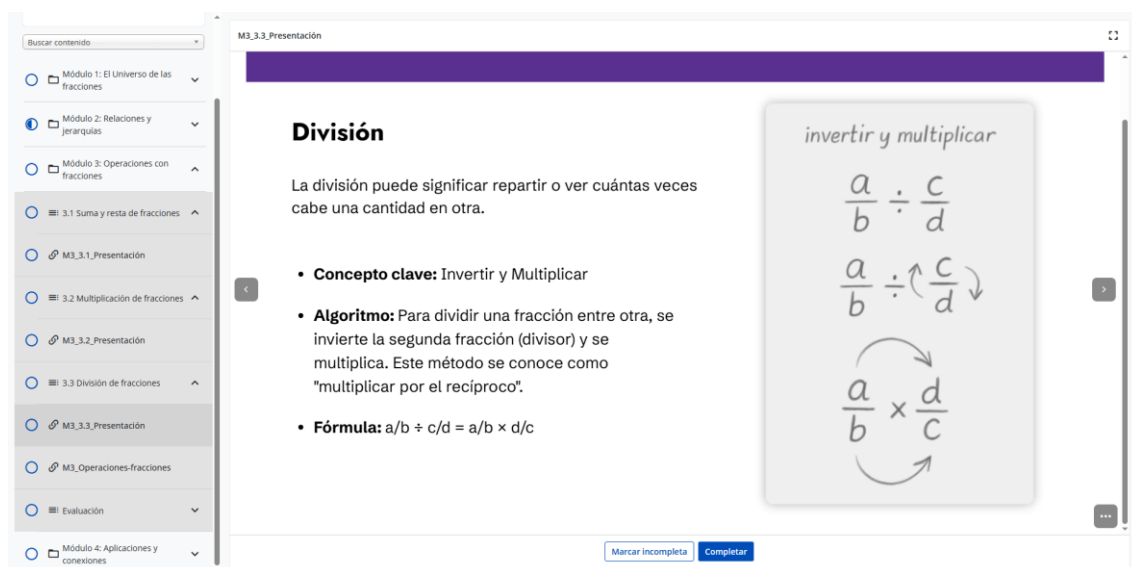


Figura 50. Presentación interactiva de la sección 3.3 del módulo 3

El módulo 3, consta de las 3 secciones (3.1, 3.2 y 3.3) que únicamente tienen presentaciones interactivas. Esto se debe a que se prefirió mostrar de manera clara y sintetizada los conceptos y algoritmos utilizados para resolver las operaciones. En las 3 presentaciones (Figura 49, 50 y 51) se personalizaron imágenes para representar gráficamente ejemplos o mostrar a manera de anotaciones el procedimiento que se sigue para resolver un ejercicio.

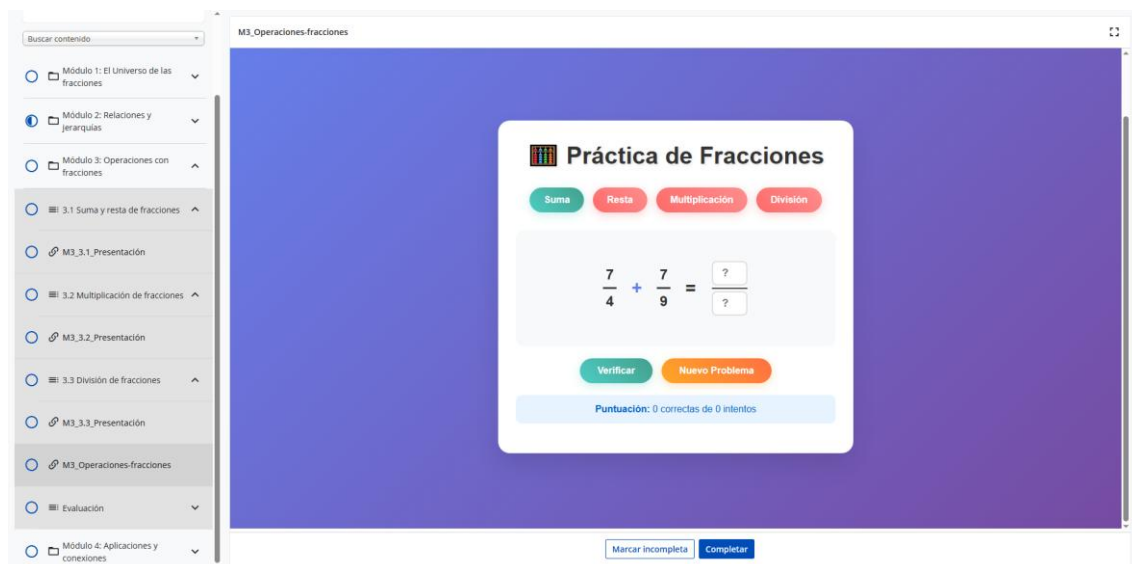


Figura 51. Objeto gamificado del módulo 3

Al final de la sección 3.3, se tiene un objeto gamificado (Figura 52) que recopila los temas de las secciones. Este tiene el propósito de practicar las operaciones de las fracciones (suma, resta,

multiplicación y división), en donde se muestra ejercicios en pantalla y se debe ingresar la respuesta para ser verificada.

6.4.4 Módulo 4

Este módulo se conforma de 3 secciones con diferentes tipos de contenido multimedia que los integran.

Sección 4.1: Fracciones, decimales, porcentajes

Curso "Enseñanza de fracciones"

0.00%

Buscar contenido

- Módulo 1: El Universo de las fracciones
- Módulo 2: Relaciones y jerarquías
- Módulo 3: Operaciones con fracciones
- Módulo 4: Aplicaciones y conexiones
 - 4.1 Fracciones, decimales y porcentajes
 - M4_4.1_Presentación
 - M4_4.1_Fracciones-decimales
 - 4.2 Introducción regla de 3
 - 4.3 Aplicaciones en contextos reales
 - Evaluación

M4_4.1_Presentación

Fracciones, decimales y porcentajes: La conexión

Conceptos clave:

- Fracción ($\frac{1}{2}$):** Una relación parte-todo, un reparto o una razón.
- Decimal (0.5):** Una extensión de los números enteros basada en potencias de 10.
- Porcentaje (50%):** Una razón específica que compara una cantidad con 100.

Equivalencia: Entender que $\frac{1}{2}$, 0.5 y 50% representan exactamente la misma cantidad.

$\frac{1}{1}$	1	100%		Un entero
$\frac{1}{2}$	0.5	50%		Un medio
$\frac{1}{3}$	0.333	33.3%		Un tercio
$\frac{1}{4}$	0,25	25%		Un cuarto

Marcar incompleta Completar

Figura 52. Presentación interactiva de la sección 4.1 del módulo 4

Curso "Enseñanza de fracciones"

0.00%

Buscar contenido

- Módulo 1: El Universo de las fracciones
- Módulo 2: Relaciones y jerarquías
- Módulo 3: Operaciones con fracciones
- Módulo 4: Aplicaciones y conexiones
 - 4.1 Fracciones, decimales y porcentajes
 - M4_4.1_Presentación
 - M4_4.1_Fracciones-decimales
 - 4.2 Introducción regla de 3
 - 4.3 Aplicaciones en contextos reales
 - Evaluación

M4_4.1_Fracciones-decimales

Práctica de Conversiones

Fracción → Decimal Decimal → Fracción Fracción → Porcentaje

Convierte la fracción a decimal

$\frac{5}{8}$

0.75 Verificar

Nuevo Problema

Puntuación: 0
Problemas resueltos: 0

Marcar incompleta Completar

Figura 53. Objeto gamificado de la sección 4.1 del módulo 4

La sección 4.1 tiene una presentación interactiva (Figura 53) y un objeto gamificado (Figura 54). La presentación consta de una imagen personalizada que muestra las fracciones y sus conversiones, y la explicación del proceso para lograrlo. El objeto gamificado permite practicar la conversión entre fracciones a decimal, decimal a fracción y fracción a porcentaje, con el objetivo de entender el sentido de proporcionalidad.

Sección 4.2: Introducción regla de 3

The screenshot shows an interactive presentation interface. On the left is a sidebar with a navigation menu containing items like 'Módulo 2: Relaciones y jerarquías', 'Módulo 3: Operaciones con fracciones', and 'Módulo 4: Aplicaciones y conexiones'. The main content area is titled 'Introducción a la "Regla de Tres"' and includes a text block explaining the process: 'El proceso para aplicar la regla de 3 combina la intuición con un algoritmo estructurado. Usemos el ejemplo: "Si 2 kg de manzanas cuestan \$4, ¿Cuánto costarán 5 kg?"'. Below this text is a list of four steps: 'Entender el problema y la proporción', 'Organizar los datos', 'Aplicar algoritmo - Multiplicación cruzada', and 'Interpretación'. To the right of the text is a hand-drawn diagram showing the calculation: 'Si 2 kg de manzanas cuestan \$4, ¿cuánto costarán 5 kg?'. It includes a drawing of an apple and the following steps: $\frac{2 \text{ kg}}{5 \text{ kg}} \div \frac{\$4}{x}$, $x = \$ \frac{20}{2}$, and $x = \$10$. At the bottom right of the main area are two buttons: 'Marcar Incompleta' and 'Completar'.

Figura 54. Presentación interactiva de la sección 4.2 del módulo 4

The screenshot shows a video explicative interface. On the left is a sidebar with a navigation menu containing items like 'Módulo 1: El universo de las fracciones', 'Módulo 2: Relaciones y jerarquías', and 'Módulo 4: Aplicaciones y conexiones'. The main content area is titled 'UN CARRO RECORRE 200 KM EN 3 HORAS. ¿CUÁNTAS KM HABRÁ RECORRIDO EN 2 HORAS? ¿CUÁNTO TIEMPO TARDARÁ EN RECORRER 270 KM?'. It includes a hand-drawn diagram showing the calculation: $\frac{200 \text{ KM}}{x} \div \frac{3 \text{ HORAS}}{2}$, $x = \frac{200 \times 2}{3}$, and $x = 133.33$. At the bottom right of the main area are two buttons: 'Marcar Incompleta' and 'Completar'.

Figura 55. Video explicativo de la sección 4.2 del módulo 4

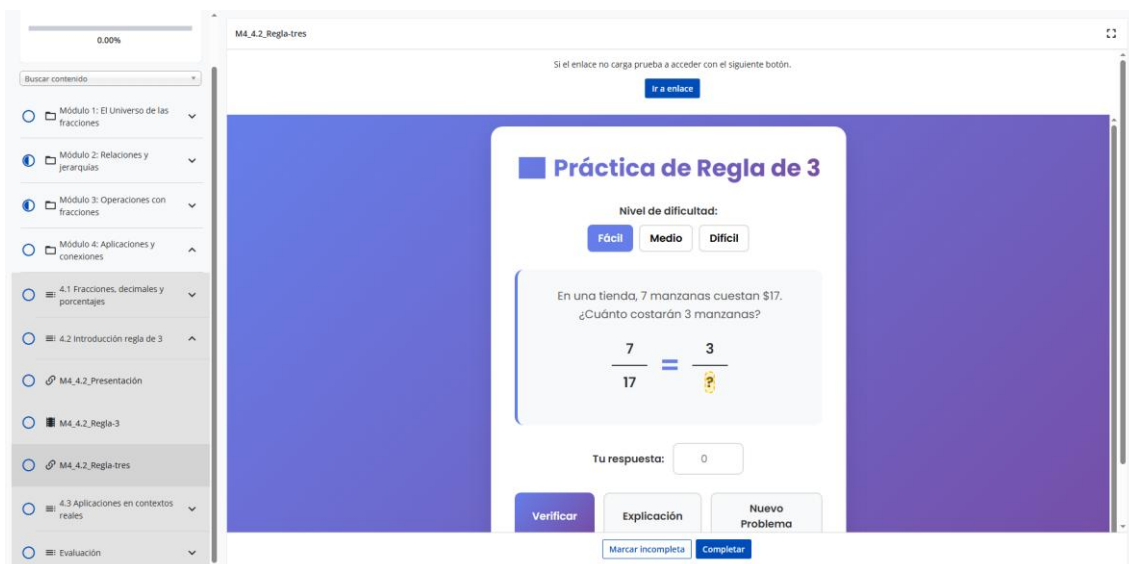


Figura 56. Objeto gamificado de la sección 4.2 del módulo 4

La sección 4.2 tiene 3 tipos de contenido, la presentación interactiva (Figura 55), un video explicativo (Figura 56), y un objeto gamificado (Figura 57). La presentación es la teoría con respecto a la comprensión de la regla de 3 y la proporcionalidad. Se implementaron imágenes personalizadas para representar la resolución de ejercicios. Por su parte, el video explicativo muestra la aplicación de la regla de 3 en un problema concreto. Por último, el objeto gamificado permite practicar la regla de 3 simple directa.

Sección 4.3: Aplicaciones en contextos reales

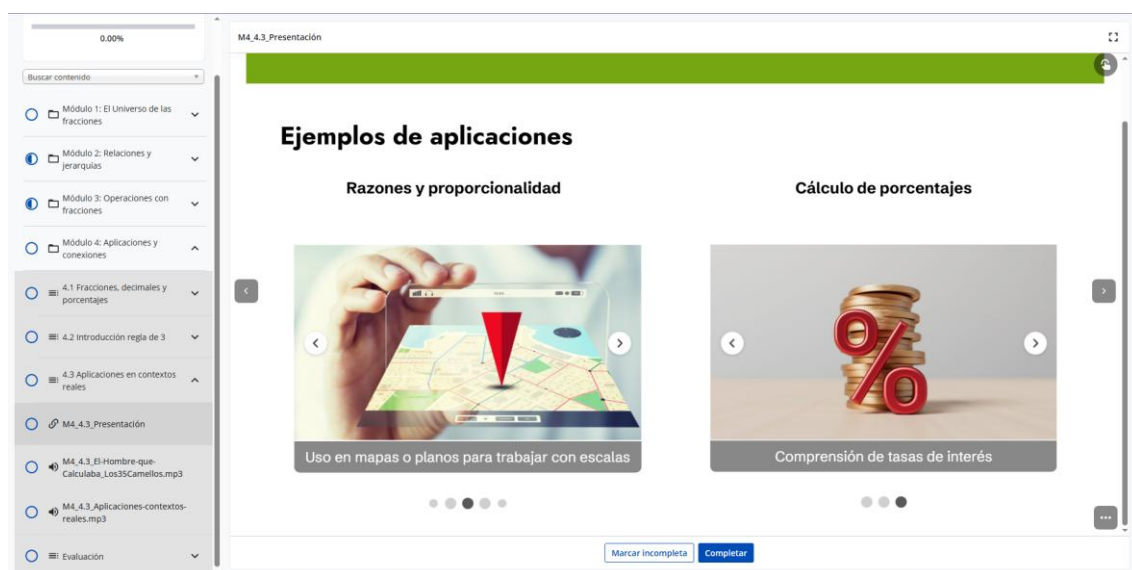


Figura 57. Presentación interactiva de la sección 4.3 del módulo 4

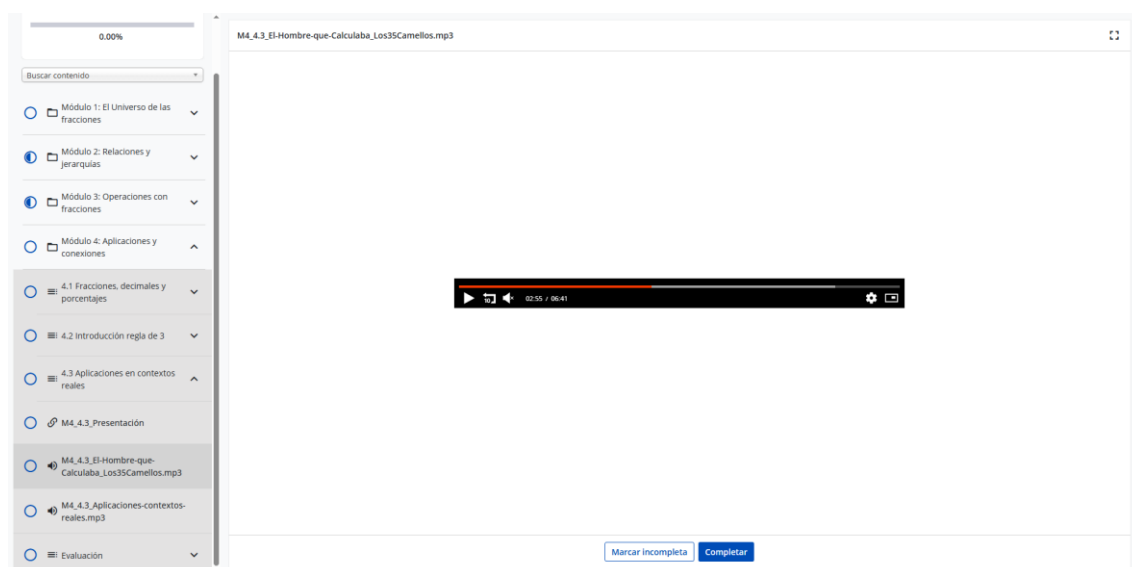


Figura 58. Audio explicativo de la sección 4.3 del módulo 4

La última sección, 4.3, se conforma de 3 contenidos. La primera es la presentación (Figura 58) que a través de imágenes indica las diversas áreas y/o campos en las que las fracciones son aplicadas. En segundo lugar, se tiene dos audios (Figura 59) que son ejemplos concretos. El primer audio es un fragmento de la obra “El hombre que calculaba”, específicamente, el Capítulo III: Los 35 camellos. Esta narra una aventura en la que el protagonista, *Beremiz Samir* o también conocido como *el hombre que calculaba*, resuelve un complejo problema de herencia. Tres hermanos discuten sobre cómo dividir 35 camellos según fracciones que resultan en números no enteros (la mitad, un tercio y un noveno). Beremiz introduce inteligentemente su propio camello para sumar 36 animales, lo que le permite realizar una división que beneficia a todos los herederos con números enteros de camellos, dejando dos camellos restantes, uno para él y otro para su compañero, resolviendo así el dilema a satisfacción de todos y demostrando su ingenio algebraico. El segundo audio ilustra la importancia de la comprensión de las fracciones a través de varios escenarios prácticos. Se trata de explicar cómo las fracciones son esenciales para la repartición justa de herencias, porcentajes en préstamos bancarios, escaladas de recetas en la cocina y el uso de fracciones en las estadísticas deportivas para evaluar el rendimiento de los jugadores de manera objetiva.

6.5 Resultados

A partir de los esfuerzos y trabajos presentados en capítulos anteriores, como resultado se logró desarrollar el prototipo de la unidad didáctica multimedia sobre el tema de “Fracciones”. La unidad está conformada por 4 módulos con secciones individuales. Para cada tema presentado en los módulos se realizaron materiales específicos, ya sean empleados dentro de las presentaciones o como material independiente en cada sección. En la Tabla 6, se indica el total de recursos elaborados:

Tabla 6

Tipos de recursos

Tipo de recurso	Cantidad
Presentaciones interactivas	12
Videos explicativos	4
Juegos interactivos	2
Audios	13
Imágenes personalizadas	34
Modelos 3D	6
Objetos gamificados	6
Evaluaciones	4
Total	81

El contenido fue desarrollado teniendo en cuenta principios de UX y UI, enfocándose en aspectos clave como la usabilidad, utilidad y satisfacción general al momento de ver y usar el material. Este enfoque se mantuvo sin olvidar el usuario final de la unidad didáctica (docentes), por lo que, se procuró no infantilizar el contenido, mientras se lo desarrollaba de manera atractiva y llamativa. A su vez, la selección de herramientas para el diseño, desarrollo e integración de la unidad se enfocó en que fueran funcionales, intuitivas y amigables al momento de manejarlas.

En conjunto los recursos desarrollados tienen como objetivo conducir al usuario desde la comprensión teórica de los conceptos clave sobre las fracciones hasta su aplicación en contextos reales más avanzados. En cuanto al lenguaje utilizado, se evitó el uso de tecnicismos o términos complicados, procurando usar expresiones claras y entendibles.

Considerando lo anterior, y tras una revisión detallada del prototipo de la unidad didáctica multimedia realizada por terceros, se confirmó que el material presentado dentro de la misma es de alta calidad y va acorde al tema identificado como de alto impacto. De igual manera, se corroboró que la unidad se fundamenta en la teoría del aprendizaje multimedia de Richard Mayer, la cual aprovecha los canales cognitivos duales (visual y auditivo) de las personas, junto con diversos principios didácticos como los principios de proximidad, el de partir de lo concreto hacia lo abstracto (o de lo conocido hacia lo desconocido), el principio de adecuación, y el principio de eficiencia. Todo ello con el fin de que el usuario realice el mínimo esfuerzo cognitivo para alcanzar el máximo rendimiento posible en su proceso de estudio.

Los capítulos anteriores han documentado el proceso completo desde la conceptualización hasta la implementación del proyecto. De modo que, el siguiente capítulo se adentrará en la discusión de los hallazgos.

CAPÍTULO 7

7 Discusión

El presente capítulo tiene como objetivo proporcionar una interpretación profunda de los hallazgos obtenidos en capítulos anteriores, que mencionan el diagnóstico y el diseño de la unidad didáctica multimedia, alineando estos resultados con el marco teórico. Además, se discutirán las implicaciones del proyecto. Este análisis busca contextualizar los resultados y proyectar su relevancia en el ámbito educativo.

7.1 Interpretación del diagnóstico

La fase 1, aplicación de la analítica del aprendizaje (LA), fue la pieza central para diagnosticar con precisión el problema del bajo rendimiento en Matemáticas en la Educación General Básica (EGB) de Ecuador. Los hallazgos confirmaron que Matemáticas es, de manera histórica, la asignatura con el rendimiento más bajo a nivel nacional, según los datos de la evaluación Ser Estudiante del INEVAL, evaluando 2 555 instituciones educativas distintas a lo largo de los 5 años lectivos seleccionados. Profundizando en el análisis de registros académicos institucionales, se validó y se especificó esta observación a nivel de aula, identificando que el 9no grado de EGB es el que presenta un menor promedio general en comparación con otros grados del subnivel básico superior (8vo y 10mo). Esta particularidad sugiere posibles problemas en la comprensión de temas en años previos.

Para complementar el análisis cuantitativo, la encuesta a actores clave (docentes, padres de familia, directivos) permitió triangular los hallazgos con la experiencia profesional. Los resultados de las preguntas cerradas revelaron de manera consistente que el tema de las “Fracciones” es considerado de alto impacto, con una alta vinculación y criticidad con otros temas de Matemáticas y para el aprendizaje futuro. Específicamente, el 44% de los encuestados consideró que “Quebrados, razones y proporciones” limitan el aprendizaje de otros contenidos si no se dominan, y el 36,5% seleccionó “Operaciones con fracciones, decimales y porcentajes” como esencial para el éxito en la educación básica superior.

El análisis cualitativo de la encuesta, a través de la pregunta abierta, proporcionó aspectos clave, revelando oportunidades para el diseño instruccional. Entre las principales preocupaciones se destacan:

- La actitud y razonamiento del estudiante, ligada a la motivación y la falta de práctica.

- La necesidad de fortalecer las bases matemáticas fundamentales, especialmente en operaciones básicas, fracciones y decimales.
- La preparación y dominio de técnicas didácticas por parte de los docentes.
- La adopción de metodologías más innovadoras y didácticas.
- El uso equilibrado de la tecnología, que, por una parte, se percibe como una herramienta para evitar el esfuerzo, por otra en cambio, se reconoce su potencial para dinamizar las clases.

Estos hallazgos se alinean directamente con el planteamiento del problema, que señalaba la naturaleza abstracta de ciertos conceptos matemáticos, la insuficiencia de metodologías de enseñanza tradicionales y la falta de recursos didácticos adaptados como posibles causas de las dificultades de los estudiantes.

7.2 Interpretación del diseño

En respuesta a las necesidades identificadas en el diagnóstico, el proyecto se centró en el diseño y desarrollo de una unidad didáctica multimedia sobre “Fracciones”. Esta unidad se entiende como una herramienta dinámica de acompañamiento y consolidación de conceptos para docentes, buscando transformar conceptos abstractos en contenido más tangible y comprensible. Su propósito principal es mejorar la comprensión conceptual, el compromiso y, potencialmente, el rendimiento académico de los estudiantes en este tema de alto impacto, mediante la capacitación docente y el fortalecimiento de la enseñanza de nociones matemáticas.

El diseño de la unidad se organizó en cuatro módulos interconectados (El universo de las fracciones, Relaciones y jerarquías, Operaciones con fracciones, y Aplicaciones y conexiones), que guían al usuario progresivamente desde los fundamentos hasta las aplicaciones avanzadas. La selección de materiales multimedia tiene la intención de abordar las dificultades de aprendizaje y adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje (visuales y auditivos):

- Presentaciones interactivas (Genially): Integran texto sintetizado, audios explicativos, modelos 3D personalizados (Blender) y tarjetas giratorias para visualizar conceptos y ejemplos.
- Videos explicativos (Blender, Doodle): Diseñados para representar elementos de fracciones, y mostrar ejemplos de cálculos (MCD, MCM, regla de 3) de manera visual y animada.

- Juegos interactivos (Wordwall): Con un “estilo de videojuego”, se plantearon ejercicios para encontrar fracciones equivalentes o comparar fracciones, fomentando el aprendizaje lúdico y la autoevaluación.
- Objetos gamificados (.html): Archivos interactivos que permiten practicar la representación en la recta numérica, la identificación de tipos de fracciones, el cálculo de MCM/MCD, las operaciones con fracciones, las conversiones entre fracciones/decimales/porcentajes y la regla de 3.
- Audios con ejemplos reales: Incluyen un fragmento de “El hombre que calculaba” y explicaciones sobre aplicaciones en herencias, préstamos, recetas y estadísticas deportivas, conectando las matemáticas con la vida cotidiana.

El diseño instruccional tomó como referencia la malla curricular del Ministerio de Educación de Ecuador (2019), enfocándose en las Destrezas con Criterio de Desempeño (DCD) relacionadas con fracciones, especialmente para el 5to grado de EGB donde se hace la formalización del tema. Además, los conceptos se fundamentaron con una revisión sistemática de 33 recursos bibliográficos (libros de texto tradicionales, innovadores, avanzados y didácticos) para asegurar un enfoque integral y las mejores prácticas pedagógicas.

Este diseño busca, en términos simples, que el usuario realice un mínimo esfuerzo cognitivo para alcanzar el máximo rendimiento en su estudio, adhiriéndose a principios didácticos como el de proximidad (de lo concreto a lo abstracto), adecuación y eficiencia. El docente, con el uso de esta unidad, se pretende que fortalezca su entendimiento de cómo enseñar temas específicos de manera efectiva, transformándolo en un facilitador y navegador de conocimientos, enfocando el entorno de aprendizaje en el alumno y permitiendo una instrucción más efectiva e interactiva.

7.3 Alineación de los hallazgos con el marco teórico

El proyecto se fundamenta en la premisa de que la educación, y en particular las Matemáticas, son pilares fundamentales para el desarrollo integral del individuo. La persistente dificultad en Matemáticas a nivel global y nacional, evidenciada en los resultados de pruebas como PISA y Ser Estudiante, subraya la necesidad de intervenciones precisas.

De ese modo, aquí es cuando la analítica del aprendizaje (LA) demuestra su relevancia. El marco teórico describe a LA como una herramienta diagnóstica y predictiva que permite identificar patrones de comportamiento y desafíos, optimizando el aprendizaje y sus entornos.

El diagnóstico, al identificar históricamente el bajo rendimiento en Matemáticas, el grado específico (9no EGB) con menor rendimiento y el tema de alto impacto (Fracciones), corrobora la utilidad de LA para abordar contenidos pertinentes y elaborar propuestas de aprendizaje basadas en evidencia.

A su vez, el diseño de la unidad didáctica multimedia se alinea con el marco teórico sobre el contenido multimedia en el contexto educativo. La integración de diversos medios (texto, imágenes, audio, video, animaciones, modelos 3D) permite transformar conceptos abstractos en contenido más tangible y comprensible, lo que se ha demostrado que mejora la retención, el compromiso y la motivación de los estudiantes. La unidad no es una plataforma estática, sino una herramienta dinámica e interactiva, potenciando un aprendizaje más personal e innovador, y fomentando la autonomía del usuario. Esto es vital para superar las limitaciones de las metodologías tradicionales mencionadas en el planteamiento del problema.

Finalmente, el papel de la unidad didáctica en la educación, descrita como una unidad básica para organizar actividades de enseñanza-aprendizaje con una coherencia metodológica interna, se ve reflejado en la estructura planificada y el flujo de aprendizaje adaptado a las necesidades del usuario final, todo ello derivado de los análisis de LA.

7.4 Implicación del proyecto

Las implicaciones de este proyecto son significativas en varios niveles:

- *Validación del enfoque:* El trabajo realizado valida la utilidad de la analítica del aprendizaje (LA) como una herramienta diagnóstica efectiva para informar y mejorar el diseño instruccional en el contexto de la EGB en Ecuador. Demuestra cómo un diagnóstico preciso basado en datos cuantitativos y cualitativos puede guiar el desarrollo de soluciones pedagógicas enfocadas.
- *Mejora del aprendizaje en Matemáticas:* Al abordar un tema de “alto impacto” como las fracciones con una unidad didáctica multimedia adaptada, el proyecto tiene el potencial de mejorar significativamente la comprensión conceptual de los estudiantes, su compromiso con la asignatura y, en consecuencia, su rendimiento académico, a través del fortalecimiento de las prácticas docentes a través de procesos de formación continua. Esto es crucial dada la persistente dificultad en Matemáticas en Ecuador.
- *Apoyo a docentes:* La unidad didáctica es un instrumento de formación y acompañamiento que ofrece a los docentes una herramienta innovadora y basada en

evidencia para fortalecer su conocimiento pedagógico. Tiene el propósito de consolidar el rol del docente en un facilitador, permitiendo una instrucción más precisa, interactiva y efectiva.

- *Impacto en la trayectoria educativa y vocacional:* Una mejor base en fracciones, un concepto fundamental, puede evitar el “efecto de arrastre negativo” en temas más avanzados de la EGB y BGU. Reducir la desmotivación y la ansiedad matemática podría influir positivamente en las decisiones vocacionales futuras de los estudiantes, acercándolos a campos STEM y mejorando el capital humano del país.
- *Innovación educativa:* El proyecto promueve el uso equilibrado e intencionado de la tecnología y el contenido multimedia para crear entornos de aprendizaje más atractivos, accesibles y significativos.

Tras haber presentado los hallazgos y sus implicaciones, las secciones finales de este trabajo presentarán las conclusiones definitivas y las recomendaciones que se derivan de la investigación.

CONCLUSIONES

Esta sección expone las conclusiones del proyecto, habiendo sintetizado los principales hallazgos y logros alcanzados en relación con los objetivos planteados.

1. El proyecto logró corroborar la relevancia de la analítica del aprendizaje (LA) en entornos de Matemáticas al utilizarla como una herramienta diagnóstica fundamental. La aplicación de LA a los datos del INEVAL consistió en el análisis de más de 100,000 resultados nacionales que confirmaron que Matemática mantiene históricamente el promedio más bajo comparado con otras asignaturas. Por su parte, el uso de LA en registros académicos permitió identificar el grado con el menor rendimiento. Ambos análisis revelaron que este no es un fenómeno aislado sino una constante sistemática que trasciende diferencias institucionales, geográficas o socioeconómicas, dando a entender que se requieren intervenciones estructurales, no solo soluciones puntuales. Por lo que, este enfoque basado en datos permitió la elaboración de esta propuesta de aprendizaje pertinente y basada en evidencia para sustentar y mejorar el diseño instruccional, lo cual es un aspecto clave de la LA en la educación.
2. Mediante la aplicación de LA a fuentes de datos cuantitativas (registros académicos institucionales), se identificó después de analizar 1,794 registros académicos de tres instituciones educativas, que dentro de la Educación General Básica (EGB), el 9no grado (subnivel superior) presentaba un menor promedio general en Matemáticas. Esta información revela que este grado representa un “cuello de botella” donde las brechas de aprendizaje acumuladas en grados anteriores se vuelven un obstáculo importante. Esto coincide con la transición cognitiva entre operaciones concretas y formales (La teoría de Piaget), es decir, concuerda con una etapa clave del desarrollo cognitivo, en la que se espera que los estudiantes pasen a un pensamiento matemático más abstracto y formal. De modo que, el centrar los esfuerzos de intervenciones en niveles anteriores es una acción estratégica para maximizar el impacto dentro del proceso de aprendizaje de los estudiantes.
3. Los resultados cuantitativos obtenidos de la encuesta realizada a 100 expertos en educación, a partir de su experiencia, demostraron que el tema con mayor vinculación y criticidad tanto en la vida estudiantil como en la vida práctica, y que por ende se considera de alto impacto, es “Fracciones”. Es un resultado que no sorprende, ya que es cierto que las fracciones tienen una complejidad inherente, al representar múltiples ideas matemáticas a la vez (parte-todo, cociente, razón, etc.), lo que explica el por qué son

una dificultad persistente en el ciclo de aprendizaje. Estos temas que los actores clave identificaron como los más críticos, las fracciones y conceptos relacionados, se pueden considerar difíciles de aprender y enseñar. Esto crea una paradoja fundamental, que las habilidades matemáticas más esenciales para la vida diaria, como la interpretación de datos y el pensamiento crítico, son las que el sistema educativo tiene más dificultades para enseñar eficazmente.

4. Los resultados cualitativos de la encuesta realizada a docentes, padres de familia y directivos permitieron caracterizar las dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas en la EGB, cuyos hallazgos resultaron aplicables al tema de “Fracciones”, así como identificar las necesidades del público objetivo. Los hallazgos revelaron la urgencia de implementar estrategias innovadoras en la metodología y práctica docente. La importancia de trabajar en fortalecer las bases y conocimientos fundamentales en operaciones básicas, fracciones y decimales. Se menciona la preocupación de mejorar la preparación y el dominio de técnicas por parte de los docentes. También, se requiere abordar la actitud y el razonamiento del estudiante, incluyendo la dependencia de la memorización y el uso excesivo de IA que limitan el desarrollo de destrezas. Por último, el fomentar un uso equilibrado de la tecnología para enriquecer las clases. Estos aspectos o “insights” fueron clave para la construcción de una unidad didáctica pertinente a los resultados.
5. Se logró definir el diseño instruccional y las estrategias multimedia para la unidad didáctica. Este diseño se fundamentó en los lineamientos de la malla curricular 2019 del Ministerio de Educación para la EGB media, considerando las destrezas con criterios de desempeño (DCD) relacionadas con fracciones. Por lo que, el currículo alineado con los estándares nacionales asegura su relevancia y aplicabilidad en contextos reales. Además, se basó en una revisión bibliográfica sistemática de 33 libros de texto especializados en matemáticas. Estos fueron clasificados por sus enfoques específicos, tradicional, innovador, avanzado y didáctico, y siempre considerando metodologías pedagógicas como la Singapur, lo que permitió un enfoque integral para la enseñanza de las fracciones. La unidad se estructuró en cuatro módulos que guían al usuario desde conceptos básicos hasta aplicaciones avanzadas.
6. La última fase del proyecto culminó con el desarrollo del prototipo de la unidad didáctica multimedia sobre “Fracciones”. Se desarrollaron diversos contenidos y recursos interactivos, siendo un total de 12 presentaciones interactivas, 4 videos explicativos, 2 juegos interactivos, 13 audios, 34 imágenes personalizadas, 6 modelos

3D y 6 objetos gamificados. La coherencia con el diseño instruccional planteado y la capacidad para abordar las dificultades de aprendizaje identificadas se aseguraron mediante la aplicación de principios de UX y UI, enfocándose en la usabilidad, utilidad y satisfacción del usuario, y procurando un lenguaje claro sin tecnicismos. Además, se mantuvo un enfoque multimodal que se basa en teorías del aprendizaje consolidadas, como la teoría del aprendizaje multimedia de Richard Mayer, que propone que las personas aprenden mejor cuando se utiliza una combinación de palabras e imágenes. El resultado final, la unidad didáctica, se concibió como una herramienta dinámica para consolidar y fortalecer los conocimientos de los docentes, basada en datos y un análisis detallado.

7. Este proyecto se considera como una nueva visión de la investigación educativa aplicada que combina rigor científico con relevancia práctica inmediata. La combinación de las metodologías implementadas facilitó la integración del repositorio de registros educativos, consulta experta, fundamentación teórica sólida y desarrollo tecnológico, lo que estableció un modelo o marco metodológico replicable para abordar problemáticas educativas complejas de manera sistemática, estructurada y basada en evidencia.
8. Se determinó que el principal público objetivo de la unidad son los profesores, bajo la premisa de “formación de formadores”. El capacitar a un docente con mejores herramientas y competencias puede impactar positivamente a cientos de estudiantes a lo largo de su carrera. Este enfoque reconoce que un cambio educativo sostenible requiere fortalecer el entendimiento de los docentes en el cómo enseñar temas específicos de manera correcta y efectiva. Al enfocarse en los profesores, el proyecto aspira a una mejora duradera, escalable y sistémica de la educación matemática, y socialmente relevante. Sin embargo, no se niega el uso de la unidad para estudiantes y padres de familia, se promueve que el proyecto sirva como un instrumento de acompañamiento para quien desee aprender o enseñar conceptos de Matemáticas basados en datos y un análisis detallado.

RECOMENDACIONES

Esta sección expone las recomendaciones del proyecto, a partir de los hallazgos y conclusiones planteadas.

1. A partir del análisis realizado a las fuentes de datos cualitativas y cuantitativas, y los resultados obtenidos es fundamental que las políticas educativas nacionales actuales aborden de manera explícita el bajo rendimiento histórico en Matemática. Para ello, se recomienda establecer procesos continuos de recopilación y análisis de datos académicos, con un modelo similar al presentado en este proyecto, para desarrollar de manera precisa y basada en evidencia un diseño curricular e instruccional, que sean pertinentes y adecuados a patrones o aspectos claves descubiertos a partir de un análisis exhaustivo. De manera que se fortalezcan los conceptos fundamentales en los grados iniciales y medios para evitar la acumulación de déficits que puedan generar un “cuello de botella”.
2. La encuesta a actores clave destacó la falta de estrategias innovadoras y el excesivo enfoque en la memorización como unas de las principales dificultades. Se recomienda capacitar a los profesores en el uso de métodos activos y prácticos, mediante plataformas virtuales escalables para difundir metodologías de enseñanza dinámicas e innovadoras en especial para temas que se consideren difíciles, reconociendo que el docente es el agente de cambio fundamental.
3. La preparación y el dominio de técnicas por parte de los docentes es un factor crítico que afecta el rendimiento estudiantil. Se recomienda diseñar e implementar programas de formación que equipen a los educadores con nuevas metodologías, recursos didácticos y un enfoque actualizado para la enseñanza de las Matemáticas. Además, de vincularlos, de manera consistente con conceptos matemáticos en escenarios de la vida cotidiana y profesional, con el propósito de aumentar la motivación de los estudiantes al presentarles aplicaciones reales de estos temas.
4. Se recomienda tener en consideración el desarrollo de estrategias para fomentar el razonamiento lógico y el pensamiento crítico en los estudiantes, reduciendo la dependencia de la memorización y el uso no supervisado de la inteligencia artificial. Con el objetivo de promover un enfoque que priorice la comprensión profunda y la resolución de problemas sobre la memorización de algoritmos, mientras se educa sobre el uso ético y equilibrado de la tecnología.

5. Se sugiere el desarrollo y la integración de recursos multimedia como apoyo y dinamizador de las clases, siempre bajo la guía pedagógica del docente. Se recomienda un uso equilibrado de la tecnología y de este tipo de materiales, ya que son herramientas de enriquecimiento, capaces de transformar conceptos abstractos en contenidos más tangibles y de incrementar el interés.
6. La integración de principios de experiencia de usuario (UX) y diseño de interfaz de usuario (UI) en el desarrollo de los materiales educativos digitales es recomendable para asegurar su usabilidad, utilidad y satisfacción, utilizando un lenguaje claro y sin tecnicismos, llegándolo a convertir en un estándar en la creación de futuros recursos digitales para garantizar que sean atractivos, intuitivos y efectivos para el usuario final.
7. El desarrollo de la unidad didáctica multimedia se formuló a partir de un modelo que puede ser escalable. Es recomendable replicar el marco de diseño del proyecto (objetos multimodales) en otras materias históricamente difíciles, debido al éxito en el desarrollo de la unidad didáctica multimedia para el tema de alto impacto “Fracciones”. Contemplar la extensión de esta iniciativa a otras áreas o temas identificados a través de la LA, que presenten desafíos similares, significa basar su diseño en un análisis de registros educativos, una revisión bibliográfica extensa y metodologías pedagógicas comprobadas, ofreciendo un enfoque integral y dinámico que puede mejorar la comprensión conceptual de cualquier asignatura o temática relevante.

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- Abdulrahaman, M. D., Faruk, N., Oloyede, A. A., Surajudeen-Bakinde, N. T., Olawoyin, L. A., Mejabi, O. V., Imam-Fulani, Y. O., Fahm, A. O., & Azeez, A. L. (2020). Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review. *Heliyon*, 6(11), e05312. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05312>
- Alé-Ruiz, R., Martínez-Abad, F., & Del Moral-Marcos, M. T. (2024). Academic engagement and management of personalised active learning in higher education digital ecosystems. *Education and Information Technologies*, 29(10), 12289–12304. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12358-4>
- Al-Zahrani, A. M., & Alasmari, T. (2023). Learning Analytics for Data-Driven Decision Making: Enhancing Instructional Personalization and Student Engagement in Online Higher Education. *International Journal of Online Pedagogy and Course Design*, 13(1), 1–18. <https://doi.org/10.4018/IJOPCD.331751>
- Arias Gómez, D., & Torres Puentes, E. (2017). Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza. *Noria Investigación Educativa*, 1(1), 41–47. <https://doi.org/10.14483/25905791.13072>
- Becerra, G., & Victorino, L. (2010). *Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la educación*. Calidad en la Educación Superior, 1(2), 120–135. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5573317>
- Belloch, C. (2013, julio 31). *Diseño Instruccional*. <https://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA4.wiki?7>
- Brugger, W., & Schöndorf, H. (2014). *Diccionario de Filosofía* (2a ed.). Herder Editorial, S.L.
- Calderón Pujadas, F. J. (2019). Impacto de las nuevas tecnologías en la masificación de la educación. *Revista Científica*, 4(Ed. Esp.), 173–187. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.E.10.173-187>

- Canal Universidad Galileo (2023, agosto 8). *La Importancia de las Matemáticas en la educación y en la vida* [Archivo de Vídeo]. YouTube
https://www.youtube.com/watch?v=lteZznDuEuI&ab_channel=UniversidadGalileo
- Dehbi, R., Talea, M., & Tragha, A. (2013). A Model Driven Methodology Approach for e-Learning Platform Development. *International Journal of Information and Education Technology*, 10–15. <https://doi.org/10.7763/IJiet.2013.V3.225>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Díez, E. (s.f.). *Unidades Didácticas*. Las Unidades Didácticas. Recuperado el 9 de junio de 2025, de <https://educar.unileon.es/Antigua/Didactic/UD.htm>
- EduScrum. (2020). *The eduScrum Guide: The rules of the Game*. https://eduscrum.ru/wp-content/uploads/2020/01/The_eduScrum-guide-English_2.0_update_21-12-2019.pdf
- Freiberger, M., & Thomas, R. (2016). *Matemática 100 conceptos* (1a ed.). Ediciones Librero S.L.
- Gulrukh, Y. (2023). MULTIMEDIA IN EDUCATION. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, 9(5), 446–447. <https://doi.org/10.36713/epra2013>
- INEVAL (2023, diciembre 7). *Nacionales» Banco de Información. Banco de Información*. <https://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/nacionales-informes-y-resultados/>
- INEVAL. (2025). *Informe Nacional Ser Estudiante-nivel de Bachillerato. Año lectivo 2023-2024*. https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2023-2024_3.pdf
- INEVAL. (2025). *Informe Nacional Ser Estudiante-Subnivel Básica Elemental. Año lectivo 2023-2024*. https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2023-2024_4.pdf

- INEVAL. (2025). *Informe Nacional Ser Estudiante-Subnivel Básica Media. Año lectivo 2023-2024*. https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2023-2024_7.pdf
- INEVAL. (2025). *Informe Nacional Ser Estudiante-Subnivel Básica Superior. Año lectivo 2023-2024*. https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2023-2024_10.pdf
- Jupyter. (s.f.). *The Jupyter Notebook—Jupyter Notebook 7.4.4 documentation*. Recuperado el 4 de agosto de 2025, de <https://jupyter-notebook.readthedocs.io/en/stable/notebook.html>
- Latorre Villacís, V. M. (2023). IMPACTO DEL COVID-19 Y DESIGUALDAD SOCIOECONÓMICA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN ECUADOR: Códigos JEL: I21, I23, I24, I28. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, 5(5), 97–117. <https://doi.org/10.53591/fce.v5i5.2175>
- León, A. (2007). *Qué es la educación*. 11(39), 595–604.
- Malba, T. (2012). *El hombre que calculaba*. Editorial Limusa: Grupo Noriega Editores.
- Martinez, C., Serra, R., Sundaramoorthy, P., Booij, T., Vertegaal, C., Bounik, Z., Van Hastenberg, K., & Bentum, M. (2023). Content-Focused Formative Feedback Combining Achievement, Qualitative and Learning Analytics Data. *Education Sciences*, 13(10), 1014. <https://doi.org/10.3390/educsci13101014>
- Mayer, R. (2001). *MULTIMEDIA LEARNING (Vol. 41)*.
- Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria Subnivel SUPERIOR*. www.educacion.gob.ec
- Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria Subnivel ELEMENTAL*. www.educacion.gob.ec
- Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria Subnivel MEDIO*. www.educacion.gob.ec

- Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria Subnivel PREPARATORIA*. www.educacion.gob.ec
- Morales-González, B., Edel-Navarro, R., & Aguirre-Aguilar, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. En *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (pp. 33–43).
https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativos_revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf#page=33
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems Empowering People - CHI '90*, 249–256. <https://doi.org/10.1145/97243.97281>
- Núñez Villalobos, D. (2025). Modelo Predictivo basado en Aprendizaje Automático para la retención Estudiantil en Educación Superior. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1–21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1307>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Peñañiel, J. C. (2024, enero 19). *Los docentes y el amor-odio a las matemáticas—Forbes Ecuador*. <https://www.forbes.com.ec/columnistas/los-docentes-amor-odio-matematicas-n46897>
- Power BI. (s.f.). *Power BI - Data Visualization | Microsoft Power Platform*.
<https://www.microsoft.com/en-us/power-platform/products/power-bi>
- Schmid, H. A. (2004). *Model Driven Architecture with OOHDM* (pp. 12–25).
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=17c77200885765d619a350ecbc160346a8b38786>
- Schröer, C., Kruse, F., & Gómez, J. M. (2021). A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process Model. *Procedia Computer Science*, 181, 526–534.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.199>

- Schuhbauer, H., Brockmann, P., & Schötteler, S. (2024, junio 15). Agile learning: Use of Eduscrum in higher education. *Education and New Developments 2024 – Volume 2*. Education and New Developments 2024. <https://doi.org/10.36315/2024v2end034>
- Schwabe, D., Rossi, G., & Barbosa, S. D. J. (1996). Systematic hypermedia application design with OOADM. *Proceedings of the the Seventh ACM Conference on Hypertext - HYPERTEXT '96*, 116–128. <https://doi.org/10.1145/234828.234840>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Tufte, E. (1990). *Envisioning information*. Graphics Press. https://eclass.uth.gr/modules/document/file.php/PRE_P_122/Edward%20R.%20Tufte%20Envisioning%20Information%201990.pdf
- UNESCO. (s.f.). *El derecho a la educación* | UNESCO. Recuperado el 10 de mayo de 2025, de <https://www.unesco.org/es/right-education>
- UNICEF. (s.f.). *Educación: Todos los niños y niñas tienen derecho a aprender*. Recuperado el 12 de mayo de 2025, de <https://www.unicef.org/es/educacion>
- University of Cologne. (2024). *Teaching unit (LE)*. https://berichtswesen.uni-koeln.de/glossary/data/teaching_unit_le/index_eng.html
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

ANEXOS

Anexo A. Código para el EDA para las bases de datos individuales del INEVAL

```
# Instalar la librería pandas para la manipulación y el análisis de
los datos
pip install pandas

# Importar la librería pandas con el alias pd
import pandas as pd

# Tomar como separador ; generalmente las instituciones
gubernamentales usan este separador en lugar de la ','

# Cargar el archivo CSV en un dataframe, especificando que el
separador es ';'
ruta = 'ineval_serestudiante2018_2019_2021noviembre.csv'
df = pd.read_csv(ruta, sep=';')

# Mostrar las primeras 5 filas del dataframe
df.head()

# Obtener y mostrar el número de filas y columnas del dataframe
print(f"Filas y columnas: {df.shape}")

# Obtener y mostrar la lista de nombres de las columnas
print("\nColumnas:")
print(df.columns.tolist())

# Obtener y mostrar los tipos de datos de cada columna
print("\nTipos de datos:")
print(df.dtypes)

# Contar y mostrar el número de valores nulos (faltantes) en cada
columna
print("\nValores nulos por columna:")
print(df.isnull().sum())

# Contar y mostrar el número de filas duplicadas en el DataFrame
print("Número de filas duplicadas:")
print(df.duplicated().sum())
print("-" * 50)

# Filtrar el dataframe para eliminar las filas donde 'estado_eval'
es igual a 1 (ausentes)
df = df[df['estado_eval'] != 1]

# Definir una lista de columnas a eliminar del DataFrame
columnas_a_eliminar = ['codigo', 'na_eano', 'estado_eval',
'es_regeva', 'id_circ', 'fac_exp', 'id_parr', 'id_dist', 'id_cant',
'id_zona', 'etnibee', 'fex_ilyl', 'fex_icn', 'fex_ifis', 'ifis',
'fex_iqui', 'iqui', 'fex_ibio', 'ibio', 'fex_ies', 'fex_ihis',
'ihis', 'fex_ifil', 'ifil', 'fex_ied', 'ied', 'nl_ilyl', 'nl_icn',
'nl_ifis', 'nl_iqui', 'nl_ibio', 'nl_ies', 'nl_ihis', 'nl_ifil',
```

```

'nl_ied', 'ind_1', 'ind_2', 'ind_3', 'ind_4', 'ind_5', 'ind_6',
'ind_7', 'ind_8', 'ind_9', 'lc_1', 'lc_2', 'lc_3', 'lc_4', 'lc_5',
'lc_6', 'lc_7', 'lc_8', 'lc_9', 'lc_10', 'lc_11', 'lc_12',
'fex_rubrica', 'estado_rub', 'fex_lista_cotejo', 'estado_lc',
'fex_honestidad_academica', 'fex_imat', 'fex_inev', 'inev', 'nl_inev',
'nl_imat']

# Eliminar las columnas especificadas, ignorando errores si alguna
no existe
df.drop(columns=columnas_a_eliminar, inplace=True, errors='ignore')

# Mostrar los nombres de las columnas restantes para confirmar la
eliminación
print("\nColumnas restantes:")
print(df.columns.tolist())

# Calcular y mostrar estadísticas descriptivas para las columnas
numéricas
print("Estadísticas descriptivas (números):")
print(df.describe())
print("-" * 50)

# Calcular y mostrar estadísticas descriptivas para las columnas de
tipo 'object' (categóricas)
print("Estadísticas descriptivas (objetos/categorías):")
print(df.describe(include=['object']))
print("-" * 50)

# Identificar y mostrar columnas numéricas que tienen pocos valores
únicos (posibles candidatas a ser categóricas)
print("Columnas numéricas con pocos valores únicos (posibles
categorías):")
for col in df.select_dtypes(include=['int64', 'float64']).columns:
    if df[col].nunique() < 10: # Umbral de 10 valores únicos para
ser considerada categórica
        print(f"- {col}: {df[col].nunique()} valores únicos")
print("-" * 50)

# Filtrar el DataFrame para eliminar las filas donde 'grado' es
igual a 3 (tercero de bachillerato)
df = df[df['grado'] != 3]

# Guardar el DataFrame modificado en un nuevo archivo CSV sin
incluir el índice
df.to_csv('INEVAL_SE_2018-2019.csv', index=False)

```

Anexo B. Código para la integración de las bases de datos del INEVAL

```

# Importar librerías
import pandas as pd
import numpy as np

# Cargar los dos datasets
ineval_2018_2019 = pd.read_csv("INEVAL_SE_2018-2019.csv")
ineval_2020_2021 = pd.read_csv("INEVAL_SE_2020-2021.csv")
ineval_2021_2022 = pd.read_csv("INEVAL_SE_2021-2022.csv")
ineval_2022_2023 = pd.read_csv("INEVAL_SE_2022-2023.csv")
ineval_2023_2024 = pd.read_csv("INEVAL_SE_2023-2024.csv")

# Lista de los dataframes
dataframes = [ineval_2018_2019, ineval_2020_2021, ineval_2021_2022,
ineval_2022_2023, ineval_2023_2024]

# Concatenar las filas
df = pd.concat(dataframes, ignore_index=True)

# Imprimir las primeras 5 filas del dataframe
print(df.head())

# Eliminar columnas específicas
columnas_a_eliminar = ['nm_regi', 'financiamiento', 'isec']

df.drop(columns=columnas_a_eliminar, inplace=True, errors='ignore')
# Mostrar las columnas restantes
print("\nColumnas restantes:")
print(df.columns.tolist())

# Estadísticas descriptivas para columnas numéricas
print("Estadísticas descriptivas (números):")
print(df.describe())
print("-" * 50)

# Estadísticas para columnas categóricas
print("Estadísticas descriptivas (objetos/categorías):")
print(df.describe(include=['object']))
print("-" * 50)

# Eliminación del valor 999999
valores_a_eliminar = [999999, "999999"] # Lista con el valor como
número y como cadena

# Crear una máscara booleana para las filas que contienen el valor
mascara_filas_con_valor = df.isin(valores_a_eliminar).any(axis=1)

# Filtrar el DataFrame para conservar solo las filas que NO
contienen el valor
df_filtrado = df[~mascara_filas_con_valor].copy()

# Tipos de datos
print("\nTipos de datos:")
print(df_filtrado.dtypes)

```

```

# Convertir las columnas a tipo flotante
columnas_a_convertir = ['imat', 'ilyl', 'icn', 'ies']
for columna in columnas_a_convertir:
    df_filtrado[columna] = pd.to_numeric(df_filtrado[columna],
errors='coerce').astype(float)

# Estadísticas para columnas categóricas
print("Estadísticas descriptivas (objetos/categorías):")
print(df_filtrado.describe(include=['object']))
print("-" * 50)

# Estadísticas descriptivas para columnas numéricas
print("Estadísticas descriptivas (números):")
print(df_filtrado.describe())
print("-" * 50)

#Renombrar columnas para un mejor entendimiento
df_filtrado.rename(columns={'ciclo': 'Ciclo', 'amie': 'Institución
Educativa', 'grado': 'Grado', 'id_prov': 'Provincia',
'sostenimiento': 'Sostenimiento', 'tp_sexo': 'Sexo', 'tp_area': 'Área',
'quintil': 'Índice socioeconómico', 'imat': 'Matemática', 'ilyl':
'Lengua y Literatura', 'icn': 'Ciencias Naturales', 'ies': 'Estudios
Sociales'}, inplace=True)

# Mostrar las columnas con los nuevos nombre
print("\nColumnas restantes:")
print(df.columns.tolist())

#Guardar la versión modificada de la base de datos
df_filtrado.to_excel('INEVAL_SE_2018-2024_COMPLETO.xlsx',
index=False)

# Especificar los tipos de datos para las columnas de calificaciones
tipos_de_datos = {'Matemática': float, 'Lengua y Literatura': float,
'Ciencias Naturales': float, 'Estudios Sociales': float}
# Convertir las columnas a tipo flotante antes de guardar
for column, data_type in tipos_de_datos.items():
    df_filtrado[column] = df_filtrado[column].astype(data_type)

# Guardar el DataFrame en un archivo CSV con punto y coma como
separador
df_filtrado.to_csv('INEVAL_SE_2018-2024_COMPLETO.csv', index=False,
sep=';')

```

Anexo C. Diccionario de campos utilizados para el análisis

Nombre del campo	Descripción del campo	Código - Etiqueta
ciclo	Año lectivo en que se realizó la evaluación	
amei	Código de la institución evaluada	
grado	Subnivel o nivel al que pertenece el sustentante	4: Subnivel Básica Elemental 7: Subnivel Básica Media 10: Subnivel Básica Superior
		01: Azuay 02: Bolívar 03: Cañar 04: Carchi 05: Cotopaxi 06: Chimborazo 07: El Oro 08: Esmeraldas 09: Guayas 10: Imbabura 11: Loja 12: Los Ríos 13: Manabí 14: Morona Santiago 15: Napo 16: Pastaza 17: Pichincha 18: Tungurahua 19: Zamora Chinchipe 20: Galápagos 21: Sucumbíos 22: Orellana 23: Santo Domingo de los Tsáchilas
id_prov	Código provincia	

Nombre del campo	Descripción del campo	Código - Etiqueta
		24: Santa Elena 90: Zona No Delimitada
sostenimiento	Sostenimiento de la institución educativa (tipo de institución)	1: Particular 2: Municipal 3: Fiscomisional 4: Fiscal
tp_sexo	Sexo del sustentante	1: Mujer 2: Hombre
tp_area	Área de asentamiento de la institución educativa	1: Rural 2: Urbana
quintil	Índice socioeconómico (1 representa el índice socioeconómico más bajo mientras que el 5 el índice socioeconómico más alto)	1: Quintil 1 2: Quintil 2 3: Quintil 3 4: Quintil 4 5: Quintil 5
imat	Promedio obtenido en el campo de Matemática	
ilyl	Promedio obtenido en el campo de Lengua y Literatura	
icn	Promedio obtenido en el campo de Ciencias Naturales	
ies	Promedio obtenido en el campo de Estudios Sociales	

Anexo D. Nombres de las columnas de la base de datos integrada

Anterior	Actual
ciclo	Ciclo
aime	Institución Educativa
grado	Grado
id_prov	Provincia
sostenimiento	Sostenimiento
tp_sexo	Sexo
tp_area	Área
quintil	Índice socioeconómico
imat	Matemática
ilyl	Lengua y Literatura
icn	Ciencias Naturales
ies	Estudios Sociales

Anexo E. Encuesta para los actores clave

Gracias por su interés en participar en esta investigación. Su propósito es recopilar su valiosa perspectiva sobre la importancia y pertinencia de temas de Matemáticas y determinar cuál de ellos tiene un mayor impacto en el aprendizaje de los estudiantes a largo plazo. Su experiencia es fundamental para identificar estas áreas clave. La encuesta es anónima y la información proporcionada será utilizada exclusivamente con fines académicos para esta investigación. Completarla le tomará aproximadamente 10 minutos. Agradecemos de antemano su tiempo y colaboración.

Sección 1: Información general

¿Cuál es su rol principal en relación con la educación de estudiantes?

1. Docente
2. Padre/Madre/Representante legal
3. Directivo o Coordinador Académico
4. Other _____

¿Cuántos años de experiencia tiene enseñando?

1. Menos de 5 años
2. Entre 6 a 15 años
3. Entre 16 a 25 años
4. Más de 25 años
5. NA

¿En qué tipo de institución educativa ejerce o ejerció principalmente su docencia?

1. Fiscal
2. Fiscomisional
3. Particular
4. Municipal
5. Otra / Prefiero no indicar
6. NA

Rango de edad

1. Entre 20 a 30 años
2. Entre 31 a 40 años
3. Entre 40 a 50 años
4. Más de 50 años

Sección 2: Evaluación de temas de Matemáticas

De acuerdo a su opinión, ¿qué temática tiene mayor impacto en la vida práctica?

1. Operaciones básicas (Suma, resta, multiplicación, división y raíz cuadrada)
2. Fracciones (quebrados, decimales, regla de 3)
3. Factorización (productos notables, reglas de factoreo)
4. Geometría (figuras geométricas, perímetros, superficies y áreas)

5. Unidades (sistema métrico, conversión de unidades)
 6. Other _____

Impacto en años posteriores: Por favor, califique cada tema según la importancia o criticidad que usted considera que tiene a lo largo de los siguientes años de escolaridad.

	Poco Crítico	Moderadam ente Crítico	Muy Crítico	Esencial
Porcentajes	☐	☐	☐	☐
Figuras geométricas	☐	☐	☐	☐
Conversión de unidades	☐	☐	☐	☐
Productos notables	☐	☐	☐	☐
Función lineal	☐	☐	☐	☐

Nivel de Vinculación entre temas: Para cada tema, indique qué tan vinculado considera que está con los otros temas de Matemáticas DENTRO de la EGB, es decir, qué tanto es el tema un prerrequisito para múltiples temas posteriores.

	Ninguna Vinculación	Baja Vinculación	Vinculación Moderada	Alta Vinculación
Raíz cuadrada	☐	☐	☐	☐
Fracciones	☐	☐	☐	☐
Funciones trigonométricas	☐	☐	☐	☐
Probabilidades	☐	☐	☐	☐
Estadística	☐	☐	☐	☐

Dificultad percibida para los estudiantes: Según su experiencia, clasifique qué tan difícil es para los estudiantes los siguientes temas.

	Muy fácil	Moderadam ente fácil	Moderadam ente difícil	Muy difícil
Tablas de multiplicar	☐	☐	☐	☐
Quebrados	☐	☐	☐	☐
Cálculo de superficies geométricas	☐	☐	☐	☐
Conversión de unidades	☐	☐	☐	☐
Uso de la regla de 3	☐	☐	☐	☐

Sección 3: Priorización temas de mayor impacto

Tema de mayor impacto global: Considerando la dificultad para los estudiantes, su importancia para años futuros y su vinculación con otras temáticas, ¿Cuál de los siguientes temas considera que si no se domina, limita el aprendizaje de otros contenidos?

1. Ecuaciones de primer grado
2. Quebrados, razones y proporciones
3. Geometría aplicada (área y perímetro)
4. Productos notables y factorización
5. Función lineal
6. Trigonometría

De los 7 temas listados, seleccione 2 temas que considera absolutamente esenciales que un estudiante domine al finalizar la EDUCACIÓN BÁSICA MEDIA (5to, 6to, 7mo) para tener éxito en Matemáticas en la EDUCACIÓN BÁSICA SUPERIOR (8vo, 9no, 10mo) (Seleccione dos).

1. Operaciones con números enteros
2. Operaciones con fracciones, decimales y porcentajes
3. Razones y proporciones
4. Concepto de pre-álgebra
5. Geometría básica y medición
6. Estadística y probabilidad básicas
7. Potencias y raíces

Selecciones hasta 3 temas y ordénelos según su importancia y aplicación en la vida práctica

- Operaciones con fracciones y porcentajes _____
- Ecuaciones de primer grado _____
- Geometría aplicada (área y perímetro) _____
- Productos Notables y Factorización _____
- Trigonometría _____

Comentarios adicionales: Si desea agregar algún comentario sobre las dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas en la Educación General Básica, por favor hágalo aquí.

Anexo F. Código para el análisis de la pregunta abierta de la encuesta

```

# Instalar librerías necesarias
pip install wordcloud

# Importar librerías
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from wordcloud import WordCloud

# Configuración para caracteres en español
plt.rcParams['font.family'] = 'DejaVu Sans'
plt.rcParams['axes.unicode_minus'] = False

# Leer archivo
filename = 'PreguntaAbierta_repuestas.csv'

def leer_datos(filename):
    """
    Lee y procesa el archivo CSV con las respuestas de la encuesta.
    Extrae solo las respuestas que aparecen después de la línea
    "Datos".
    """
    # Abrir y leer el contenido del archivo
    with open(filename, 'r', encoding='utf-8-sig') as file:
        content = file.read()

    # Dividir el contenido en líneas
    lines = content.split('\n')
    datos_start = False
    respuestas = []

    # Iterar sobre cada línea para extraer las respuestas
    for line in lines:
        # Buscar la línea que indica el inicio de los datos
        if line.strip() == "Datos":
            datos_start = True
            continue
        # Si se ha llegado a los datos, procesar las respuestas
        if datos_start and line.strip():
            # Limpiar comillas y espacios de la respuesta
            respuesta = line.strip().strip('"')
            # Agregar la respuesta a la lista si no está vacía
            if respuesta:
                respuestas.append(respuesta)

    return respuestas

# Cargar los datos desde el archivo
respuestas = leer_datos(filename)
# Imprimir el número total de respuestas encontradas
print(f"Total de respuestas encontradas: {len(respuestas)}")

# Mostrar las primeras 3 respuestas
print("\nPrimeras 3 respuestas:")

```

```

for i, respuesta in enumerate(respuestas[:3], 1):
    print(f"{i}. {respuesta[:100]}{'...' if len(respuesta) > 100
else ''}")

# Análisis temático

def analisis_tematico(respuestas):
    """
    Realiza análisis temático de las respuestas basado en palabras
    clave.
    Retorna un diccionario con los temas y las respuestas asociadas.
    """
    # Diccionario para almacenar los temas y sus respuestas
    temas = {
        'Metodología y práctica docente': [],
        'Bases y conocimientos fundamentales': [],
        'Rol y preparación del docente': [],
        'Actitud y razonamiento del estudiante': [],
        'Uso de tecnología': [],
        'Otros': []
    }

    # Palabras clave para cada tema
    palabras_metodologia = ['ABP', 'aprendizaje basado',
        'metodología', 'enseñar', 'forma de enseñar',
        'práctica', 'material concreto',
        'dinámico', 'vida real', 'problemas de la vida',
        'memorizacion', 'pensamiento lógico',
        'razonamiento lógico']

    palabras_bases = ['operaciones básicas', 'tablas de
multiplicar', 'suma', 'resta', 'multiplicación',
        'división', 'quebrados', 'decimales',
        'fracciones', 'números enteros', 'álgebra',
        'bases', 'fundamental', 'cimentar', 'conceptos
fundamentales']

    palabras_docente = ['docente', 'profesor', 'preparación',
        'capacitado', 'conocimiento', 'experiencia',
        'personal docente', 'falta de preparación',
        'dominio de técnicas']

    palabras_estudiante = ['estudiante', 'interés', 'razonamiento',
        'comprensión', 'memorizan',
        'mecánicamente', 'sin interés',
        'dificultad', 'no entienden']

    palabras_tecnologia = ['inteligencia artificial',
        'tecnológicas', 'herramientas', 'celular',
        'pantallas', 'inmediatez']

    # Iterar sobre cada respuesta para clasificarla en un tema
    for i, respuesta in enumerate(respuestas):
        respuesta_lower = respuesta.lower()
        categorizado = False

```

```

        # Verificar si la respuesta contiene palabras clave de
        metodología
        if any(palabra.lower() in respuesta_lower for palabra in
palabras_metodologia):
            temas['Metodología y práctica docente'].append((i,
respuesta))
            categorizado = True

        # Verificar si la respuesta contiene palabras clave de bases
        if any(palabra.lower() in respuesta_lower for palabra in
palabras_bases):
            temas['Bases y conocimientos fundamentales'].append((i,
respuesta))
            categorizado = True

        # Verificar si la respuesta contiene palabras clave de
        docente
        if any(palabra.lower() in respuesta_lower for palabra in
palabras_docente):
            temas['Rol y preparación del docente'].append((i,
respuesta))
            categorizado = True

        # Verificar si la respuesta contiene palabras clave de
        estudiante
        if any(palabra.lower() in respuesta_lower for palabra in
palabras_estudiante):
            temas['Actitud y razonamiento del
estudiante'].append((i, respuesta))
            categorizado = True

        # Verificar si la respuesta contiene palabras clave de
        tecnología
        if any(palabra.lower() in respuesta_lower for palabra in
palabras_tecnologia):
            temas['Uso de tecnología'].append((i, respuesta))
            categorizado = True

        # Si no se ha categorizado, asignarla a 'Otros'
        if not categorizado:
            temas['Otros'].append((i, respuesta))

    return temas

# Realizar el análisis temático de las respuestas
temas = analisis_tematico(respuestas)

# Mostrar un resumen del análisis temático
print("Resumen del análisis temático:")
print("=" * 50)
for tema, respuestas_tema in temas.items():
    # Calcular y mostrar el porcentaje de respuestas por tema
    if len(respuestas_tema) > 0:
        porcentaje = (len(respuestas_tema) / len(respuestas)) * 100
        print(f"• {tema}: {len(respuestas_tema)} menciones
({porcentaje:.1f}%)")

```

```

# Nube de palabras

def generar_nube_palabras(respuestas):
    """
    Genera una nube de palabras con los términos más frecuentes.
    """
    # Combinar todas las respuestas en un solo texto
    texto_completo = ' '.join(respuestas)

    # Palabras a excluir de la nube de palabras (stopwords)
    stopwords = {'de', 'la', 'que', 'el', 'en', 'y', 'a', 'es',
                 'se', 'no', 'te', 'lo', 'le', 'da', 'su',
                 'por', 'son', 'con', 'para', 'las', 'del', 'los',
                 'una', 'un', 'al', 'como', 'más', 'pero',
                 'sus', 'me', 'ya', 'muy', 'mi', 'sin', 'sobre',
                 'este', 'ser', 'tiene', 'todo', 'esta',
                 'si', 'le', 'hay', 'o', 'está', 'han', 'porque',
                 'esta', 'entre', 'cuando', 'él', 'mismo',
                 'también', 'hasta', 'donde', 'quien', 'desde',
                 'nos', 'durante', 'todos', 'uno', 'les',
                 'ni', 'contra', 'otros', 'ese', 'eso', 'ante',
                 'ellos', 'e', 'esto', 'mí', 'antes',
                 'algunos', 'qué', 'unos', 'yo', 'otro', 'otras',
                 'otra', 'él', 'tanto', 'esa', 'estos',
                 'mucho', 'quienes', 'nada', 'muchos', 'cual',
                 'poco', 'ella', 'estar', 'estas', 'algunas',
                 'algo', 'nosotros', 'mi', 'mis', 'tú', 'te', 'ti',
                 'tu', 'tus', 'ellas', 'nosotras',
                 'vosotros', 'vosotras', 'os', 'mío', 'mía', 'míos',
                 'mías', 'tuyo', 'tuya', 'tuyos',
                 'tuyas', 'suyo', 'suya', 'suyos', 'suyas',
                 'nuestro', 'nuestra', 'nuestros', 'nuestras',
                 'vuestro', 'vuestra', 'vuestros', 'vuestras',
                 'esos', 'esas', 'demás', 'aplicar', 'debe',
                 'ahí', 'hacen', 'geográfica', 'simentadas',
                 'casos', 'mayor', 'haga', 'basado', 'gran',
                 'ha', 'fiscales', 'presentan', 'HACE', 'situación',
                 'cuan', 'escasa', 'pueden', 'actualmente',
                 'MAS', 'parten', 'ahora', 'casi', 'he', 'tienen',
                 'están'}

    # Crear la nube de palabras con la configuración especificada
    wordcloud = WordCloud(width=800, height=400,
                           background_color='white',
                           stopwords=stopwords,
                           max_words=100,
                           colormap='viridis',
                           font_path=None).generate(texto_completo)

    # Mostrar la nube de palabras en una figura
    plt.figure(figsize=(12, 6))
    plt.imshow(wordcloud, interpolation='bilinear')
    plt.axis('off')
    plt.title('Nube de palabras: Respuestas sobre dificultades en Matemáticas',
              fontsize=16, fontweight='bold', pad=20)
    plt.tight_layout()

```

```

plt.show()

# Generar y mostrar la nube de palabras
generar_nube_palabras(respuestas)

# Gráfico de barras - Frecuencia de temas

def generar_grafico_barras(temas):
    """
    Genera un gráfico de barras horizontales con la frecuencia de
    cada tema.
    """
    # Contar la frecuencia de cada tema (excluyendo "Otros" si está
    vacío)
    frecuencias = {tema: len(respuestas) for tema, respuestas in
temas.items()
                    if tema != 'Otros' or len(respuestas) > 0}

    # Ordenar los temas por frecuencia de mayor a menor
    temas_ordenados = sorted(frecuencias.items(), key=lambda x:
x[1], reverse=True)

    # Extraer los nombres de los temas y sus frecuencias
    nombres_temas = [tema for tema, freq in temas_ordenados]
    frecuencias_valores = [freq for tema, freq in temas_ordenados]

    # Crear el gráfico de barras horizontales
    plt.figure(figsize=(12, 8))
    # Usar una paleta de colores para las barras
    colores = sns.color_palette("mako", len(nombres_temas))
    barras = plt.barh(nombres_temas, frecuencias_valores,
color=colores)

    # Añadir los valores de frecuencia en cada barra
    for i, (barra, valor) in enumerate(zip(barras,
frecuencias_valores)):
        plt.text(valor + 0.1, i, str(valor), va='center',
fontweight='bold')

    # Configurar etiquetas y título del gráfico
    plt.xlabel('Número de menciones', fontsize=12,
fontweight='bold')
    plt.ylabel('Temas identificados', fontsize=12,
fontweight='bold')
    plt.title('Frecuencia de temas en las respuestas sobre
dificultades en Matemáticas',
              fontsize=14, fontweight='bold', pad=20)
    plt.grid(axis='x', alpha=0.3)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Generar y mostrar el gráfico de barras
generar_grafico_barras(temas)

# Gráfico de pastel - Distribución porcentual

def generar_grafico_pastel(temas):

```

```

"""
    Genera un gráfico de pastel con la distribución porcentual de
    los temas.
"""
    # Contar la frecuencia de cada tema (excluyendo "Otros" si está
    vacío)
    frecuencias = {tema: len(respuestas) for tema, respuestas in
temas.items()}

    if tema != 'Otros' or len(respuestas) > 0}

    # Extraer los nombres de los temas y sus valores
    nombres_temas = list(frecuencias.keys())
    valores = list(frecuencias.values())

    # Crear el gráfico de pastel
    plt.figure(figsize=(10, 8))
    # Usar una paleta de colores para el gráfico
    colores = sns.color_palette("mako", len(nombres_temas))

    # Generar el gráfico de pastel con porcentajes
    wedges, texts, autotexts = plt.pie(valores,
labels=nombres_temas, autopct='%1.1f%%',
                                colors=colores, startangle=90)

    # Mejorar la legibilidad de los porcentajes
    for autotext in autotexts:
        autotext.set_color('white')
        autotext.set_fontweight('bold')

    # Configurar título y aspecto del gráfico
    plt.title('Distribución porcentual de temas identificados',
            fontsize=14, fontweight='bold', pad=20)
    plt.axis('equal')
    plt.tight_layout()
    plt.show()

# Generar y mostrar el gráfico de pastel
generar_grafico_pastel(temas)

```

Anexo G. Código para el análisis de la malla curricular

```

# Importar librerías
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import pandas as pd
import seaborn as sns

# Leer datos del CSV
try:
    # Cargar el archivo CSV en un dataframe de pandas
    df_presence_expanded =
pd.read_csv('presencia_temas_comparativo.csv', index_col=0)

    # Extraer etiquetas de las columnas y filas del dataframe
    # Obtener los nombres de las columnas (grados)
    grades_labels = df_presence_expanded.columns.tolist()
    # Obtener los nombres de las filas (temas)
    topic_labels = df_presence_expanded.index.tolist()

    # Extraer recuentos para cada tema del dataframe
    # Obtener los valores para el tema 'Fracciones'
    f_counts = df_presence_expanded.loc['Fracciones'].values if
'Fracciones' in topic_labels else []
    # Obtener los valores para el tema 'Decimales'
    d_counts = df_presence_expanded.loc['Decimales'].values if
'Decimales' in topic_labels else []
    # Obtener los valores para el tema 'Núm. Racionales (Q)'
    q_counts = df_presence_expanded.loc['Núm. Racionales
(Q)'].values if 'Núm. Racionales (Q)' in topic_labels else []
    # Obtener los valores para el tema 'Álgebra'
    a_counts = df_presence_expanded.loc['Álgebra'].values if
'Álgebra' in topic_labels else []
    # Obtener los valores para el tema 'Geometría'
    g_counts = df_presence_expanded.loc['Geometría'].values if
'Geometría' in topic_labels else []
    # Obtener los valores para el tema 'Estadística y prob.'
    ep_counts = df_presence_expanded.loc['Estadística y
prob.'].values if 'Estadística y prob.' in topic_labels else []

    # Obtener todos los valores del dataframe en un array de NumPy
    heatmap_data_expanded = df_presence_expanded.values

except FileNotFoundError:
    # Manejar el error si el archivo no se encuentra
    print("Error: 'presencia_temas_comparativo.csv' no encontrado.
Por favor, reemplázalo con la ruta correcta a tu archivo CSV.")
    exit()

# Generar el mapa de calor con seaborn
plt.figure(figsize=(16, 8))

sns.heatmap(heatmap_data_expanded, annot=True, fmt="d",
cmap="YlOrRd",
            xticklabels=grades_labels, yticklabels=topic_labels,

```

```

        linewidths=.5, cbar_kws={'label': 'Número de
temas/destrezas específicas'})

# Establecer título y etiquetas
# Añadir un título al gráfico
plt.title('Mapa de calor: Presencia de temas matemáticos por grado
escolar en EGB', fontsize=16, pad=20, fontweight='bold')
# Etiquetar el eje X
plt.xlabel('Grado escolar', fontsize=12, fontweight='bold')
# Etiquetar el eje Y
plt.ylabel('Área temática en Matemáticas', fontsize=12,
fontweight='bold')
# Rotar las etiquetas del eje X para una mejor legibilidad
plt.xticks(rotation=45, ha="right")
# Mantener las etiquetas del eje Y en su orientación original
plt.yticks(rotation=0)

# Ajustar el diseño para que todo el contenido del gráfico sea
visible
plt.tight_layout(rect=[0, 0, 1, 0.96])

# Guardar el gráfico como un archivo de imagen
plt.savefig('heatmap_temas_grados.png')

# Imprimir la tabla de datos
print("\nTabla de presencia de temas matemáticos por grado (EGB):")
# Imprimir el dataframe como una cadena de texto
print(df_presence_expanded.to_string())

# Imprimir un encabezado para la matriz de correlación
print("\nMatriz de correlación entre áreas temáticas:")
# Calcular la matriz de correlación transponiendo el dataframe
correlation_matrix = df_presence_expanded.T.corr()
# Mostrar la matriz de correlación
display(correlation_matrix)

# Generar el mapa de calor con seaborn
plt.figure(figsize=(10, 8))
sns.heatmap(correlation_matrix, annot=True, cmap="coolwarm",
fmt=".2f",
            xticklabels=correlation_matrix.columns,
            yticklabels=correlation_matrix.index,
            linewidths=.5, cbar_kws={'label': 'Coeficiente de
correlación de Pearson'})

plt.title('Matriz de correlación entre las áreas temáticas',
fontsize=14, fontweight='bold')
# Rotar las etiquetas del eje X para una mejor legibilidad
plt.xticks(rotation=45, ha="right")
# Mantener las etiquetas del eje Y en su orientación original
plt.yticks(rotation=0)
# Ajustar el diseño para que todo el contenido del gráfico sea
visible
plt.tight_layout()

# Guardar el gráfico del mapa de calor de correlación
plt.savefig('heatmap_correlation_temas.png')

```

Anexo H. Descripción de los recursos didácticos

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
Mental Maths Book 1	Anne Forster, Paul Martín	2001	Un libro de trabajo diseñado para fomentar y desarrollar la agilidad matemática mental en niños de Key Stage 1. Contiene ejercicios estructurados y breves pruebas de progreso para construir la confianza de los niños en su conocimiento matemático.	1. Conteo y secuencias numéricas 2. Suma y resta 3. Fracciones (mitades y cuartos) 4. Dinero (monedas y adición) 5. Tiempo (lectura de reloj en horas y medias horas)
Fractions, Decimals, & Percents GRE Strategy Guide (4th Edition)	Manhattan Prep	2014	Una guía de estudio para el examen GRE que ofrece un análisis profundo de las preguntas que evalúan el conocimiento de fracciones, decimales y porcentajes. Enseña a ver las conexiones entre estas relaciones parte-todo y a implementar atajos estratégicos.	1. Operaciones con fracciones (suma, resta, multiplicación, división) 2. Dígitos y decimales (valor posicional, operaciones) 3. Porcentajes (cambio porcentual, interés simple y compuesto) 4. Conversiones entre fracciones, decimales y porcentajes 5. Estrategias de resolución de problemas para el GRE
Las cuatro operaciones con	Clara Balbontin, Victoria	2003	Cuaderno de trabajo del programa de Nivelación Restitutiva del Gobierno	1. Equivalencia, amplificación y simplificación de

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
fracciones (Libro de Trabajo 5)	Marshall, María Isabel Raul, Gloria Schwarze		de Chile para primer año de secundaria. Presenta problemas resueltos y ejercicios prácticos sobre las cuatro operaciones básicas con fracciones, incluyendo equivalencia, orden, simplificación y problemas aplicados.	fracciones 2. Suma y resta de fracciones (igual y distinto denominador) 3. Multiplicación de fracciones 4. División de fracciones 5. Conversión entre fracciones y decimales
Number Book 4	Andrew Parker, Jane Stamford	1990	Un libro de trabajo que continúa la práctica de cálculo con números hasta 100. Ofrece ejemplos graduados y práctica en suma y resta vertical, series numéricas, uso de monedas y problemas gráficos para niños en la transición de Key Stage 1 a 2.	1. Suma y resta de números hasta 100 2. Conteo en series (de 2, 3 y 10) 3. Multiplicación y división por 2 y 3 4. Reconocimiento de monedas y cálculo de cambio hasta 50p 5. Decenas y unidades (10s y 1s)
KS1 Problem Solving Book 1	Anne Forster, Paul Martin	2002	Una serie de actividades graduadas que ayuda a los niños a agudizar sus habilidades matemáticas aplicando sus conocimientos a una variedad de situaciones de la vida real, como ir	1. Suma hasta 20 y resta desde 20 2. Medición lineal (más largo, más corto) 3. Dinero (suma de peniques hasta 20p, cambio desde 10p) 4. Manejo de datos (pictogramas y gráficos)

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
			de compras o medir el tiempo.	de barras simples) 5. Clasificación de formas y cálculo de área simple
KS1 Problem Solving Book 3	Anne Forster, Paul Martin	2002	Libro de actividades que ayuda a los niños de Key Stage 1 a aplicar sus habilidades matemáticas en situaciones prácticas. Incluye sumas y restas hasta 100, uso de dinero hasta £1.00, lectura de calendarios, medición y manejo de datos.	1. Suma y resta hasta 100 2. Dinero (suma y resta hasta £1.00, cálculo de cambio) 3. Tiempo (lectura de calendario, cálculo de duración de actividades) 4. Medición (longitud, capacidad, peso) 5. Manejo de datos y clasificación (números pares e impares)
Fractions and Decimals Made Easy	Rebecca Wingard-Nelson	2005	Parte de la serie "Making Math Easy", este libro presenta los conceptos básicos de fracciones y decimales. Explica qué son, sus componentes, cómo compararlos y las operaciones de suma y resta de forma sencilla y visual.	1. Definición de fracciones (partes de un todo, numerador, denominador) 2. Tipos de fracciones (propias, impropias, números mixtos) 3. Comparación de fracciones y números mixtos 4. Fracciones equivalentes y forma simplificada 5. Definición y operaciones con decimales (suma y resta)

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
Thinking and Learning About Mathematics in the Early Years	Linda Pound	2008	Este texto explora cómo los profesionales de la primera infancia pueden fomentar el amor por las matemáticas en los niños, vinculando los conceptos matemáticos con situaciones cotidianas y actividades lúdicas. Se enfoca en un enfoque creativo y transversal para la enseñanza de la numeración.	1. Desarrollo matemático en la primera infancia 2. Estrategias de enseñanza lúdicas 3. Conexión de las matemáticas con la vida cotidiana 4. Superación de la percepción de que las matemáticas son "difíciles" 5. Importancia del entorno para el desarrollo matemático
Good Questions for Math Teaching: Why Ask Them and What to Ask, K-6	Peter Sullivan y Pat Lilburn	2002	Este libro ayuda a los maestros a definir y crear "buenas preguntas" abiertas que promueven el pensamiento creativo y crítico en el aula de matemáticas. Ofrece una amplia variedad de preguntas organizadas por área temática y grupo de edad para transformar las aulas en entornos de aprendizaje dinámicos.	1. Formulación de preguntas abiertas en matemáticas 2. Desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes 3. Estrategias de enseñanza para la resolución de problemas 4. Evaluación del entendimiento del estudiante 5. Creación de un entorno de aprendizaje dinámico
Didáctica de las Matemáticas	Juan D. Godino (Director),	2004	Este manual ofrece una visión general de la educación matemática	1. Fundamentos de la enseñanza de las matemáticas

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
para Maestros	Carmen Batanero, Vicenç Font, Eva Cid, Francisco Ruiz, Rafael Roa		para futuros maestros, abordando fundamentos de enseñanza y aprendizaje, sistemas numéricos, proporcionalidad, geometría, magnitudes y estocástica, con el objetivo de fomentar una perspectiva constructivista y sociocultural de las matemáticas.	2. Desarrollo del razonamiento matemático 3. Sistemas numéricos y operaciones 4. Geometría y medida de magnitudes 5. Resolución de problemas y modelización
Reflexiones didácticas en torno a Fracciones, Razones y Proporciones	Leonora Díaz Moreno	1998	Este módulo presenta una perspectiva didáctica sobre las fracciones para el primer año de enseñanza media. A través de un caso práctico, revisa concepciones, habilidades y actividades para la enseñanza de este contenido, promoviendo la reflexión sobre las prácticas pedagógicas y la creación de alternativas didácticas.	1. Didáctica de fracciones, razones y proporciones 2. Análisis de prácticas pedagógicas 3. Conversión de unidades 4. Construcción de una mirada global para las fracciones 5. Relación entre conceptos matemáticos y otros campos disciplinares
Fractions, Ratios, and Roots:	Renate Motzer	2021	Este libro explora los fundamentos de las fracciones, razones y	1. Conceptos básicos de fracciones y razones 2. Relación entre

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
Rediscover the Basics and Learn About Interesting Applications			raíces, explicando sus conceptos básicos y aplicaciones. Aclara cómo se relacionan las fracciones y los números decimales, por qué algunos números no pueden expresarse como fracciones y la importancia de los valores base en los porcentajes.	fracciones y números decimales 3. Números irracionales y raíces 4. Cálculos con porcentajes 5. Aplicaciones de las fracciones en diversos contextos
Good Questions for Math Teaching: Why Ask Them and What to Ask, Grades 5-8	Lainie Schuster y Nancy Canavan Anderson	2005	Este libro se basa en la premisa de que hacer buenas preguntas abiertas promueve el pensamiento matemático, la comprensión y la competencia de los estudiantes. Ofrece a los maestros una amplia variedad de preguntas para usar en el aula, así como consejos para crear las suyas propias.	1. Formulación de preguntas abiertas en matemáticas 2. Desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes 3. Creación de entornos de aprendizaje dinámicos 4. Estrategias para desentrañar conceptos erróneos 5. Conexión de conceptos matemáticos con aplicaciones
Teaching Maths to Pupils with Different Learning Styles	Tandi Clausen-May	2005	Este libro aborda la enseñanza de las matemáticas a alumnos con diferentes estilos de aprendizaje (visual, auditivo, cinestésico),	1. Estilos de aprendizaje en matemáticas (visual, auditivo, cinestésico) 2. Modelos visuales y cinestésicos para conceptos matemáticos

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
			no con dificultades de aprendizaje. Propone el desarrollo de "imágenes en la mente" para ayudar a todos los alumnos a comprender conceptos matemáticos clave.	3. El concepto de número 4. Modelos para la multiplicación y división 5. Fracciones, proporciones y porcentajes
Continued Fractions	A. Ya. Khinchin	1964	Una introducción clásica y rigurosa a la teoría de fracciones continuas. Cubre las propiedades fundamentales, la convergencia y las aplicaciones a la teoría de números, incluyendo la aproximación de números reales y la teoría métrica de las fracciones continuas.	1. Formación y propiedades de las convergentes 2. Aproximación de números reales 3. Aproximaciones diofánticas 4. Teorema de Lagrange 5. Teoría de la medida en fracciones continuas
Fractional Calculus: Theory and Applications	Editado por Francesco Mainardi	2018	Colección de artículos de investigación que exploran los fundamentos teóricos y las aplicaciones del cálculo fraccional. Se enfoca en el uso de funciones especiales como la de Mittag-Leffler y su relevancia en campos como la	1. Función de Mittag-Leffler 2. Ecuaciones de relajación fraccional 3. Difusión anómala 4. Derivadas fraccionales de Hadamard 5. Soluciones numéricas

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
			difusión anómala y la viscoelasticidad.	
Fractional Differential Equations: Theory, Methods, and Applications	Editado por Juan J. Nieto y Rosana Rodríguez-López	2019	Este volumen reúne trabajos sobre la teoría y métodos para resolver ecuaciones diferenciales fraccionales. Se centra en la existencia y unicidad de soluciones, problemas de valor en la frontera y la aplicación de métodos de operadores para analizar sus propiedades.	1. Existencia y unicidad de soluciones 2. Problemas de valor en la frontera 3. Derivada fraccional de Caputo 4. Soluciones positivas 5. Métodos de punto fijo
Fractional Partial Differential Equations and Their Numerical Solutions	Boling Guo, Xueke Pu, Fenghui Huang	2015	El libro introduce las ecuaciones diferenciales parciales fraccionales, con un fuerte énfasis en sus soluciones numéricas. Cubre los fundamentos teóricos y su aplicación a modelos físicos importantes como la ecuación de Schrödinger y la de Ginzburg-Landau fraccionales.	1. Ecuaciones diferenciales parciales fraccionales 2. Métodos de diferencias finitas 3. Ecuación de Schrödinger fraccional 4. Ecuación de Ginzburg-Landau fraccional 5. Análisis numérico y estabilidad
Matrix Methods and Fractional Calculus	Arak M. Mathai, Hans J. Haubold	2018	Este texto conecta el álgebra matricial con el cálculo fraccional. Explora funciones y distribuciones	1. Funciones matriciales multivariadas 2. Cálculo fraccional de Riemann-Liouville y Caputo

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
			matriciales multivariadas y presenta las definiciones de Riemann-Liouville y Caputo para resolver ecuaciones diferenciales y de reacción-difusión fraccionales.	3. Transformadas de Laplace 4. Ecuaciones de difusión fraccionales 5. Álgebra lineal y grupos de Lie
Numerical Methods for Fractional Calculus	Changpin Li, Fanhai Zeng	2015	Una guía dedicada a los algoritmos numéricos para el cálculo fraccional. Detalla métodos para aproximar derivadas e integrales fraccionarias (Grünwald-Letnikov, L1, L2), analizando su estabilidad, convergencia y aplicación a la resolución de ecuaciones diferenciales fraccionarias.	1. Fórmulas de Grünwald-Letnikov 2. Métodos de diferencias finitas 3. Estabilidad y convergencia numérica 4. Derivadas de Riemann-Liouville y Caputo 5. Ecuación de advección-dispersión fraccional
Continued Fractions	Carl D. Olds	1963	Un texto introductorio y accesible sobre fracciones continuas. Explica la expansión de números racionales e irracionales y demuestra sus aplicaciones en la resolución de ecuaciones diofánticas,	1. Expansión de números racionales e irracionales 2. Ecuaciones diofánticas 3. Ecuación de Pell 4. Aproximación de números irracionales 5. Números trascendentales

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
			como la ecuación de Pell, y en la aproximación de números.	
Fracciones	Salvador Llinares, M. Victoria Sánchez	1988	Texto enfocado en la didáctica y pedagogía de las fracciones. Analiza las distintas interpretaciones (parte-todo, cociente, razón) y los obstáculos en su aprendizaje, proponiendo un enfoque constructivista para su enseñanza en el aula.	1. Interpretaciones de las fracciones 2. Didáctica de las matemáticas 3. Construcción del número racional 4. Relación parte-todo 5. Dificultades en el aprendizaje de fracciones
Fractions and Decimals (Math Success)	Lucille Caron, Philip M. St. Jacques	2000	Una guía educativa que explica cómo sumar, restar, multiplicar y dividir fracciones y decimales. Introduce técnicas de estimación, junto con la relación de estos conceptos con los porcentajes y las proporciones, a través de ejemplos prácticos y ejercicios para el autoaprendizaje.	1. Operaciones básicas con fracciones (suma, resta, multiplicación, división) 2. Conversión entre fracciones, decimales y porcentajes 3. Comparación y ordenamiento de fracciones y decimales 4. Estimación con fracciones y decimales 5. Fracciones y proporciones
Figuring: The Joy of Numbers	Shakuntala Devi	1977	Este libro busca revelar la belleza de las matemáticas a través de	1. Multiplicación, adición, división y sustracción

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
			números, sin necesidad de conocimientos avanzados. Presenta métodos y trucos para realizar cálculos mentales con las operaciones aritméticas básicas, además de explorar las propiedades de los números, fracciones, decimales, porcentajes y más.	2. Fracciones y decimales 3. Porcentajes, descuentos e intereses 4. Cuadrados, raíces cuadradas, cubos y raíces cúbicas 5. Propiedades de los dígitos y números especiales
Spectrum Grade 5 Critical Thinking for Math	Spectrum	2017	Este cuaderno de trabajo ofrece estrategias y actividades para ampliar la comprensión matemática en áreas como fracciones, decimales, geometría y ecuaciones. Está diseñado para reforzar el aprendizaje en el aula, con ejercicios prácticos alineados con los estándares estatales y una preparación para el álgebra.	1. Multiplicación y división de números enteros 2. Comprensión del valor posicional 3. Operaciones con fracciones 4. Uso de decimales 5. Geometría y medición
Fractions and Averages: The Mean	Kjartan Poskitt	2000	Este libro presenta las matemáticas de una manera entretenida y accesible. Explica los fundamentos de las	1. Fracciones vulgares 2. Simplificación de fracciones mediante factores primos 3. Mínimo común

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
and Vulgar Bits			fracciones vulgares, las operaciones con ellas y los promedios. Utiliza un tono humorístico y ejemplos prácticos para facilitar la comprensión de conceptos que a menudo se consideran difíciles.	denominador (MCD) 4. Operaciones con fracciones (adición, sustracción, multiplicación, división) 5. Decimales y promedios
Fabulous Fractions	Lynette Long	2001	Un libro que enseña fracciones a través de juegos y actividades interactivas. Cubre desde conceptos básicos, como la identificación y escritura de fracciones, hasta operaciones más complejas, como la suma, resta, multiplicación y división, así como su relación con los decimales.	1. Conceptos básicos de fracciones (mitades, cuartos) 2. Fracciones equivalentes y reducción a la mínima expresión 3. Suma y resta de fracciones 4. Multiplicación y división de fracciones 5. Relación entre fracciones y decimales
Fracciones: La relación parte-todo	Salvador Llinares Ciscar, M. ^a Victoria Sánchez García	1988	Este libro analiza la enseñanza y el aprendizaje de las fracciones desde una perspectiva didáctica. Se centra en la interpretación de la fracción como una	1. Creencias y enfoques curriculares sobre las fracciones 2. Diferentes interpretaciones de las fracciones (parte-todo, cociente, razón, operador)

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
			relación parte-todo y explora sus diferentes contextos y representaciones, así como los algoritmos para las operaciones y los errores comunes.	3. La relación parte-todo y sus representaciones (continua, discreta, recta numérica) 4. Operaciones con fracciones y sus algoritmos 5. Errores y estimación en el aprendizaje de las fracciones
Key Stage 1 Problem Solving (Bk. 2)	Anne Forster y Paul Martin	2002	Un libro de actividades graduadas para estudiantes de Key Stage 1 (5-7 años). Ayuda a los niños a aplicar sus habilidades matemáticas en situaciones de la vida real como ir de compras y decir la hora, a través de diversos problemas.	1. Suma y resta hasta 50 2. Cálculos con dinero (sumar, restar, cambio hasta 50p) 3. Medición (lineal, peso, capacidad, área) 4. Tiempo (1 hora más/menos, meses del año) 5. Manejo de datos y formas (figuras 3D, cuadrados, rectángulos)
¿Cuánto mide el gusano medidor? Medir con fracciones / Is an Inchworm an Inch? Measuring	Nancy Harris	2008	Este libro bilingüe utiliza la historia de David, un niño aficionado al fútbol y a los gusanos medidores, para explicar el concepto de las fracciones. Relaciona las medidas en un campo de fútbol y	1. Introducción a las fracciones como partes de un todo 2. Medición con unidades estándar (pulgadas, yardas) 3. Aplicación de fracciones a escenarios reales (fútbol, pizza) 4. Conexión de la

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
with Fractions			situaciones cotidianas para enseñar las partes de un todo.	división con las fracciones 5. Vocabulario matemático bilingüe (español/inglés)
Fractions Essentials Workbook with Answers	Chris McMullen, Ph.D.	2018	Este libro de trabajo busca desarrollar la fluidez en habilidades esenciales con fracciones. Ofrece explicaciones concisas, ejemplos paso a paso y problemas de práctica con respuestas, cubriendo desde conceptos básicos hasta decimales, porcentajes y problemas verbales, incluyendo evaluaciones de diagnóstico.	1. Aritmética de fracciones (suma, resta, multiplicación, división) 2. Conversión entre fracciones, decimales y porcentajes 3. Trabajo con números mixtos y fracciones impropias 4. Reducción de fracciones y búsqueda de común denominador 5. Resolución de problemas verbales sobre razones y proporciones
Fractions For Dummies	Mark Zegarelli	2025	Este libro es una guía completa y amigable para entender fracciones, decimales y porcentajes. Desglosa los conceptos paso a paso, desde la terminología básica y las operaciones hasta la resolución de problemas verbales complejos, con	1. Habilidades básicas con fracciones (simplificar, común denominador, convertir) 2. Aritmética con fracciones y números mixtos 3. Decimales (valor posicional, operaciones, conversiones) 4. Porcentajes (conversiones, resolución

Nombre del libro	Autor(es)	Año	Resumen	5 temas claves
			el fin de que el tema sea menos intimidante.	de problemas, aumento/disminución porcentual) 5. Aplicaciones en el mundo real y problemas verbales

Anexo I. Diseño curricular de la unidad basada en la malla curricular

Módulo / Sección	Objetivo de Aprendizaje Específico (DCD)	Contenido Principal
Módulo 1:		
Introducción y representación de fracciones		
1.1 Formalización del concepto	Relacionar el concepto de fracción con situaciones de reparto equitativo y la representación de partes de una unidad.	Fracción como parte-todo y como cociente (división). Representaciones gráficas (barras, círculos).
1.2 Elementos de una fracción	Reconocer y nombrar correctamente el numerador y el denominador, explicando la función de cada uno (M.3.1.39).	Terminología: Numerador (partes que se toman), Denominador (partes totales). Lectura y escritura formal de fracciones.
1.3 Clasificación de fracciones	Clasificar fracciones en propias, impropias y aparentes según la relación entre su numerador y denominador (M.3.1.40).	Definición y ejemplos visuales de fracciones propias (<1), impropias (≥ 1) y aparentes (= a un entero).
1.4 Fracciones en la recta numérica	Representar fracciones propias e impropias en la semirrecta numérica como herramienta de orden y medida (M.3.1.37).	La recta numérica como modelo. División de la unidad en la recta para ubicar fracciones.
Módulo 2:		
Fracciones equivalentes, comparación y orden		
2.1 Fracciones equivalentes	Generar fracciones equivalentes a una fracción dada mediante los	Concepto de equivalencia. Métodos de amplificación

Módulo / Sección	Objetivo de Aprendizaje Específico (DCD)	Contenido Principal
	procesos formales de amplificación y simplificación (M.3.1.42).	(multiplicar) y simplificación (dividir). Fracción irreducible.
2.2 Comparación y orden de fracciones	Establecer relaciones de orden ($>$, $<$, $=$) entre fracciones homogéneas y heterogéneas utilizando diversos métodos (M.3.1.43).	Comparación de fracciones con igual/distinto denominador. Método del mínimo común denominador (m.c.d.).
Módulo 3: Operaciones con fracciones		
3.1 Adición y sustracción	Resolver adiciones y sustracciones con fracciones homogéneas y heterogéneas, aplicando el m.c.d. (M.3.1.44).	Suma y resta con igual denominador. Suma y resta con distinto denominador (usando m.c.d. y fracciones equivalentes).
3.2 Multiplicación	Calcular la fracción de una cantidad entera para resolver problemas sencillos.	Significado de "la fracción de un número" (operador). Multiplicación de fracción por un número entero y viceversa.
3.3 División	Resolver y plantear problemas que contienen divisiones con fracciones, interpretando la solución dentro del contexto. (M.3.1.45)	Concepto de división. El inverso multiplicativo de una fracción. Algoritmo de la división y división entre una fracción y un entero (y viceversa).

Módulo / Sección	Objetivo de Aprendizaje Específico (DCD)	Contenido Principal
<i>Módulo 4:</i> <i>Aplicaciones integradas</i>		
4.1 Conversión: Fracciones, decimal y porcentaje	Expresar porcentajes como fracciones y decimales, o viceversa, en función de la resolución de problemas. (M.3.1.35)	Concepto de las conversiones. Conversiones clave de fracción a decimal (dividiendo), de decimal a fracción, de fracción y decimal a porcentaje, de porcentaje a fracción y decimal.
4.2 Introducción a la regla de tres simple directa	Reconocer magnitudes directamente proporcionales y resolver problemas aplicando la proporcionalidad directa. (M.3.1.48 y M.3.1.49)	Concepto de magnitud y proporcionalidad directa. Identificación de situaciones de proporcionalidad directa. Planteamiento y resolución de la regla de tres simple directa.
4.3 Aplicaciones en contextos reales	Plantear y resolver problemas de la vida cotidiana que involucren la comparación y suma/resta de fracciones.	Aplicación integrada de todos los conceptos y operaciones del curso. Estrategias de resolución de problemas.

Anexo J. Diseño instruccional de la unidad

Módulo / Sección	Objetivo de Aprendizaje Específico	Contenido Principal	Actividad / Recurso Multimedia Clave
<i>Módulo 1: El Universo de las Fracciones: Fundamentos y significados</i>			
1.1: Las múltiples caras de la fracción	Comprender los diferentes significados y usos de una fracción en diversos contextos.	La fracción como parte-todo, cociente, razón y operador.	• Presentación interactiva
1.2: Elementos de una fracción	Identificar y describir la función del numerador y el denominador en una fracción.	Significado, función, lectura y escritura de numerador y denominador.	• Presentación interactiva • Video con modelos 3D
1.3: Representación de fracciones	Representar fracciones de forma concreta, gráfica y en la recta numérica.	Modelos visuales (barras, regletas) y la ubicación de fracciones en la recta numérica.	• Presentación interactiva • Objeto gamificado
1.4: Tipos de fracciones	Diferenciar y clasificar fracciones en propias, impropias y aparentes, y convertir entre fracciones impropias y números mixtos.	Definición y ejemplos de fracciones propias, impropias, aparentes y números mixtos.	• Presentación interactiva • Objeto gamificado • Evaluación

Módulo / Sección	Objetivo de Aprendizaje Específico	Contenido Principal	Actividad / Recurso Multimedia Clave
Módulo 2:			
Relaciones y jerarquías:			
Fracciones equivalentes, comparación y orden			
2.1: Fracciones equivalentes	Generar y reconocer fracciones equivalentes mediante los procesos de amplificación y simplificación.	Concepto de equivalencia. Métodos de amplificación y simplificación (usando el MCD para la fracción irreducible).	• Presentación interactiva • Juego interactivo • Video explicativo
2.2: Comparación y orden de fracciones	Aplicar diversas estrategias para comparar y ordenar fracciones.	Comparación de fracciones homogéneas, con igual numerador y heterogéneas (usando MCM y multiplicación cruzada). Uso de referentes ($\frac{1}{2}$ y 1).	• Presentación interactiva • Juego interactivo • Objeto gamificado • Video explicativo • Evaluación
Módulo 3:			
Operaciones con fracciones			
3.1 - 3.3: Operaciones Básicas	Resolver las cuatro operaciones fundamentales	Algoritmos y conceptos para la suma, resta,	• Presentación interactiva

Módulo / Sección	Objetivo de Aprendizaje Específico	Contenido Principal	Actividad / Recurso Multimedia Clave
	(suma, resta, multiplicación y división) con distintos tipos de fracciones.	multiplicación y división de fracciones homogéneas, heterogéneas y números mixtos.	para cada subtema • Objeto gamificado • Evaluación
<i>Módulo 4:</i>			
<i>Aplicaciones y conexiones</i>			
4.1: Fracciones, decimales y porcentajes	Convertir fluidamente entre fracciones, decimales y porcentajes.	Relaciones y métodos de conversión entre las tres representaciones (incluyendo la regla de 3). Equivalencias comunes.	• Presentación interactiva • Objeto gamificado
4.2: Introducción regla de 3	Identificar magnitudes directamente proporcionales y resolver problemas.	Comprensión de la proporcionalidad, organización de los datos y la resolución de problemas.	• Presentación interactiva • Video explicativo • Objeto gamificado
4.3: Aplicaciones en contextos reales	Aplicar el conocimiento de las fracciones para resolver problemas en contextos reales y significativos.	Resolución de problemas aplicados a proporcionalidad, porcentajes,	• Presentación interactiva • Ejemplo en audio • Ejemplo en audio

Módulo / Sección	Objetivo de Aprendizaje Específico	Contenido Principal	Actividad / Recurso Multimedia Clave
		probabilidad y finanzas básicas.	• Evaluación