



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

FACULTAD DE

CARRERA DE

**Desarrollo de una herramienta web para creación de objetos
de aprendizaje con empaquetado CMI-5.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

Ingeniero en sistemas informáticos y computación.

Autor: Macas Pineda Cristian José

Director: Irene Robalino Pedro Daniel

LOJA

2024

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 23 de septiembre de 2024

Magister

Fernanda Maricela Soto Guerrero

Director de la carrera de sistemas informáticos y computación

Ciudad.-

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Desarrollo de una herramienta web para la creación de objetos de aprendizaje con empaquetado CMI-5. realizado por Cristian José Macas Pineda ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Mgtr. Pedro Daniel Irene Robalino

C.I.: 1103566103

Correo electrónico: pdirene@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Cristian José Macas Pineda, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor del Trabajo de Titulación denominado: Desarrollo de una herramienta web para creación de objetos de aprendizaje con empaquetado CMI-5., de la carrera de Sistemas Informáticos y Computación, específicamente de los contenidos comprendidos en: Planteamiento del problema, Marco Teórico, Metodología y Requerimiento, Diseño de la Aplicación, Desarrollo y Prueba de la Aplicación, siendo Pedro Daniel Irene Robalino, director del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad", en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: Cristian José Macas Pineda

C.I.: 1900734151

Correo electrónico: cjmacas@utpl.edu.ec

Dedicatoria

Se la dedico a mis padres ya que gracias a ellos a su esfuerzo y apoyo incondicional me dieron la gran oportunidad de alcanzar mis metas.

A mis docentes, por brindarme su sabiduría y guía en este largo camino académico.

A mis amigos, por creer en mí y alentarme siempre que lo necesita.

A la familia Fernández Huaca, sobre todo a Cisne, que siempre me ha ayudado y siempre ha estado a mi lado, gracias por todo.

Y, finalmente, a todas aquellas personas que creyeron en mí y me motivaron a alcanzar mis sueños.

Isabel, Rosarito este logro también es suyo.

Con gratitud y cariño,

Cristian José Macas Pineda

Agradecimiento

Agradezco a mi director de tesis, Pedro Daniel Irene Robalino, por su paciencia, consejos y apoyo han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A la comunidad académica de la Universidad Técnica Particular de Loja, por proporcionarme las herramientas y el conocimiento necesario para avanzar en mi carrera.

A mis compañeros de estudio y amigos de la DGV, por apoyarme siempre y por cada momento compartido que ha hecho una experiencia inolvidable, sus palabras de aliento han sido fundamentales para continuar con mis estudios académicos.

A mis padres, que me han sabido darlo todo, y luchar junto conmigo por alcanzar este logro.

A mis primas que han sido mi ejemplo para seguir y que siempre han estado junto a mí.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de alguna manera, contribuyeron a la realización de esta tesis. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

Con gratitud,

Cristian José Macas Pineda

Índice de contenido

Carátula.....	I
Aprobación del director del Trabajo de Titulación	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenido	VII
Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Capítulo I.....	6
Planteamiento del Problema.....	6
1.1 Descripción del Problema	7
1.2 Justificación	8
1.3 Alcance y Limitaciones	9
1.4 Objetivos.....	10
1.4.1 Objetivo General.....	10
1.4.2 Objetivos Específicos.....	10
Capítulo II.....	12
Marco Teórico	12
2.1 Objetos de Aprendizaje	12
2.1.1 Definición.....	14
2.1.2 Clasificación de los Objetos de Aprendizaje (O.A)	15
2.1.2.1. Funciones de los objetos de aprendizaje.....	18
2.1.3 Estructura de los Objetos de Aprendizaje (O.A)	19
2.1.4 Descripción de las fases para la elaboración de un Objeto de Aprendizaje (O.A)..	20
2.1.5 Características de un Objeto de Aprendizaje.....	22

2.2	E-learning	23
2.2.1	Beneficios de E - learning.....	24
2.2.2	Especificaciones y estándares e - learning.....	25
2.2.2.1	IMS Global Learning Consortium.	27
2.2.2.2	Institute for Electrical and Electronic Engineers Learning Technology. ...	29
2.2.2.3	IEEE LOM.....	29
2.2.2.4	Advances Distributed Learning (ADL).....	29
2.2.2.4.1	CMI-5.	30
2.2.2.5	Plataformas virtuales de enseñanza/aprendizaje.....	33
2.3	Herramientas de Desarrollo <i>Front-end y Back-end</i>.....	38
2.3.1	Desarrollo Back-end.....	38
2.3.1.1	Framework Symfony.....	38
2.3.1.2	Doctrine.	39
2.3.1.3	Plantillas Twig 2.0.....	40
2.3.1.4	PHP 7.4.14.....	40
2.3.2	Desarrollo Front-end	40
2.3.2.1	JavaScript.....	40
2.3.2.2	CSS, HTML 5.....	41
2.3.3	Gestores de Base de Datos	41
2.3.3.1	Servidor Xampp.....	41
2.3.3.2	Mysql.	42
2.3.3.3	Apache.....	42
	Capítulo III.....	43
	Metodología y Requerimiento.....	43
3.1	Metodología de Investigación	43
3.1.1	Enfoque de Investigación.....	43
3.1.2	Tipo de Investigación	44

3.1.3	Método de Investigación	45
3.2	Metodología de Desarrollo	45
3.2.1	Scrum	45
3.2.2	Desarrollo del sistema con Scrum	48
3.2.2.1	Preparación y Priorización del Product Backlog	48
3.2.2.2	Preparación del Product Backlog.....	48
3.2.2.3	Priorización del Product Backlog.....	49
3.2.2.4	Conclusión de la Fase de Preparación.....	50
3.2.2.5	SPRINT 1: Investigación y Familiarización con el Estándar CMI-5.	50
3.2.2.6	SPRINT 2: Diseño y desarrollo de la interfaz de usuario (UI).....	51
3.2.2.7	SPRINT 3: Implementación del empaquetado CMI-5.....	52
3.2.2.8	SPRINT 4: Pruebas y Validación con Usuarios Finales.	53
3.2.2.9	SPRINT 5: Ajustes Finales, Documentación.	54
	Capítulo IV.....	56
	Diseño de la Aplicación	56
3.1	Módulos de la aplicación.....	56
3.2	Arquitectura de la aplicación.....	59
3.3	Base de Datos.....	63
3.3.1	Integración de la aplicación	66
	Capítulo V.....	68
	Desarrollo y Prueba de la Aplicación	68
5.1	Casos de uso de la Aplicación Web	68
5.2	Desarrollo del Sistema Informático	68
5.3	Casos de uso ejecutables desde la Aplicación Web.....	71
5.4	Pruebas de la Aplicación.....	78
5.6	Flujo de Ejecución de la Aplicación	83
5.7	Comparación de Librerías de Diagramas UML.....	84

Conclusiones	85
Recomendaciones y trabajos futuros.....	87
Bibliografía.....	91
Anexos	94

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Evolución del Concepto Objetos de Aprendizaje</i>	12
Tabla 2 <i>Contenidos Pedagógicos</i>	15
Tabla 3 <i>Fases de implementación O.A</i>	20
Tabla 4 <i>Especificaciones IMS Global Learning Consortium</i>	27
Tabla 5 <i>Características de las Metodologías Agiles</i>	46
Tabla 6 <i>Actividades y Resultados del Sprint 1: Investigación y Familiarización con el Estándar CMI-5</i>	50
Tabla 7 <i>Actividades y Resultados del Sprint 2: Diseño y Desarrollo de la Interfaz de Usuario (UI)</i>	51
Tabla 8 <i>Actividades y Resultados del Sprint 3: Implementación del Empaquetado CMI-5</i>	52
Tabla 9 <i>Actividades y Resultados del Sprint 4: Pruebas y Validación con Usuarios Finales</i>	53
Tabla 10 <i>Actividades y Resultados del Sprint 5: Ajustes Finales, Documentación y Despliegue</i>	54
Tabla 11 <i>Estructura de la Base de Datos</i>	64
Tabla 12 <i>Casos de Uso</i>	68
Tabla 13 <i>Caso de Uso Registro de Usuarios Estudiantes</i>	72
Tabla 14 <i>Caso de Uso Autenticación o Login</i>	72
Tabla 15 <i>Caso de Uso Gestionar Usuarios</i>	73
Tabla 16 <i>Caso de Uso Gestionar Cursos</i>	74
Tabla 17 <i>Caso de Uso Gestionar Actividades</i>	75
Tabla 18 <i>Caso de Uso Gestionar Diagramas UML</i>	75
Tabla 19 <i>Caso de Uso Gestionar Tarea de Modelado</i>	76
Tabla 20 <i>Caso de Uso Gestionar Reportes CMI5</i>	77

Índice de figuras

Figura 1 Componentes de un O.A.....	15
Figura 2 Clasificación de un O.A	17
Figura 3 Estructura general de un O.A.....	19
Figura 4 Estructura de datos de un O.A	22
Figura 5 Imagen del funcionamiento CMI-5	31
Figura 6 Arquitectura de un entorno de aprendizaje virtual.....	33
Figura 7 Integración y Roles en un CMS	34
Figura 8 Integración y Roles en un CMS	35
Figura 9 Roles e Interacciones de un LCMS	36
Figura 10 Componentes esenciales de un LCMS	37
Figura 11 Fases de la Investigación Cuantitativa	44
Figura 12 Diagrama Arquitectura de la Aplicación	61
Figura 13 Arquitectura del Estándar CMI-5	62
Figura 14 Modelo Relacional de la Tablas de la Base de Datos	65
Figura 15 Modelo Entidad-Relación.....	65
Figura 16 Estructura de Carpetas en Visual Studio Code	69
Figura 17 Estructura Backend de la Aplicación	70
Figura 18 Descriptivos de la pregunta 1 de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML.....	80
Figura 19 Descriptivos de la pregunta 2 de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML.....	80
Figura 20 Descriptivos de la pregunta 3 de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML.....	81
Figura 21 Descriptivos de la pregunta 4 de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML.....	82
Figura 22 Rubrica de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML	82

Resumen

La educación es un servicio esencial en nuestra sociedad, proporcionando una base segura para el desarrollo de conocimientos y habilidades. El uso de la tecnología ha sido crucial para mejorar el aprendizaje y la enseñanza. Este trabajo de investigación se propone desarrollar una aplicación web que implemente el estándar CMI5 y utilice la metodología Scrum. La aplicación permitirá obtener la experiencia del aprendizaje del estudiante al interactuar y resolver los objetos de aprendizaje, los cuales son ejercicios basados en programación orientada a objetos (POO) utilizando UML. Se construirá con tecnologías y herramientas como PHP, Symfony, JavaScript, MySQL, GoJs, XAMPP, Apache, HTML y CSS.

Palabras clave: CMI5, UML, POO.

Abstract

Education is an essential service in our society, providing a secure foundation for the development of knowledge and skills. The use of technology has been crucial to improving learning and teaching. This research work aims to develop a web application that implements the CMI5 standard and uses the Scrum methodology. The application will allow the student to obtain the learning experience by interacting and solving the learning objects, which are exercises based on object-oriented programming (OOP) using UML. It will be built with technologies and tools such as PHP, Symfony, JavaScript, MySQL, GoJs, XAMPP, Apache, HTML and CSS.

Keywords: CMI5, UML, POO.

Introducción

En el ámbito académico, las actuales herramientas de diagramado UML presentan una oportunidad para enriquecer las actividades relacionadas con la Programación Orientada a Objetos y fortalecer las habilidades y conocimientos de los alumnos. Estas herramientas emplean componentes gráficos y facilitan la integración de estas actividades en el proceso educativo. No obstante, su integración en el aula plantea la limitante de no ser evaluada interactivamente sino de forma manual. Como resultado, no existe un sistema o aplicación que permita la creación de una actividad UML y verificar si corresponde con los requisitos o indicaciones pautadas por el docente.

En este contexto, el presente proyecto se centra en el desarrollo de una herramienta web para la creación de objetos de aprendizaje. El objetivo principal de esta aplicación es brindar a los estudiantes una plataforma interactiva que les facilite comprender los conceptos relacionados con la Programación Orientada a Objetos. Al mismo tiempo, permitirá a los docentes realizar un seguimiento constante de sus alumnos, quienes podrán demostrar sus conocimientos y habilidades en la materia.

La herramienta web propuesta se basa en el estándar CMI-5 y los principios del e-learning. Con estas bases, se busca lograr una curva de aprendizaje corta y fomentar la autoevaluación. En el siguiente documento, se describen las etapas de desarrollo de la herramienta y se proporciona una definición exhaustiva de cada uno de sus componentes. Los capítulos iniciales abordan el origen y la justificación de la aplicación, conceptualizando los objetos y herramientas involucrados en la investigación, así como su estructura. Además, se presentan los objetivos, la justificación y los antecedentes del proyecto.

En el capítulo dedicado a la metodología del proyecto, se optó por utilizar un enfoque de investigación cuantitativa con el objetivo de recopilar datos cuantificables y medibles que

permitieran un análisis objetivo de los resultados. La metodología cuantitativa brinda la posibilidad de obtener información precisa y estadísticamente significativa sobre el desempeño de la herramienta web desarrollada, así como de evaluar la efectividad de las actividades de Programación Orientada a Objetos implementadas. Mediante el uso de técnicas y herramientas cuantitativas, se busca obtener resultados confiables y generalizables que respalden las conclusiones de la investigación.

Por otro lado, se implementó SCRUM como metodología ágil de desarrollo. SCRUM se estructuró en 5 fases o sprints que permitieron una gestión eficiente y flexible del proyecto. Esta metodología ágil se adapta bien a entornos de desarrollo de software, ya que promueve la colaboración, la comunicación constante y la entrega incremental de funcionalidades. Al utilizar SCRUM, se buscó maximizar la productividad del equipo de desarrollo, asegurar la calidad del producto y cumplir con los plazos establecidos. Además, SCRUM facilitó la adaptación a posibles cambios o ajustes requeridos durante el proceso de desarrollo, brindando mayor flexibilidad y capacidad de respuesta.

La combinación de la metodología de investigación cuantitativa y SCRUM como metodología ágil de desarrollo permitió obtener resultados confiables y un enfoque eficiente en el proceso de creación de la herramienta web. El uso de la metodología cuantitativa proporcionó datos objetivos para evaluar el desempeño y la efectividad de la aplicación, mientras que SCRUM garantizó una gestión ágil y flexible del proyecto, adaptándose a las necesidades cambiantes y permitiendo la entrega gradual de funcionalidades. Con esta combinación, se espera lograr un producto de calidad que cumpla con los requisitos establecidos y satisfaga las necesidades de los usuarios finales.

Los capítulos cuatro y cinco están dedicados al desarrollo y la implementación de la aplicación y detallan la descomposición de los módulos o interfaces del sistema. Asimismo,

se presentan las pruebas realizadas para garantizar la satisfacción del cliente, representado por los estudiantes o docentes beneficiarios de la herramienta. En la ejecución del desarrollo de la aplicación se utilizó XAMPP el cual nos permitió gestionar tecnologías como el servidor web Apache, PHP y MySQL los cuales fueron la base fundamental para hacer el uso de librerías de código abierto como GoJs y el uso de un framework symfony. Se emplearon encuestas y estándares ISO de calidad de software para comprobar que la plataforma cumpliera con los objetivos establecidos en el documento y las métricas definidas por la organización en términos de características de un sistema. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones recopiladas durante la investigación, que servirán para la evolución del proyecto y la mejora del código en futuras metodologías y estudios.

Es importante destacar que el desarrollo de esta aplicación ha generado un nuevo recurso en el campo de la educación informática. Tanto los docentes como los alumnos podrán hacer uso de esta herramienta para llevar un seguimiento adecuado de su formación y mejorar constantemente sus habilidades y conocimientos. A diferencia de otras plataformas como Moodle, Chamilo y Lucid Chart, esta herramienta ofrece una funcionalidad única: la capacidad de verificar diagramas UML. Por lo tanto, la implementación de este sistema permitirá realizar evaluaciones integrales y diagnosticar posibles deficiencias en el aprendizaje de los estudiantes mediante recursos más prácticos y de fácil interpretación.

Capítulo I

Planteamiento del Problema

En el presente capítulo se abordan los fundamentos que llevaron al desarrollo de la herramienta web para la creación de objetos de aprendizaje con empaquetado CMI-5. La necesidad de esta herramienta surge a raíz de la demanda de un entorno interactivo y dinámico que facilite a los estudiantes la comprensión de los conceptos clave de la Programación Orientada a Objetos. Además, se buscó proporcionar a los docentes una plataforma que les permita realizar un seguimiento constante de sus alumnos y evaluar de manera efectiva sus habilidades y conocimientos en la materia. El enfoque en el empaquetado CMI-5 se basa en la necesidad de establecer un estándar que asegure la interoperabilidad y reutilización de los objetos de aprendizaje generados. Con esta herramienta, se espera potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el entendimiento de la lógica de la programación y brindar a los usuarios una experiencia educativa enriquecedora y adaptada a las demandas actuales.

La programación orientada a objetos (POO) es una de las bases fundamentales en la formación de programadores. Sin embargo, su enseñanza puede resultar abstracta y desafiante. La herramienta web busca hacer estos conceptos más accesibles mediante un entorno que promueva la interactividad y la práctica continua. Para los docentes, es crucial tener herramientas que les permitan monitorear el progreso de los estudiantes de manera efectiva. La plataforma no solo facilitará la evaluación de las habilidades adquiridas, sino que también proporcionará datos que ayudarán a identificar áreas que necesitan refuerzo. La elección del empaquetado CMI-5 responde a la necesidad de crear objetos de aprendizaje que sean interoperables y reutilizables. Este estándar garantiza que los contenidos generados puedan ser utilizados en diferentes plataformas educativas, aumentando su alcance y eficacia.

A través de actividades interactivas y ejercicios prácticos, se busca que los estudiantes adquieran una comprensión profunda y aplicada. La plataforma ofrecerá herramientas de seguimiento y evaluación que permitirán a los docentes optimizar sus métodos de enseñanza y adaptar sus estrategias a las necesidades de los estudiantes. Mediante el uso del estándar CMI-5, se asegurará que los objetos de aprendizaje puedan ser fácilmente integrados y reutilizados en diversas plataformas educativas.

Se espera que la implementación de esta herramienta web transforme la manera en que se enseña y aprende. Los estudiantes podrán beneficiarse de un entorno más práctico y dinámico, mientras que los docentes tendrán acceso a datos y herramientas que mejorarán su capacidad para guiar el proceso educativo. En última instancia, esto contribuirá a una formación más sólida y efectiva en el entendimiento de la lógica de la programación mediante el uso de UML.

1.1 Descripción del Problema

La educación contemporánea requiere herramientas tecnológicas que brinden una capacitación efectiva y sólidos conocimientos. En este contexto, existen numerosos recursos que pueden ser utilizados en el ámbito pedagógico, ofreciendo una enseñanza práctica e interactiva. Sin embargo, el uso de estas herramientas conlleva desafíos en términos de la curva de aprendizaje y la evaluación, lo que representa un problema para los docentes al adaptarse a programas con funcionalidades complejas y restrictivas.

Uno de los problemas fundamentales se origina en la manera en que se evalúan ciertas materias, como la Programación Orientada a Objetos (POO) y el diagramado UML. En el caso de la POO, los conceptos se abordan a través de diagramas que representan gráficamente la solución de un problema. Sin embargo, estos diagramas no proporcionan una forma de evaluar la comprensión y aplicación de los conceptos por parte de los estudiantes. La falta de

una herramienta de evaluación adecuada limita la capacidad de los estudiantes para comprender plenamente los conceptos y funcionalidades de la materia.

En consecuencia, surge la necesidad de desarrollar una herramienta que permita una gestión evaluativa efectiva en el ámbito de la POO y el diagramado UML. Esta herramienta debería facilitar la comprensión de los conceptos, proporcionar una retroalimentación inmediata y permitir a los docentes evaluar de manera precisa el desempeño de los estudiantes. Al abordar esta problemática, se busca mejorar la calidad de la enseñanza y promover un aprendizaje más significativo en el campo de la programación orientada a objetos y el diseño de sistemas.

1.2 Justificación

En la actualidad, el uso de herramientas educativas que integran tecnologías avanzadas se ha vuelto fundamental para una gestión eficiente del material de enseñanza y capacitación. Estas herramientas, conocidas como estándares, permiten gestionar de manera efectiva la educación, tanto desde el punto de vista académico como del seguimiento individual del progreso de los estudiantes.

En este sentido, la implementación de una herramienta de aprendizaje electrónico (e-learning) específica para la Programación Orientada a Objetos (POO) brindaría una gran oportunidad para facilitar la comprensión de esta materia compleja y robusta. Los conceptos y usos de la POO, esenciales en el desarrollo de aplicaciones, podrían ser interpretados de manera más clara y accesible por parte de los estudiantes.

El desarrollo e implementación de una herramienta de autoevaluación enfocada en el diagramado UML busca precisamente aclarar el uso de estándares y el e-learning como métodos para evaluar el rendimiento académico y fortalecer los conocimientos impartidos en clase. Los motivos que respaldan este proyecto se fundamentan en el alto nivel y la complejidad de la materia, reconociendo la necesidad de brindar a los estudiantes recursos

que les permitan comprender y dominar eficientemente los conceptos de la POO y su aplicación en el diseño de sistemas.

Además, esta herramienta tiene el potencial de ser una plataforma que permita el aprendizaje auto instruccional para los estudiantes, lo que significa que podrán avanzar a su propio ritmo y de acuerdo a su propio estilo de aprendizaje. Esto no solo facilita un aprendizaje más personalizado y efectivo, sino que también permite recopilar datos valiosos sobre la experiencia del usuario. Al analizar estos datos en el futuro, los educadores y desarrolladores podrán obtener información detallada sobre cómo los estudiantes interactúan con la herramienta, identificar patrones y áreas problemáticas, y determinar qué aspectos del método pedagógico funcionan bien y cuáles necesitan ser mejorados. Este enfoque basado en datos permitirá una mejora continua de la herramienta y del método pedagógico, asegurando que se adapten constantemente a las necesidades y expectativas de los estudiantes, y optimizando así el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.3 Alcance y Limitaciones

El alcance del proyecto se define por su rentabilidad, una sólida y clara documentación, y las ventajas competitivas que aporta. Estos factores son esenciales para asegurar que la herramienta no solo sea viable desde un punto de vista económico y técnico, sino que también cumpla con las necesidades y expectativas de sus usuarios, promoviendo un proceso de enseñanza-aprendizaje más eficiente y efectivo. Sin embargo, se encontraron limitaciones en cuanto a la disponibilidad de antecedentes o proyectos similares. A pesar de realizar una exhaustiva búsqueda en repositorios institucionales, revistas tecnológicas y académicas, así como proyectos de tesis universitarios, no se encontró evidencia de la implementación de las tecnologías mencionadas anteriormente, la implementación del CMI-5 en el aprendizaje de diagramas UML con conceptos de POO no solo aprovecha las capacidades del e-learning para ofrecer una educación más estructurada y rastreable, sino que también introduce un enfoque innovador para enseñar estas disciplinas esenciales. Esto

representa un paso importante hacia la modernización de la educación en programación, adaptándola a las necesidades actuales de los estudiantes y aprovechando al máximo las tecnologías disponibles.

Además, es importante tener en cuenta que el uso de plataformas, herramientas de terceros, librerías o dependencias como Composer y GO JS puede presentar problemas de compatibilidad con la versión de PHP utilizada. Por lo tanto, los usuarios que deseen obtener e implementar la aplicación deben considerar contar con el conjunto de herramientas actualizado según la versión más reciente de PHP.

En definitiva, mientras que el proyecto tiene un alcance prometedor que incluye la evaluación de documentación y ventajas para asegurar su viabilidad, también enfrenta limitaciones importantes relacionadas con la falta de antecedentes y la necesidad de garantizar la compatibilidad con la versión actualizada de PHP. Abordar estas limitaciones con una planificación cuidadosa, pruebas rigurosas y un enfoque en la interoperabilidad será esencial para el éxito del desarrollo y la implementación de la herramienta.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo General*

1. Desarrollar una herramienta para crear Objetos de Aprendizaje (O.A) con el estándar CMI-5 que permitan mejorar las competencias en Programación Orientada a Objetos haciendo uso del Lenguaje de Modelado Unificado (UML).

1.4.2 *Objetivos Específicos*

1. Revisar la bibliografía sobre el estándar *CMI-5* con el fin de familiarizarse en la especificación.
2. Probar la herramienta web creando objetos de aprendizaje basados en UML, con el fin posterior de documentación.

3. Implementar el estándar *CMI-5* en demos dentro de la herramienta web, el cual permita el empaquetado hacia LMS o dentro del mismo sitio con el fin de crear O.A referentes a *POO*.

Capítulo II

Marco Teórico

En el presente capítulo se describen conceptos de acuerdo con la revisión literaria, por ello, es necesario enfatizar en ciertos aspectos elementales, los cuales inician desde la explicación de un objeto de aprendizaje, considerado un recurso educativo fundamental hasta llegar al uso de los estándares actuales que sustentan la creación e integración con otras herramientas tecnológicas (Collaguazo, 2015).

El uso de estos recursos y herramientas tecnológicas provee una solución en el área educativa. En la actualidad, los objetos de aprendizaje permiten gestionar y brindar una calidad en la enseñanza y capacitación. Este comportamiento se hace evidente a través de herramientas que se han hecho indispensables y que la mayoría de las instituciones han implementado.

Es por ello que, para conocer cada uno de los procesos y herramientas, se efectuó una investigación robusta en la documentación de los estándares, así como las plataformas e-learning y de diagramado *UML* que emplean muchas instituciones. Con el motivo de identificar sus funcionalidades y lograr plasmarlas en el presente proyecto.

2.1 Objetos de Aprendizaje

Un concepto muy definido en el área de e-learning son los O.A, es decir, los Objetos de Aprendizaje. A razón de que sus conceptos varían y son las opiniones de autores extensos, se describe, a través de la siguiente tabla comparativa, la visión que estos autores y especialistas tienen en consideración al tema.

Tabla 1

Evolución del Concepto Objetos de Aprendizaje

AÑO	AUTOR	DEFINICIÓN
-----	-------	------------

1992	Wayne Hodgins	Un ejemplo claro de la definición de un objeto de aprendizaje de este autor es: en una casa, vio jugar a su hijo con unos bloques de plástico interconectados, y de alguna manera dedujo que el juego podía compararse con pequeñas unidades de material educativo que hacían que el aprendizaje fuera fácil e interconectado, es decir, fácil de construir. Piezas de aprendizaje interoperables, a las que posterior a ello lo denominaron objetos de aprendizaje (De la Prieta, Gil, M, & Sanz, 2010).
1997	L'Allier	Se denomina como objeto de aprendizaje a la experiencia estructurada autónoma más diminuta que contiene un objetivo, actividades de aprendizaje y evaluación (Gomez & Abrego, 2014).
1998	Cisco Systems	Un O.A es considerado como un objeto es una colección de 5 a 9 objetos de información reutilizables agrupados con el único objetivo de enseñar una tarea laboral asociadas con un objeto de aprendizaje en particular. Para que la recopilación de objetos de información reutilizables y que este sea una experiencia o lección de aprendizaje real, debe agregar una descripción, resumen y evaluación al paquete (Hodgins, 1998).
2001	David Willey	Dicho autor menciona que un O.A es: "Considerado como cualquier recurso digital que pueda ser utilizado como medio que sirva de soporte para el aprendizaje" (Sarmiento, 2010).
2002	Comisión académica de Objetos de Aprendizaje del CUDI	Un O.A es considerada como una entidad de información digital creada para generar habilidades, conocimientos, valores y actitudes (Delgado, Morales, González, & Chan, 2007).
2002	IEEE	Cualquier entidad, digital o no digital, pueda ser usada, reutilizada a por el aprendizaje, la educación o el entrenamiento sea soportada por Tecnología (Fernández, 2008).

2002	Universidad Politécnica de Valencia	Refiriéndose de acuerdo al concepto de Willey, define O.A: "Una unidad de aprendizaje más pequeña en un formato digital, y que este puede ser reutilizable" (Hodgins, 1998). Para que la reutilización sea posible, es importante que los objetos no deben contextualizarse.
2002	Leal Fonseca	Un O.A es un grupo de recursos digitales, independientes y reutilizables, con finalidad educativa, conformado por tres componentes internos: Contenido y Contextualización. El objeto de aprendizaje debe poseer una estructura de información externa (metadatos) y que este facilite su identificación, recuperación y almacenamiento (Leal, 2010).

Fuente: Elaboración Propia.

Justificando la diversidad de opiniones halladas en la tabla antes mencionada, y con el objeto de interpretar e identificar su principal uso dentro del *e-learning*, los siguientes encabezados o títulos buscan satisfacer la definición de un Objeto de Aprendizaje, tomando como base tener una idea principal y las características del tema.

2.1.1 Definición

Un O.A (ver Figura 1), es un recurso interactivo con propósito educativo, donde el docente puede elaborar lecciones y desarrollar finalmente un curso práctico y funcional. Se dice del O.A que es interactivo por su variedad de presentación: videos, fotografías, mapas mentales, infografías, folletos, y audios. Los Objetos de Aprendizaje poseen estándares que permiten su reutilización dentro del ámbito académico, por lo que un mismo contenido puede ser usado en otras plataformas y por otros usuarios. El medio o proceso que genera la reutilización de este material se conoce como metadato. Este provee la descripción del recurso, así como la recuperación del mismo.

En este sentido, la introducción de este nuevo concepto ha generado un impacto significativo en el campo de la educación, promoviendo cambios en las prácticas docentes y mejorando los métodos de enseñanza. Además, ha facilitado el intercambio de conocimientos

con el objetivo de capacitar a los alumnos de manera más efectiva. Un ejemplo de esta evolución es el uso del CMI-5, que permite diversificar las formas de presentación en la enseñanza y capacitación, brindando mayor escalabilidad al proceso.

Figura 1

Componentes de un O.A



Fuente: (Collaguazo, 2015).

2.1.2 Clasificación de los Objetos de Aprendizaje (O.A)

Los Objetos de Aprendizaje se clasifican en diferentes tipos, los cuales se detallan en la tabla 2 a continuación.

Tabla 2

Contenidos Pedagógicos

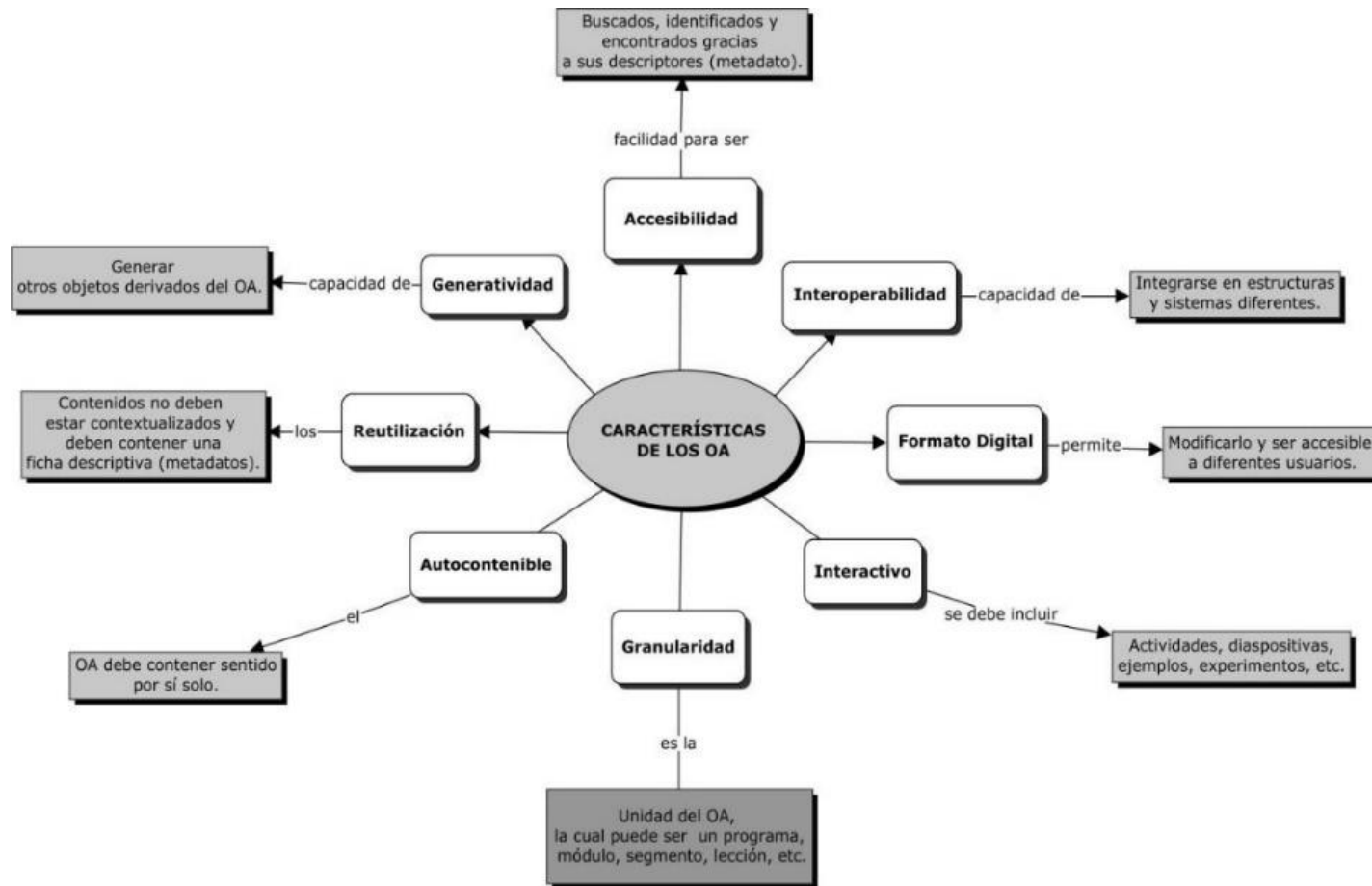
Según los contenidos pedagógicos			Según el formato
Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales	
Hechos, datos y conceptos (leyes, teoremas).	Al hablar de los procedimientos trata sobre el aprendizaje de un “Qué saber hacer”, con un propósito y obviamente tener en claro lo que se desea realizar de manera estructurada, es algo práctico.	Los contenidos actitudinales se clasifican en valores, actitudes y normas.	<ul style="list-style-type: none"> • Imagen • Texto • Sonido • Multimedia

Fuente: (Hodgins, 1998)

Tomando en cuenta la tabla 2 y los conceptos pedagógicos mencionados en ella. A continuación, se presenta la importancia de estos conceptos en relación a su papel como Objetos de Aprendizaje y su propósito:

- **Conceptuales:** un concepto se adquiere cuando “se puede dar una definición a una información o algún material que pueda presentar”, se trata de traducir conceptos en palabras propias que un ser humano pueda interpretar.
- **Procedimentales:** es "un conjunto ordenado de acciones, orientado a objetivos.
- **Actitudinales:** son disposiciones adquiridas o tendencias y relativamente persistentes a evaluar de una manera determinada.

La clasificación de O.A debe cumplir ciertas características (ver CMI5), tales como: accesibilidad, durabilidad, interoperabilidad, algunos de los cuales se extraen de la definición O.A, propuesto en el párrafo anterior:

Figura 2*Clasificación de un O.A*

Fuente: (Garcia, 2008).

Considerando la información proporcionada en la tabla 2 y los conceptos pedagógicos que se mencionan en ella, es relevante destacar la importancia de estos conceptos en el contexto de los Objetos de Aprendizaje y su objetivo fundamental.

2.1.2.1. Funciones de los objetos de aprendizaje. Según Garcia (2008) indica entre las funciones de los objetos de aprendizaje se pueden mencionar:

1. Fomentar el aprendizaje autogestionado.
2. Facilitar la actualización permanente de docentes y estudiantes.
3. Facilitar la integración, generación y reutilización de O.A.
4. Fomentar el trabajo colaborativo.
5. Integración de diferentes elementos multimedia.
6. Interfaz gráfica.
7. Construir información en formato de hipertexto.
8. Facilitar la interacción para usuarios de diferentes niveles (administrador, diseñador, estudiante).

Asimismo, Rotaecche (2016) comenta entre las siguientes funciones de los objetos de aprendizaje se pueden destacar:

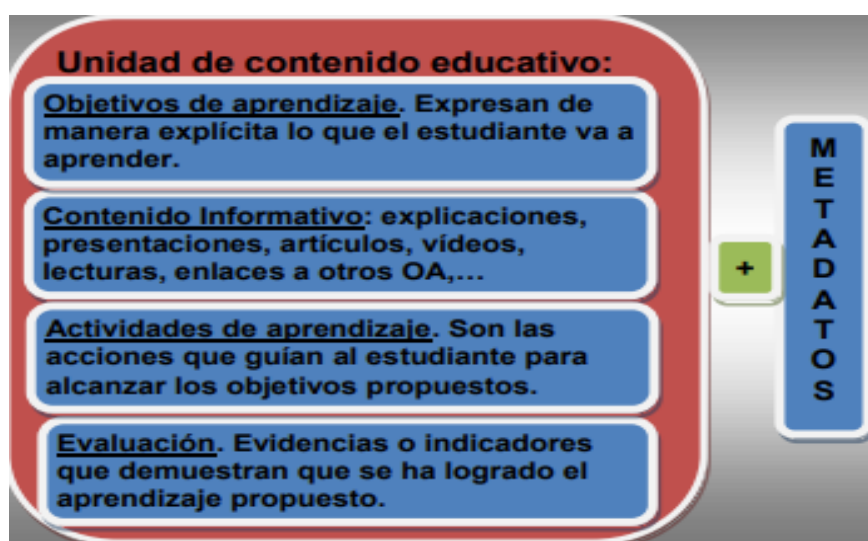
9. Autónomo: accesible a todos los objetos de aprendizaje independiente.
10. Accesibilidad: fácil de identificar y localizar, etiquetado con varios descriptores (metadatos).
11. Reutilizable, cada objeto se puede usar varias veces (reutilizar) ambiente y múltiples propósitos educativos. Incluso pueden ser ensamblado en una colección de contenidos o secuencias de aprendizaje (cursos virtuales, lecciones).
12. Interoperabilidad: la capacidad de integrarse en sistemas y estructuras diferentes (plataformas educativas), posibilidades de exportación e importación, sin problemas de compatibilidad, no importa tu desarrollado.

2.1.3 Estructura de los Objetos de Aprendizaje (O.A)

En esta sección, se abordará la estructura de un Objeto de Aprendizaje (O.A), comenzando por mencionar y detallar los aspectos relevantes de acuerdo con la definición de O.A presentada en el párrafo anterior. A continuación, se ilustrará en la Figura 3 el conjunto de componentes que conforman el O.A, los cuales serán conceptualizados con mayor detalle en los párrafos posteriores.

Figura 3

Estructura general de un O.A



Fuente: (Aretio, 2008).

La estructura de un O.A, requiere que sea significativo por sí mismo (autónomo), para esto debe tener ciertos elementos que contribuyan en el aprendizaje. Tales componentes se muestran a continuación:

- **Nombre del título:** debe representar claramente su contenido.
- **Objetivos o Metas:** este es el propósito que debe lograrse cuando se utiliza O.A.
- **Contenido:** muestra la información del asunto que manejará O.A, usa diferentes estrategias para captar la atención del usuario y estudiantes, a través de aplicaciones multimedia, participa en texto, imágenes, animaciones, audio, etc.

- **Estrategias/actividades didácticas:** se utilizan para la llegada de O.A. el propósito para el cual fue creado. Por tanto, en generación O.A, los objetos que la compondrán (números y conocimientos) se sitúan en el entorno de aprendizaje.
- **Evaluación:** evaluar el conocimiento adquirido a través de la información. Proporcionar el objeto y realizar la práctica. La evaluación permite medir el nivel de consecución de objetivos.
- **Metadatos:** describe los aspectos técnicos y educativos de los objetos.

2.1.4 Descripción de las fases para la elaboración de un Objeto de Aprendizaje (O.A)

La creación de un Objeto de Aprendizaje (O.A) requiere de fases que respalden dicho proceso. A continuación, en la tabla 3 se proporciona una descripción detallada de cada una de estas etapas.

Tabla 3

Fases de implementación O.A

Fase	Descripción
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> • La creación de un Objeto de Aprendizaje (O.A) implica identificar tanto los objetivos de aprendizaje como el público al que va dirigida la formación. Es necesario definir claramente los objetivos que se pretenden alcanzar con el O.A, así como determinar el grupo específico de personas a las que está dirigido. • Colección de materiales: susceptibles de uso herramientas de software específicas, por ejemplo, se quiere incluir material multimedia que necesita ser "determinado" elaborar.
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la interrelación de objetos, contenido y actividades. y evaluación para crear estructuras y reglas lógicas, permite lograr el ordenamiento de objetivos. • Identificar aquellos metadatos que pueden facilitar la reutilización de O.A en otras unidades de estudio

	<p>(cursos, asignaturas...) o también, exportar a otros sistemas tipo LMS. En este sentido, se debe de confiar en La especificación a partir de la cual se creó el O.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elección de estilos de interfaz de usuario y temas de diseño, para la presentación del contenido se presente de acuerdo con los siguientes criterios de usabilidad, de forma atractiva en el LMS.
Desarrollo	<p>Los trabajos en esta etapa están muy condicionadas al dominar ciertas herramientas de software de autoría (herramientas de autoría de aprendizaje electrónico), aunque algunas de estas ayudan tareas de embalaje y etiquetado de O.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de la estructura y su índice de contenido, y muchos más • Crear interfaces atractivas y motivadoras (técnicas Web 2.0) contenido del enlace. • Estas operaciones son para proporcionar un formato de acuerdo con la especificación de eLearning para una integración e interoperabilidad adecuadas sistema de gestión. Es decir, es la estructura de datos (ver Figura 4) Enumere aquellos recursos contenidos en O.A e incluya Metadatos básicos y así el LMS pueda importar O.A y es parte del curso en LMS Management.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar O.A en un entorno de aprendizaje virtual, lo que permite ejecutar probando su comportamiento. • Es esencial elaborar las pruebas necesarias, porque si acaso algo está fallando, para luego tomar algunas medidas como solución y que este tenga que ser sustituido por algunos aspectos de diseño e incluso desarrollo.

Fuente: (Fernández, 2008).

Figura 4*Estructura de datos de un O.A*

Fuente: (Aretio, 2008).

Los Objetos de Aprendizaje, y su creación, pasan desde la etapa de definición a implementación, como se visualiza en la tabla 3, para que pueda tener un funcionamiento correcto. El docente debe manejar la complejidad del contenido y la manera en que posteriormente podrá ser evaluado. Las etapas de diseño y desarrollo determinarán que este objetivo pueda cumplirse en su totalidad.

2.1.5 Características de un Objeto de Aprendizaje

Un objeto de aprendizaje es un verdadero recurso digital cuando cumple con las siguientes características.

- **Autocontenido:** debe cumplir con el objetivo propuesto, se pueden incorporar vínculos siempre y cuando estos complementen conceptos del contenido.
- **Interoperable:** cuenta con una estructura basada en lenguaje de programación XML, y con un estándar de interoperabilidad con el fin de garantizar la utilización en plataformas con distintos ambientes de programación.
- **Reutilizable:** debe ser utilizado por diversos educadores bajo distintos contextos de enseñanza.

- **Durable y actualizable:** se debe evitar la obsolescencia, por lo que debe estar respaldado por un repositorio que permita incorporar contenido nuevo.
- **Fácil acceso:** su estructura debe facilitar el acceso y manejo por parte de los estudiantes.
- **Secuenciable:** la estructura de respaldo debe permitir al objeto ser secuenciado con otros bajo un mismo contexto de enseñanza.
- **Breve y sintetizado:** debe alcanzar el objetivo propuesto, no debe exceder en la saturación o carencia de recursos (García, 2008).

Los metadatos desempeñan un papel fundamental en el proceso de reutilización de los Objetos de Aprendizaje (O.A), ya que permiten describir, organizar, almacenar y administrar estos recursos educativos. En otras palabras, los metadatos son indispensables para que un Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS) pueda identificar y gestionar los O.A como objetos individuales. Sin la presencia de metadatos que describan o definan la estructura principal de los recursos digitales, estos no pueden considerarse verdaderos O.A. (Rotaecche, 2016).

2.2 E-learning

En 2000, tras la presentación de OLAT, Aprendizaje y Capacitación en Línea, constituido como el primer sistema de gestión de aprendizaje de código abierto, se conmociono el aprendizaje electrónico. Dicho año también se vio la presentación de la primera versión de SCORM, considerado como un estándar que permite distribuir y empaquetar contenido a un LMS.

En la actualidad, el término "e-learning" se utiliza para hacer referencia a la formación y educación que se lleva a cabo a través de dispositivos digitales. Esto incluye la visualización de artículos, cuestionarios y videos educativos, entre otros recursos. El e-learning se caracteriza por el uso de herramientas tecnológicas que permiten la transmisión de materiales educativos de manera efectiva (Gros, 2018).

Con la creciente popularidad de dispositivos móviles, computadoras y tabletas, las opciones de aprendizaje se han integrado en aplicaciones y plataformas disponibles en el mercado. Este aumento de recursos tecnológicos ha tenido beneficios significativos en áreas con recursos limitados en todo el mundo, ya que ha brindado oportunidades educativas a personas que, debido a diversas circunstancias, no podían acceder a la educación presencial. Estas soluciones digitales han democratizado el acceso a la educación, permitiendo a individuos de diferentes ubicaciones geográficas y condiciones socioeconómicas aprender y adquirir conocimientos de manera flexible y conveniente.

El e-learning se define como una modalidad de formación no presencial que utiliza plataformas tecnológicas para brindar flexibilidad en el acceso y los horarios de aprendizaje. Esta modalidad se adapta a las habilidades, necesidades y disponibilidad de cada estudiante, permitiendo un entorno de aprendizaje colaborativo a través del uso de herramientas de comunicación síncrona y asíncrona. Además, el e-learning potencia los procesos de gestión basados en competencias, ya que se enfoca en el desarrollo de habilidades y conocimientos específicos. Los sistemas de e-learning son herramientas que ofrecen una amplia gama de soluciones para enriquecer el conocimiento y potenciar las habilidades de las personas, facilitando su participación en la creación y el intercambio de conocimiento (Turpo, 2014).

2.2.1 Beneficios de E - learning

El e-learning ha ganado una amplia popularidad como método de capacitación a nivel global, siendo aplicado no solo en entornos educativos, sino también como una opción efectiva para la formación y desarrollo en el ámbito corporativo. Las siguientes características respaldan esta afirmación:

- **Mayor accesibilidad:** a través de cualquier dispositivo electrónico e internet, un estudiante puede capacitarse y aprender sin limitante o condición alguna. Esto a gran parte se debe a que las plataformas de e-learning son interactivas y disponen sus cursos en la nube.

- **Flexibilidad:** mediante las plataformas *e-learning*, cada estudiante puede aprender a su ritmo y bajo sus necesidades o desconocimientos, de tal manera que este tipo de educación digitalizada permita cubrir de manera eficiente las deficiencias intelectuales a través de metodologías personalizadas.
- **Reducción de costos y tiempo:** a través de la educación virtual, los estudiantes capitalizan menos gastos, y solo cubriendo los recursos de internet y su capacitación en línea, en contraste con la educación tradicional, donde se consideran en gastos recursos como: la ropa, comida y transporte.
- **Disponibilidad y actualización de los contenidos:** a diferencia de una clase presencial, la educación virtual permite la creación y actualización de nuevos contenidos, así como una duración más flexible de tales en la web.
- **Asesoría docente:** la educación virtual sustenta la interacción con el alumno, a diferencia de una clase presencial, los estudiantes pueden contar con asesores académicos, foros y reuniones donde podrán seguir aprendiendo y capacitándose (Gros, 2018).

El e-learning ha experimentado un notable aumento en su popularidad como método de capacitación a nivel mundial. Además de su aplicación en entornos educativos, se ha convertido en una opción altamente efectiva para la formación y desarrollo en el ámbito corporativo. Las siguientes características respaldan esta afirmación.

2.2.2 Especificaciones y estándares e - learning

El e-learning sigue creciendo y evolucionando, estableciendo nuevas imágenes, normas, directrices y estándares a través de asociaciones internacionales. Estas iniciativas buscan alcanzar varios objetivos fundamentales:

- Regenerar la formación por medio del uso de la calidad (Objeto de Aprendizaje), generando contenidos para el mejoramiento del aprendizaje.

- Establecer y aplicar mejores prácticas y reutilización de contenidos.

Independencia de tecnología o plataforma LMS (Learning Management System) o Learning Management System) específicamente.

- La reutilización debe incluir la capacidad de transferir contenido de aprendizaje de un LMS a otro.

- Capacidad de reutilizar partes de un curso en otros cursos.

- Capacidad para acceder y utilizar repositorios de contenido de aprendizaje y repositorios de contenido remoto (Fernández, 2008).

Cuando una norma es aprobada y reconocida por una organización internacional, como el IEEE, se convierte en un estándar. A continuación, se mencionan brevemente algunas de las iniciativas para establecer normas y estándares en el campo del e-learning.

- “IMS Global Learning Consortium.
- Institute for Electrical and Electronic Engineers Learning Technology Standards
- Committee (IEEE LTSC).
- Advanced Distributed Learning (ADL).
- Aviation Industry CBT Committee (AICC).
- DCMI” (Fernández, 2008).

La lista anterior demuestra claramente que hay numerosas organizaciones que han creado y respaldado los nuevos estándares con el objetivo de impulsar el crecimiento y la eficiencia en el campo educativo. A continuación, se describirá la historia y los logros de algunas de estas organizaciones.

2.2.2.1 IMS Global Learning Consortium. Es una organización internacional que produjo la primera versión del modelo de datos como parte de la especificación de metadatos de recursos de aprendizaje de IMS. Los implementadores de IMS LRM trabajan para desarrollar el estándar IEEE LOM, resultando en la versión 1.2 de la especificación IMS LRM y como resultado fue publicado en el estándar LOM.

Posterior a ello, la versión 1.3 de la especificación IMS LRM con el modelo de datos LOM especifica que se debe utilizar el enlace XML de IEEE (Herrera, Gelvez, & Sánchez, 2014).

Dentro de estas especificaciones mencionadas, IMS liberó las siguientes:

Tabla 4

Especificaciones IMS Global Learning Consortium

ESPECIFICACIONES		DESCRIPCIÓN
IMS Learning Resources Meta-data Specifications		Crea una forma análoga para detallar los recursos de aprendizaje a tal modo que puedan ser encontrados sencillamente, a través del uso de la herramienta de búsqueda permite ser capaz de descifrar estos metadatos
IMS Enterprise Specification		Orientado a servicios administrativos y aplicaciones, que tienen la necesidad de compartir información sobre estudiantes, cursos, rendimiento en todos los sistemas operativos, interfaces de usuario y plataformas.
IMS Content Packaging		El propósito de esta especificación es permitir distribuir, contenido reutilizable e intercambiable, es decir; describe cómo se debe empaquetar el contenido educativo para que pueda procesado por diferentes sistemas LMS.
IMS Question & Test Specification		Denominado como un formato de contenido, con la finalidad de almacenar cuestionarios o ítems, independientemente del sistema o herramienta de autoría utilizada para generarlos, concediendo el mismo enfoque de preguntas en varios LMS o sistemas de evaluación electrónica.

IMS Learner Profiles Specification	Da a conocer cierta información almacenada en base a un estudiante o grupos de estudiantes, incluso contenido educativo, y la manera en la que se debe almacenar. La meta de este es concretar una estructura que conceda que los paquetes intercambien datos sobre cualquier persona involucrada en el sistema de enseñanza.
IMS Reusable Competency Definition Specification	Consiste en determinar el modelo información para detallar, referenciar e intercambiar conceptos de competencias, principalmente en el aprendizaje en línea. El término competencia incluye conocimientos, habilidades, tareas y resultado de aprendizaje.
IMS Learning Design Specification	Encargado de describir los procesos de diseño de codificación pedagógico, el método de educación implícito en el proceso de aprendizaje enseñanza para que puedan ser operados por el LMS.
IMS Guidelines for Developing Accessible Learning Applications IMS Digital Repositories	Guía Desarrollado por el Grupo de Trabajo de Accesibilidad de IMS proporcionará un marco para comunidades de aprendizaje distribuidas. este cuadro para las soluciones existentes, oportunidades y la posibilidad de implementarlos, y más desarrollos y La tecnología educativa necesita innovación para garantizar La educación es para todos, en cualquier momento y en cualquier lugar
IMS Simple Sequencing	En este sentido los O.A son debidamente ordenados y presentados al estudiante.

Fuente: (Fernández, 2008).

2.2.2.2 Institute for Electrical and Electronic Engineers Learning Technology. Standards Committee (IEEE LTSC). IEEE es una organización internacional, encargada de desarrollar estándares internacionales donde se encuentran organizados en diferentes comités que se juntan y analizan diferentes tecnologías y, por lo tanto, proporcionan especificaciones en forma de normas. Uno de ellos es el Comité de Estándares de Tecnología de Aprendizaje (LTSC), orientado hacia los estándares de tecnología de aprendizaje. Cabe mencionar que la especificación más reconocida para el trabajo IEEE LTSC, es metadatos de objetos de aprendizaje (LOM) que permite determinar los elementos que describen los recursos de aprendizaje (Fernández, 2008).

2.2.2.3 IEEE LOM. El objetivo principal de este estándar es facilitar la recuperación, evaluación, acceso y uso de recursos educativos por parte de profesores y estudiantes. Establece un conjunto de elementos de metadatos que pueden utilizarse para describir los recursos de aprendizaje, incluyendo definiciones, nombres de elementos, tipos de datos y longitud del campo.

LOM (Learning Object Metadata) es actualmente el estándar oficialmente aprobado para e-learning. Goza de una amplia aceptación y ha sido adoptado como la especificación de metadatos para recursos de aprendizaje por IMS (IMS Global Learning Consortium). En realidad, LOM se basa en esfuerzos previos para describir recursos educativos en proyectos como ARIADNE, IMS y Dublín Core (Fernández, 2008).

2.2.2.4 Advances Distributed Learning (ADL). Es una investigación y desarrollo iniciada por el gobierno de los EEUU inclinada a fomentar el avance del e-learning. ADL hace posible la colaboración del sector público y privado para desarrollar herramientas, estándares y contenido de aprendizaje de alta calidad.

Ahora bien, la meta de ADL es conceder el acceso a materiales de formación de alta calidad adaptados a las necesidades individuales. La especificación ADL más amplia admitida es Shareable Content Object Reference Model, conocida comúnmente porque

SCORM acopla las especificaciones aportadas por las tres primeras organizaciones (AICC, IMS e IEEE).

Es importante señalar que estas tres áreas principales laboran todas las especificaciones anteriores, son válidas y las organizaciones que las respaldan son:

- Empaquetado de contenido de formativo, es decir, la manera en cómo se agrupan los recursos en un formato fácil de administrar.
- Describir contenidos de aprendizaje a través de metadatos. El propósito de los metadatos es proporcionar información valiosa para el contenido, habilidad para encontrar, combinar y entregar el contenido de aprendizaje adecuado para cada público objetivo y cada proceso de enseñanza específico.
- Una interfaz de comunicación o API (Application Program Interface) que define cómo recursos de aprendizaje e intercambios de plataforma (Hsuan-Pu , 2018).

2.2.2.4.1 CMI-5. CMI5 es el resultado de los esfuerzos iniciados por un grupo de trabajo de AICC y fue lanzado por pioneros de la comunidad xAPI bajo la orientación de ADL. El ámbito del CMI5 es preciso y su objetivo es revisar la manera en cómo gestionar las actividades de xAPI en escenarios lanzados, como por ejemplo reproducir un curso en un LMS.

CMI-5 introduce un archivo llamado CMI5 .xml. Este es similar a un archivo de manifiesto SCORM, ya que contiene metadatos XML que describen la estructura del curso como una serie de bloques contenedores y unidades asignables (AU o Assignable Units). Este archivo se proporciona a los sistemas de lanzamiento compatibles con CMI5 (a los LMS, por ej.) para su importación. Una AU es el contenido ejecutable del paquete, y los recursos de contenido pueden incluirse dentro del paquete o alojarse de forma remota.

En la actualidad, CMI-5 ha sido adoptado por muchas plataformas. Este estándar es mucho más simple que los estándares más antiguos y ambiciosos como SCORM 2004. El hecho de que simplifica y mejora el uso de xAPI al restringir algunas funciones y añadir reglas restrictivas es una ventaja para la mayoría de los usuarios potenciales. En otras palabras,

CMI5 es un puente entre SCORM y xAPI que toma lo mejor de estos dos estándares para LMS (Stephen, 2016).

Figura 5

Imagen del funcionamiento CMI-5



Fuente: (Stephen, 2016).

CMI-5 elimina básicamente muchos de los problemas a la hora de definir cosas en xAPI, por lo que busca mejorar ese estándar con las siguientes características:

- **Empaquetado:** las opciones de empaquetado flexible permiten que los activos de contenido sean incluidos dentro de un paquete o se alojen de forma remota.
- **Mecanismo de lanzamiento:** el mecanismo de lanzamiento de CMI5 proporciona varias piezas importantes de información a las AU durante el lanzamiento. Un navegador web es la plataforma de lanzamiento más común, pero también es compatible con otros escenarios de lanzamiento, como aplicaciones móviles, simuladores y dispositivos IOT.
- **Apretón de manos de credenciales:** como parte del proceso de lanzamiento, la AU recupera las credenciales del sistema de lanzamiento en una solicitud separada que permite que esas credenciales se proporcionen solo una vez. Esto los hace más seguros que los procesos de acreditación anteriores, ya que se espera que las credenciales estén vinculadas a una sesión específica, caduquen y, por lo general, incluyan permisos limitados.
- **Modelo de información consistente:** CMI5 incluye categorías precisas para las declaraciones capturadas por las Unidades Asignables (AU), así como el sistema de lanzamiento. Hay una declaración «definida por CMI5» diseñada

específicamente para capturar los detalles de la sesión y los principios básicos del e-learning, como aprobado/suspendido, finalización del curso, duración y puntuación. Puedes agruparlos por las unidades asignables.

- **Ejecución en la misma ventana:** el contenido se puede ejecutar en la misma ventana que el LMS. El LMS desaparece y se abre el contenido. Cuando se termina el contenido, este desaparece y el LMS vuelve.
- **Contenido distribuido:** el contenido puede estar en cualquier lugar, por ejemplo, en un dispositivo móvil.

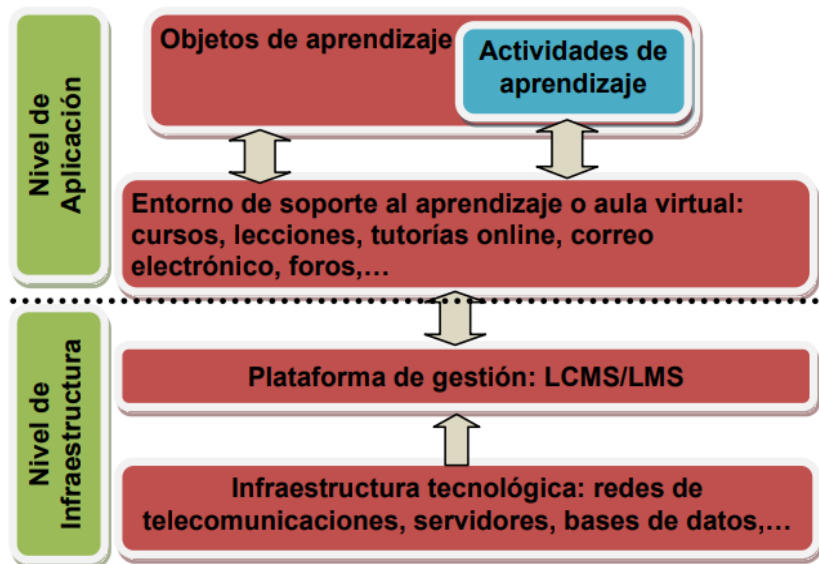
Desde una perspectiva técnica, el CMI5 no presenta verdaderas desventajas. Sin embargo, los posibles aspectos negativos de este estándar podrían estar relacionados con la infraestructura y las herramientas heredadas. Estos aspectos pueden generar ciertos obstáculos o limitaciones en la implementación y adopción de CMI5. Es importante considerar la compatibilidad con los sistemas existentes y asegurarse de contar con las herramientas adecuadas para aprovechar al máximo este estándar. Al superar estos posibles desafíos, CMI5 puede proporcionar un marco sólido y eficiente para el seguimiento y la evaluación de los recursos de aprendizaje en entornos educativos y de formación (Stephen, 2016).

CMI-5, a pesar de estar en constante desarrollo, ha sido ampliamente aceptado tanto por los usuarios como por los proveedores de herramientas de creación de cursos. Actualmente, todas las herramientas populares de creación de cursos son compatibles con CMI-5. A menos que se opte por otro estándar por razones tradicionales, CMI-5 sigue siendo una excelente opción en 2019 y en el futuro. Su aceptación generalizada y su compatibilidad con las herramientas existentes hacen que CMI-5 sea una opción sólida y confiable para aquellos que desean implementar un estándar de seguimiento y evaluación de cursos efectivos.

2.2.2.5 Plataformas virtuales de enseñanza/aprendizaje. Los Objetos de Aprendizaje (O.A), aunque son entidades autónomas reutilizables, no pueden ser completamente aprovechados sin la presencia de una plataforma virtual de enseñanza/aprendizaje, como un Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS) o un Sistema de Gestión de Contenido de Aprendizaje (LCM). Estas plataformas permiten integrar los O.A con el objetivo de ofrecer una experiencia de enseñanza significativa. Es importante que los O.A sean fácilmente combinables con otros recursos, de modo que se pueda enseñar un contenido relevante y pertinente. Además, los contenidos educativos suelen estar estructurados en jerarquías, como temas, cursos, módulos, unidades didácticas, entre otros, lo cual también debe ser considerado al integrar los O.A en la plataforma. De esta manera, la combinación de los O.A. con una plataforma virtual de enseñanza/aprendizaje permite maximizar su utilidad y potencial educativo.

Figura 6

Arquitectura de un entorno de aprendizaje virtual



Fuente: (Collaguazo, 2015).

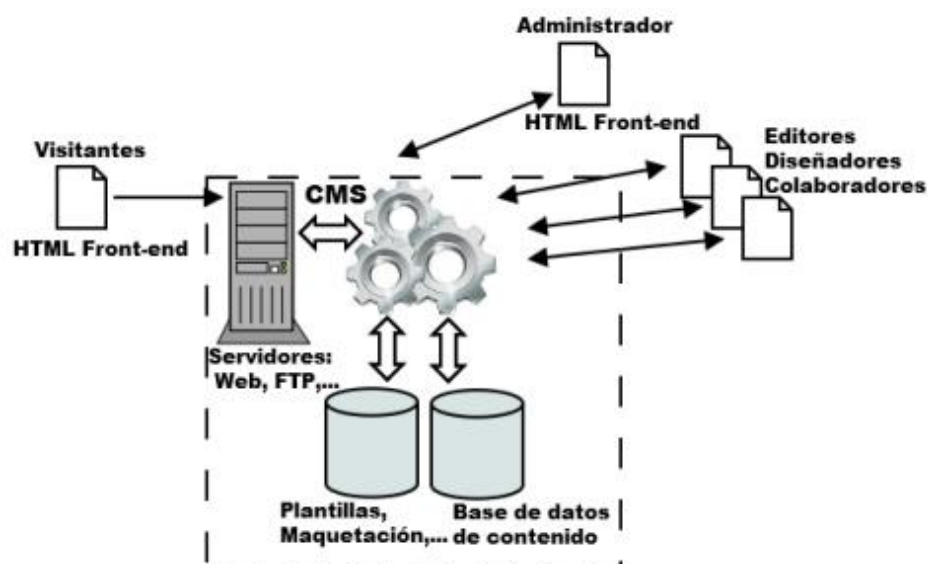
A continuación, se presentan los siguientes sistemas con enfoque en los contenidos:

- **CMS:** Según el autor Collaguazo (2015), un Sistema de Gestión de Contenidos (CMS) o un Sistema de Gestión de Cursos (LCMS) son sistemas diseñados para crear y gestionar información en línea, que puede incluir texto, imágenes, gráficos, video, sonido, entre otros. A diferencia de otros sistemas, su enfoque principal es la gestión y entrega de contenidos, sin proporcionar herramientas de colaboración.

En la actualidad, estos sistemas son ampliamente utilizados en la comunidad de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), tanto en blogs, comercio electrónico como en plataformas web empresariales. Sin embargo, es importante destacar que estos sistemas están principalmente diseñados como aplicaciones de software integradas para crear, gestionar, distribuir y actualizar los contenidos de un sitio web en general. En principio, no están específicamente diseñados para respaldar plataformas de aprendizaje (Rotaecche, 2016).

Figura 7

Integración y Roles en un CMS

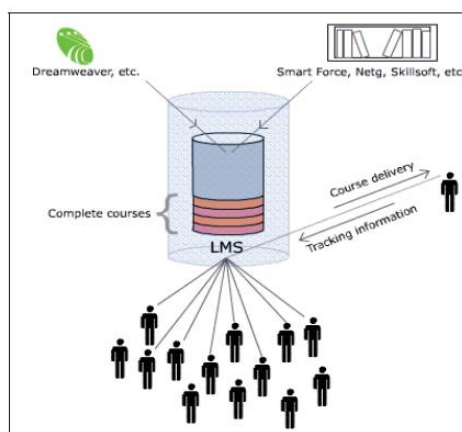


Fuente: (Collaguazo, 2015).

- **LMS:** Según lo explica Collaguazo (2015) un Learning Management System (LMS) es una aplicación web que brinda las funciones necesarias para la gestión y supervisión del acceso al contenido, la implementación de recursos y el seguimiento de los usuarios. En general, un Learning Management System (LMS) facilita la interacción entre profesores y estudiantes al proporcionar herramientas para la curación de contenido académico, seguimiento y evaluación. Estas plataformas también permiten la creación de simulaciones que representan modelos del mundo real en un entorno virtual (Collaguazo, 2015). Al igual que un Content Management System (CMS), una plataforma de Learning Management System (LMS) es un conjunto de aplicaciones de servidor web que brinda funciones de administración y seguimiento necesarias para habilitar y controlar el acceso al contenido, facilitar recursos de comunicación y dar seguimiento a los usuarios de la plataforma. El LMS está diseñado para facilitar el proceso de aprendizaje tanto para profesores como para alumnos, al proporcionar herramientas de gestión de contenido académico, facilitar la comunicación, el seguimiento y la evaluación.

Figura 8

Integración y Roles en un CMS



Fuente: (Collaguazo, 2015).

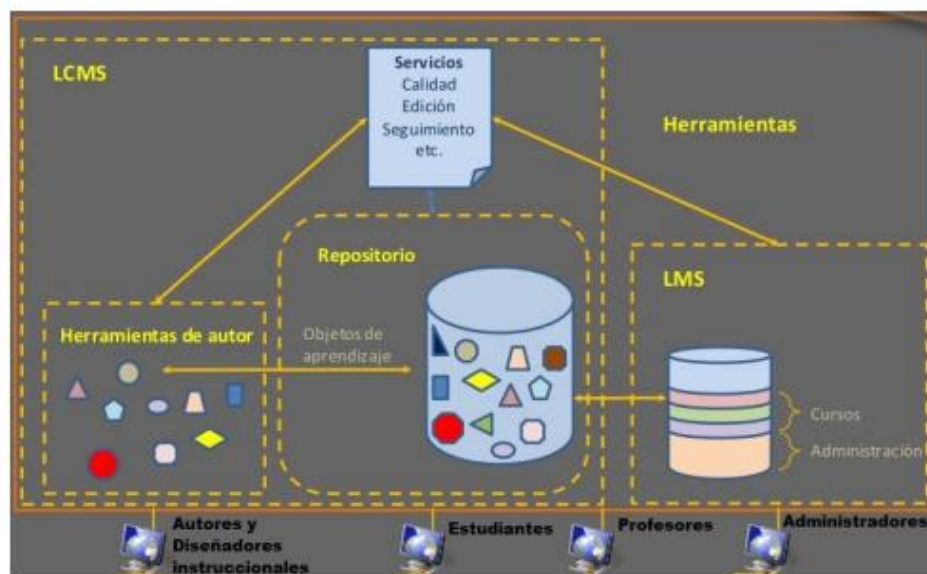
- **LCMS**

Al igual que un Content Management System (CMS) y un Learning Management System (LMS), los Learning Content Management Systems (LCMS) integran las funcionalidades de ambos, permitiendo la gestión de contenidos y personalización de recursos para cada estudiante. En un LCMS, los contenidos se almacenan como objetos únicos y descriptibles. Este sistema cuenta con contenedores o repositorios para almacenar los recursos, los cuales pueden ser utilizados de forma independiente o asociados directamente a la creación de cursos dentro del mismo sistema. De esta manera, el LCMS ofrece una solución completa para la gestión de contenidos y la creación de cursos personalizados (Collaguazo, 2015).

De tal modo que un LCMS es representando en la siguiente Figura 9, la capa LMS que básicamente agrega al sistema de administración de contenido y cambia los siguientes roles: Tanto los visitantes como los colaboradores pueden ser estudiantes, tomando en cuenta también que, los editores, diseñadores y colaboradores pueden ser docentes/tutores (Rotaecche, 2016). A continuación, se muestra un esquema que representa el funcionamiento de la plataforma LCMS. Este esquema destaca la interacción entre los componentes del LCMS, como el repositorio de contenidos, la interfaz de administración y las interfaces de usuario. El diagrama ilustra cómo se crean y gestionan los cursos, se accede a los contenidos y se lleva a cabo el seguimiento y la evaluación del aprendizaje:

Figura 9

Roles e Interacciones de un LCMS



Fuente: (Rotaache, 2016).

Figura 10

Componentes esenciales de un LCMS



Fuente: (Rotaache, 2016).

2.3 Herramientas de Desarrollo *Front-end* y *Back-end*

2.3.1 Desarrollo *Back-end*

2.3.1.1 Framework Symfony. Symfony cuenta con múltiples versiones disponibles en la actualidad, y en este caso se destaca la elección de la versión 4 LTS. Este framework PHP full stack se distingue por su capacidad para agilizar el desarrollo de diversos sistemas informáticos, abarcando tanto el diseño del back-end como del front-end. Entre las características más destacadas de Symfony se encuentran:

- Compatible hasta noviembre de 2020.
- Facilidad de una amplia gama de documentación, es decir, existen actualmente decenas de tutoriales específicos y cuenta con una extensa documentación de libre acceso.
- Actualizaciones continuas con nuevas mejoras.
- Su código, como el código de todos los componentes y bibliotecas que contiene, se publica bajo la Licencia de Software Libre MIT.
- Tiene un calendario de lanzamiento predecible, con lanzamientos estables mantenidos durante tres años.

Aunque Symfony ha mantenido los elementos fundamentales en los que se basó desde sus inicios, como servicios, controladores y eventos, su implementación ha experimentado cambios significativos. Estos cambios se han realizado con el objetivo de hacerlos más adecuados para el desarrollo en general y más fáciles de utilizar por parte de los programadores. El nuevo lanzamiento de Symfony trae consigo importantes novedades que merecen destacarse:

- Bin: almacena la consola Symfony, utilizada para el desarrollo de aplicaciones.
- Config: almacena la configuración de la aplicación y también la configuración de cada aplicación de terceros que se puede usar en un proyecto de Symfony.
- Public: almacena el controlador frontal, el punto de acceso del cliente a la aplicación.

- Src: en esta carpeta es donde se almacena el código de los servicios, controladores, entidades, repositorios, etc.
- Templates: permite almacenar plantillas de aplicaciones (carpeta opcional, como, por ejemplo, al hecho de diseñar alguna API REST).
- Test: al realizar las respectivas pruebas, se almacena en la dicha carpeta.
- Translations: permite el almacenamiento de las traducciones utilizadas en la aplicación.
- Var: en esta carpeta almacena archivos temporales.
- Vendor: permite el almacenamiento de aplicaciones de terceros (paquetes) usadas en la aplicación.

2.3.1.2 Doctrine. Doctrine es ampliamente reconocido como un mapeador objeto-relacional (ORM) escrito principalmente en PHP, que proporciona una capa de persistencia para objetos PHP. Sirve como una abstracción sobre los sistemas gestores de bases de datos (SGBD). Para comenzar a utilizar Doctrine, se requiere establecer una conexión a nivel de bajo nivel en el proyecto. Esta biblioteca permite generar clases automáticamente a partir de bases de datos existentes mediante ingeniería inversa, lo que brinda a los desarrolladores la capacidad de definir relaciones y agregar funcionalidades adicionales a estas clases generadas. Algunas características destacables de Doctrine incluyen:

- Soporte para datos jerárquicos.
- Herencia.
- Transacciones ACID (atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad) (Trejo, 2017).

2.3.1.3 Plantillas Twig 2.0. Twig es ampliamente reconocido como un motor de plantillas basado en PHP. Esta plantilla fue desarrollada principalmente por el equipo de Symfony y, a partir de la versión 2, se encuentra integrada de forma predeterminada en el framework. Los archivos de plantilla Twig tienen una extensión `.html.twig` y combinan datos estáticos con etiquetas HTML y sintaxis de Twig (Martínez, 2020).

2.3.1.4 PHP 7.4.14. PHP es un lenguaje de programación de código abierto ampliamente utilizado para el desarrollo web con contenido dinámico. Este lenguaje se ejecuta en el servidor y genera respuestas en formato HTML u otros tipos de contenido que luego son enviados al cliente. El cliente recibe el resultado de ejecutar el script sin necesidad de conocer el código subyacente (Trejo, 2017).

PHP es conocido por su facilidad de uso, lo que lo hace ideal para principiantes, pero también ofrece una amplia gama de características avanzadas que satisfacen las necesidades de los desarrolladores profesionales. Esta combinación de simplicidad y capacidad avanzada hace que PHP sea una opción popular para programadores de todos los niveles de experiencia (Trejo, 2017).

2.3.2 Desarrollo Front-end

2.3.2.1 JavaScript. JavaScript es un lenguaje de programación interpretado que combina características orientadas a objetos con un enfoque imperativo. Es un lenguaje dinámico y débilmente tipado, lo que significa que las variables no tienen que declararse con un tipo específico y pueden cambiar de tipo durante la ejecución del programa (Trejo, 2017).

JavaScript se utiliza principalmente en el lado del cliente, donde se ejecuta como parte de un navegador web, permitiendo la creación de interfaces de usuario interactivas y páginas web dinámicas. Sin embargo, en los últimos años también se ha implementado en el lado del servidor. Además, JavaScript encuentra aplicaciones en diversas áreas, como aplicaciones de robótica, desarrollo de aplicaciones de escritorio, entre otros. Su versatilidad y amplio alcance lo convierten en un lenguaje muy utilizado en el desarrollo de software (Trejo, 2017).

2.3.2.2 CSS, HTML 5. CSS. CSS (Cascading Style Sheets) se utiliza para controlar los estilos y la apariencia visual de un sistema informático, incluyendo la interfaz gráfica de usuario. Permite definir el diseño, los colores, las fuentes y otros aspectos visuales de los elementos HTML (Trejo, 2017).

Por otro lado, HTML (HyperText Markup Language) es un lenguaje de marcado utilizado para estructurar y organizar el contenido de un sistema informático. Proporciona la base estructural del sistema y se complementa con otros controladores de estilos, como CSS y JavaScript, para controlar la presentación y el comportamiento interactivo del sistema (Martínez, 2020).

2.3.3 Gestores de Base de Datos

2.3.3.1 Servidor Xampp. XAMPP es un paquete de software que permite crear y desarrollar páginas web dinámicas localmente. Incluye varios componentes esenciales, como el servidor Apache, la base de datos MySQL, los lenguajes de programación PHP y Perl, así como herramientas adicionales como phpMyAdmin y el servidor FTP FileZilla. Es un servidor independiente de código abierto y multiplataforma que facilita la configuración de un entorno de desarrollo web completo (Beltran, 2018). El nombre XAMPP proviene de la combinación de las iniciales de los componentes que lo conforman. Algunas de las características destacadas de XAMPP son:

- Servidor web para uso local o alojamiento de sitios web.
- Estable, seguro, rápido y eficiente.
- Interfaz sencilla e intuitiva.
- XAMPP es una aplicación fácil de usar.
- Soporta diferentes idiomas.
- Actualización manual.
- Admite instalación/desinstalación (Beltran, 2018).

2.3.3.2 Mysql. MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales con licencia GNU GPL. Es conocido por su diseño multiproceso que le permite manejar cargas pesadas de datos de manera eficiente. Fue creado por la empresa sueca MySQL AB, que posee los derechos de autor del código fuente. Tanto el servidor SQL como la marca MySQL están disponibles de forma gratuita, aunque MySQL AB también ofrece una versión comercial que proporciona soporte técnico adicional. La versatilidad de MySQL radica en su capacidad para integrarse con software propietario siempre y cuando se respete la licencia GPL. Este gestor de bases de datos es ampliamente utilizado en el mundo del software libre debido a su velocidad y facilidad de uso. Además, cuenta con numerosas librerías y herramientas que permiten su integración con diversos lenguajes de programación. Su instalación es sencilla y cuenta con una amplia documentación para facilitar su configuración y uso (Beltran, 2018).

2.3.3.3 Apache. El servidor Apache es un servicio independiente de distribución gratuita que se caracteriza por su simplicidad y tiempos de respuesta rápidos en comparación con otros servidores web. Gracias a su gestión inteligente de recursos y asignación previa de procesos, Apache ofrece una mayor escalabilidad en situaciones de carga elevada. Esto significa que puede manejar eficientemente un mayor número de solicitudes y proporcionar un rendimiento óptimo incluso en entornos con alta demanda (Beltran, 2018).

Capítulo III

Metodología y Requerimiento

En el presente capítulo se describe la metodología empleada para la investigación y los instrumentos que ayudan para la recolección de datos, los cuales permiten cumplir con los objetivos planteados, así también la metodología a emplearse para el desarrollo de una herramienta web para la creación de objetos de aprendizaje con empaquetado CMI-5.

3.1 Metodología de Investigación

Una metodología es un conjunto de pasos y decisiones que guían al investigador en la obtención de datos de manera eficaz y eficiente utilizando métodos, técnicas y herramientas apropiadas. Al aplicar una metodología, el investigador puede obtener información precisa, segura y rápida, lo que facilita la interpretación de conceptos y el desarrollo de un proyecto. En el caso específico de este proyecto, se ha optado por utilizar el método analítico debido a la amplitud y complejidad de los conceptos involucrados. Este método permite descomponer y analizar los componentes o temas relevantes de manera sistemática. A través de sus distintas fases, el método analítico aborda la manipulación de la información considerando sus componentes y visualizando el análisis como un todo coherente. Esta elección se basa en la precisión y eficiencia que ofrece el método para abordar la investigación planteada.

3.1.1 Enfoque de Investigación

En este proyecto, se adoptará un enfoque cuantitativo como base de investigación. Este enfoque se centra en la manipulación de datos existentes utilizando técnicas informáticas o investigativas para analizar o medir de manera objetiva la herramienta web que se implementará. Con el fin de obtener pruebas confiables y verificar la funcionalidad del sistema y sus requisitos, se utilizarán herramientas de investigación y métricas con algunos usuarios. Se recopilará información a través de recursos como cuestionarios, encuestas o entrevistas para obtener resultados precisos que describan la eficiencia y usabilidad del

sistema. Estos datos serán fundamentales para implementar una aplicación que cumpla con los requisitos establecidos y sea objetiva para cada usuario.

Figura 11

Fases de la Investigación Cuantitativa



Fuente: (Universidad de Colima, 2022).

3.1.2 Tipo de Investigación

El desarrollo de una herramienta web para la creación de objetos de aprendizaje con empaquetado CMI-5 se clasifica como una investigación de desarrollo tecnológico con un enfoque aplicado. Esta investigación implica la aplicación de teorías y conocimientos existentes para diseñar y construir una solución tecnológica innovadora que resuelva problemas específicos en el campo educativo. En este contexto, la herramienta se centra en aprovechar el estándar CMI-5 para facilitar la creación y gestión eficiente de objetos de aprendizaje, promoviendo así prácticas pedagógicas más efectivas y adaptadas a entornos virtuales. Además de desarrollar la herramienta en sí, esta investigación implica su implementación práctica en entornos educativos reales, donde se evaluará su efectividad, usabilidad y beneficios potenciales para educadores y estudiantes. Es un esfuerzo interdisciplinario que integra conocimientos de educación, tecnología educativa y desarrollo

de software, con el propósito de avanzar en la mejora continua de la enseñanza y el aprendizaje mediante la aplicación de tecnologías educativas avanzadas.

3.1.3 Método de Investigación

La observación se emplea como método de investigación para recopilar información relevante mediante la percepción del comportamiento de objetos y procesos. Este método se caracteriza por ser directo y confiable, lo que lo convierte en una opción adecuada para el análisis y desarrollo de la herramienta web en este proyecto. Mediante la observación, se obtendrá información precisa y detallada que contribuirá al análisis y mejora del sistema.

3.2 Metodología de Desarrollo

Al igual que la metodología de investigación, la metodología de desarrollo seleccionada para el proyecto planteado es de gran importancia, ya que proporciona al desarrollador una serie de pasos establecidos que garantizan el éxito del proyecto. Por tanto, es crucial realizar una comparación de las características más relevantes de las metodologías ágiles de desarrollo con el fin de elegir la más adecuada para este proyecto en particular. Al analizar estas características, se podrá determinar la metodología que mejor se adapte a las necesidades y objetivos del proyecto, asegurando así su eficiencia y calidad en la entrega final (Ver tabla 5, Características de Metodologías Ágiles).

3.2.1 Scrum

Tras realizar el análisis correspondiente, se ha decidido implementar la metodología ágil Scrum en este proyecto. Scrum proporciona flexibilidad durante el desarrollo, permitiendo maximizar el valor para el cliente y fomentando un alto compromiso por parte del equipo de trabajo. Esta metodología se basa en la entrega de funcionalidades prioritarias de forma iterativa, lo que facilita la retroalimentación constante y la adaptación a los cambios. Es fundamental cumplir con los tiempos establecidos, ya que los retrasos pueden generar una disminución en la calidad del proyecto.

Tabla 5

Características de las Metodologías Ágiles

Metodología Ágil	Estabilidad	Flexibilidad	Rendimiento	Diseño	Implementación	Pruebas
Scrum	Productiva y competitiva	Permite el trabajo en equipo mediante herramientas y técnicas	Definen prioridades	Su diseño permite realizar cambios en cualquier situación	Se aplican para proyectos complejos	Son adaptables y demostrativas
XP	Código único, métodos y clases en menor cantidad	Permite la implementación y disponibilidad del usuario	Las optimizaciones se pueden realizar la final	Su funcionalidad es mínima y las enmiendas son puntuales	Se aplican para proyectos no tan complejos	Pruebas de aceptación, Protección contra fallos, Unidades de test
RUP	Se aplica para proyectos donde la arquitectura es muy importante	Es flexible ante el tiempo, recursos	El equipo se enfoca en procesos específicos	Interactivo e incremental	Se aplica en todo tipo de proyectos, grandes o pequeños	Se realizan pruebas en cada ciclo
FDD	Su revisión es realizada por programadores experimentados y	Los detalles no son de gran importancia	No se precisa la adquisición de requisitos	Se basa con interacciones cortas	Se aplica para proyectos donde el tiempo es corto	Verificado por personal con alta experiencia

que tengan mucho
conocimiento

UP

Centrado en la
arquitectura

Desarrollo de
funcionalidades en
espirales de
verificación

Aplica el ciclo de
vida del proceso
unificado

Aplica casos de
uso interactivo e
incremental

Proyectos
empresariales

Confirmación
de funciones
y
aplicabilidad

Fuente: (Villa, 2020).

3.2.2 Desarrollo del sistema con Scrum

3.2.2.1 Preparación y Priorización del Product Backlog

El primer paso del desarrollo del sistema utilizando la metodología Scrum fue la preparación y priorización del Product Backlog. Esta fase es crucial porque sienta las bases para todo el proyecto, asegurando que todas las funcionalidades y requisitos necesarios estén claramente definidos y organizados de manera que maximicen el valor entregado al usuario final.

3.2.2.2 Preparación del Product Backlog

El Product Backlog es una lista priorizada que contiene todos los elementos que se deben desarrollar para completar el proyecto. Para prepararlo, el Líder del Proyecto, quien es responsable de maximizar el valor del producto resultante del trabajo del equipo de desarrollo, trabajó estrechamente con los stakeholders. Los stakeholders en este proyecto incluían:

Estudiantes: Los usuarios finales de la herramienta, quienes proporcionaron información sobre sus necesidades en términos de usabilidad y funcionalidad. Sus opiniones fueron cruciales para asegurar que la herramienta cumpliera con sus expectativas y mejorara su experiencia de aprendizaje.

Docentes: Como facilitadores del aprendizaje, los docentes ofrecieron perspectivas sobre cómo la herramienta podría integrarse en sus métodos de enseñanza y cómo podría ayudar a gestionar y evaluar el trabajo de los estudiantes.

Administradores: Representantes de las instituciones educativas que usarían la herramienta, quienes aportaron información sobre los requisitos técnicos y de infraestructura, así como consideraciones sobre la implementación y el mantenimiento del sistema.

Debido a la problemática planteada, se identificaron diversas funcionalidades y características que se requerían en el sistema. Esto incluyó:

Funcionalidades de gestión de actividades y tareas: Cómo los estudiantes y docentes podrían crear, editar y gestionar actividades de aprendizaje.

Integración con sistemas existentes: La herramienta proporciona funcionalidades similares a un LMS en términos de gestión y evaluación del aprendizaje, su enfoque independiente y la falta de integración directa con otros LMS pueden influir en su adopción y uso dentro de entornos educativos donde la interoperabilidad entre sistemas es fundamental.

Módulos de generación de reportes y evaluaciones: Funcionalidades para crear y gestionar reportes, la herramienta no evalúa directamente la calidad estática de los O.A, su enfoque en la experiencia del usuario proporciona valiosa información para mejorar la efectividad del aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes dentro del entorno educativo virtual.

3.2.2.3 Priorización del Product Backlog

Una vez que todas las funcionalidades y requisitos fueron identificados, el siguiente paso fue priorizarlos. La priorización se llevó a cabo con base en varios criterios:

Valor para el usuario: Las funcionalidades que ofrecían el mayor valor inmediato para los estudiantes y docentes fueron priorizadas más alto. Esto incluyó aspectos de usabilidad y características que facilitaban la gestión de actividades y tareas.

Complejidad técnica: Algunas funcionalidades, aunque valiosas, podrían requerir más tiempo y esfuerzo para desarrollarse debido a su complejidad técnica. Estas fueron priorizadas de manera que no retrasaran la entrega de funcionalidades más críticas.

Dependencias: Algunas funcionalidades dependían de la implementación de otras. Estas dependencias fueron mapeadas para asegurar un flujo de trabajo lógico y eficiente.

Feedback de stakeholders: Las prioridades reflejaron directamente el feedback continuo de los stakeholders, asegurando que el desarrollo del producto se mantuviera alineado con sus expectativas.

El Product Backlog se convirtió en una herramienta dinámica, siendo continuamente revisado y ajustado en respuesta al feedback recibido durante las revisiones de sprint y las retrospectivas. Esta flexibilidad permitió que el desarrollo se adaptase a nuevos

descubrimientos y cambios en los requisitos, asegurando que siempre estuvieran trabajando en los elementos más importantes y valiosos.

3.2.2.4 Conclusión de la Fase de Preparación

Al concluir esta fase inicial, el Product Backlog esta completo y priorizado, proporcionando una guía clara para los sprints subsiguientes. Se implemento en base a una visión clara de lo que se necesitaba, permitiendo una planificación y ejecución más eficiente de los sprints. La colaboración estrecha y continua con los stakeholders garantizó que el producto final no solo cumpliera con los requisitos técnicos, sino que también ofreciera un alto valor y satisfacción a sus usuarios finales.

3.2.2.5 SPRINT 1: Investigación y Familiarización con el Estándar CMI-5.

Nos centramos en la revisión y familiarización con el estándar CMI-5. El objetivo principal de esta fase era comprender a fondo las especificaciones del estándar CMI-5. Para lograrlo, el equipo llevó a cabo una investigación exhaustiva y recopiló toda la documentación relevante sobre CMI-5. Esta fase incluyó el estudio de ejemplos prácticos y casos de uso para entender cómo se implementa este estándar en diferentes contextos. Al finalizar este sprint, se elaboró un informe detallado que resumió los puntos clave y la comprensión del equipo sobre CMI-5, lo cual sirvió como base para los desarrollos posteriores.

Tabla 6

Actividades y Resultados del Sprint 1: Investigación y Familiarización con el Estándar CMI-5

Actividad	Descripción	Responsable	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Resultados Esperados	Estado
Revisión de la documentación CMI-5	Lectura y análisis de la documentación oficial del estándar CMI-5.	Líder de Proyecto	1/5/2024	7/5/2024	Se identificarán los requisitos para una correcta implementación de CMI-5 en la aplicación web.	Completado
Estudio de ejemplos prácticos	Análisis de ejemplos de implementación de CMI-5 en diferentes contextos.	Líder de Proyecto	8/5/2024	12/5/2024	Compendio de ejemplos prácticos y lecciones aprendidas.	Completado

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.6 SPRINT 2: Diseño y desarrollo de la interfaz de usuario (UI). El enfoque se centró en el diseño y desarrollo de la interfaz de usuario (UI) de la herramienta web. El objetivo era crear una interfaz intuitiva que facilitara a los usuarios la creación de objetos de aprendizaje basados en UML. A su vez, se implementaron los componentes gráficos básicos que permitieron a los usuarios interactuar con la herramienta. Al finalizar esta fase, se logró tener una interfaz gráfica funcional que incluía los elementos esenciales para la creación y edición de objetos de aprendizaje.

Tabla 7

Actividades y Resultados del Sprint 2: Diseño y Desarrollo de la Interfaz de Usuario (UI)

Actividad	Descripción	Responsable	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Resultados Esperados	Estado
Investigación de UI	Investigación de tendencias y mejores prácticas en diseño de interfaces de usuario.	Líder del proyecto	1/5/2024	3/5/2024	Comparación con ejemplos de interfaces de usuario exitosas en aplicaciones similares.	Completado
Implementación de Componentes Básicos	Desarrollo de los componentes gráficos básicos interactivos.	Líder del proyecto	10/5/2024	14/5/2024	Un prototipo funcional que muestre la integración de los componentes básicos en el diseño de la interfaz.	Completado
Integración de Interactividad	Implementación de la interactividad necesaria para la creación y edición de objetos.	Líder del proyecto	15/5/2024	18/5/2024	Funcionalidad interactiva básica completada.	Completado

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.7 SPRINT 3: Implementación del empaquetado CMI-5. En el Sprint 3, se dedicó a la implementación del empaquetado CMI-5. El objetivo era desarrollar la lógica necesaria para empaquetar los objetos de aprendizaje siguiendo el estándar CMI-5. Esto implicó la implementación de funcionalidades que permitieran empaquetar y desempaquetar los objetos de aprendizaje, así como la creación de módulos para la exportación e importación de estos paquetes. Durante este sprint, se llevaron a cabo pruebas unitarias para garantizar que el empaquetado funcionara correctamente. Al finalizar, la herramienta fue capaz de crear paquetes CMI-5 completamente funcionales.

Tabla 8

Actividades y Resultados del Sprint 3: Implementación del Empaquetado CMI-5

Actividad	Descripción	Responsable	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Resultados Esperados	Estado
Análisis de Requisitos	Identificación y análisis de los requisitos para el empaquetado CMI-5.	Líder del proyecto	1/6/2024	2/6/2024	Identificación de posibles desafíos o limitaciones en el empaquetado CMI-5 y estrategias para abordarlos.	Completado
Diseño de la Lógica de Empaquetado	Diseño de la arquitectura y lógica para empaquetar los objetos de aprendizaje.	Líder del proyecto	3/6/2024	5/6/2024	Esquema y diagramas de la lógica de empaquetado diseñados.	Completado
Implementación de Funcionalidades	Desarrollo de funcionalidades para empaquetar y desempaquetar objetos de aprendizaje.	Líder del proyecto	6/6/2024	10/6/2024	Funcionalidades de empaquetado y desempaquetado implementadas.	Completado
Pruebas Unitarias	Realización de pruebas unitarias para validar la funcionalidad del empaquetado.	Líder del proyecto	17/6/2024	19/6/2024	Pruebas unitarias completadas con éxito.	Completado

Corrección de Errores	Identificación y corrección de errores encontrados durante las pruebas unitarias.	Líder del proyecto	20/6/2024	22/6/2024	Errores corregidos y funcionalidades revalidadas.	Completado
-----------------------	---	--------------------	-----------	-----------	---	------------

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.8 SPRINT 4: Pruebas y Validación con Usuarios Finales. El Sprint 4 se enfocará en las pruebas y validación con usuarios finales, es decir, estudiantes y docentes. El objetivo es evaluar la eficacia de la herramienta y la satisfacción de los usuarios. Se desarrollará un plan de pruebas que incluirá casos específicos para evaluar todas las funcionalidades de la herramienta. Luego, se llevarán a cabo pruebas prácticas con estudiantes y docentes, y se recopilará feedback detallado sobre su experiencia. Este feedback será analizado para identificar áreas de mejora y ajustar la herramienta en consecuencia. Al finalizar este sprint, se dispondrá de un análisis completo de las pruebas y el feedback de los usuarios.

Tabla 9

Actividades y Resultados del Sprint 4: Pruebas y Validación con Usuarios Finales

Actividad	Descripción	Responsable	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Resultados Esperados	Estado
Ejecución de Pruebas con Estudiantes	Realización de pruebas prácticas con estudiantes para evaluar la herramienta.	Líder del proyecto	6/6/2024	9/8/2024	Pruebas con estudiantes completadas y feedback recopilado.	Completado
Análisis de Feedback	Análisis detallado del feedback recibido de estudiantes y docentes.	Líder del proyecto	23/6/2024	15/8/2024	Análisis de feedback completado y áreas de mejora identificadas.	Completado

Ajustes y Mejoras	Implementación de ajustes y mejoras basadas en el feedback de los usuarios.	Líder del proyecto	23/6/2024	20/8/2024	Herramienta ajustada y mejorada según el feedback recibido.	En Progreso
-------------------	---	--------------------	-----------	-----------	---	-------------

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.9 SPRINT 5: Ajustes Finales, Documentación. Finalmente, el Sprint 5 se dedicará a realizar los ajustes finales, documentar la herramienta y desplegarla en el entorno de producción. El objetivo es implementar todas las mejoras necesarias basadas en el feedback recibido, completar la documentación de uso y mantenimiento de la herramienta, y preparar tutoriales y guías para los usuarios. Una vez realizados estos ajustes, se desplegará la herramienta en un entorno accesible para todos los usuarios. Este sprint culminará con una herramienta completamente funcional, documentada y lista para su uso en el ámbito educativo.

Tabla 10

Actividades y Resultados del Sprint 5: Ajustes Finales, Documentación y Despliegue

Actividad	Descripción	Responsable	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Resultados Esperados	Estado
Implementación de Mejoras Finales	Realización de ajustes y mejoras basadas en el feedback del Sprint 5.	Líder del proyecto	24/8/2024	27/8/2024	Herramienta ajustada con las mejoras finales implementadas.	En Progreso
Documentación Técnica	Redacción de la documentación técnica de uso y mantenimiento de la herramienta.	Líder del proyecto	24/8/2024	30/8/2024	Documentación técnica completa y revisada.	En Progreso

Pruebas de Despliegue	Realización de pruebas de despliegue en un entorno de prueba para asegurar funcionalidad.	Líder del proyecto	3/9/2024	5/9/2024	Pruebas de despliegue completadas con éxito.	Pendiente
-----------------------	---	--------------------	----------	----------	--	-----------

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV

Diseño de la Aplicación

En este capítulo se presenta la solución al problema planteado, que tiene como objetivo mejorar los conocimientos teóricos de los estudiantes de la materia de Programación Orientada a Objetos a través de ejercicios prácticos, utilizando la aplicación de CMI-5 para el empaquetamiento. Para lograr los objetivos establecidos, se empleó la metodología SCRUM, que permitió llevar a cabo el desarrollo del trabajo de manera organizada y por etapas.

A continuación, se enumeran las etapas que se siguieron en el desarrollo del proyecto:

ETAPA 1: Realizar investigación bibliográfica.

ETAPA 2: Modelado de negocio.

ETAPA 3: Identificar las herramientas de desarrollo.

ETAPA 4: Diseñar la aplicación.

ETAPA 5: Desarrollar la aplicación.

ETAPA 6: Implantar aplicación.

ETAPA 7: Verificar el funcionamiento del aplicativo.

3.1 *Módulos de la aplicación*

Las funciones principales del aplicativo se encuentran agrupadas en los siguientes módulos, los cuales están disponibles en la sección web:

Módulo de Administración de la Plataforma: en este módulo, se presentan las diversas opciones disponibles para el usuario, cuyo orden también refleja el flujo de la aplicación web. Además, se incluye un dashboard que muestra las estadísticas más recientes de manera visual y accesible. Disponible en mi repositorio de [GitHub](#).

Módulo de Gestión de Autenticación (Login): este módulo permite identificar y verificar los valores o campos proporcionados para garantizar un acceso correcto a la aplicación. Es importante destacar que el Módulo de Administración de la Plataforma se adaptará según el rol asignado al usuario. En un escenario inicial, se proporcionará un

administrador por defecto, que posteriormente podrá ser actualizado con los datos correspondientes del usuario final.

En el Módulo de Gestión de Registro (Estudiante), los estudiantes podrán registrarse o darse de alta en la plataforma. Una vez registrados, podrán acceder automáticamente al Módulo de Administración de la Plataforma y comenzar a realizar sus actividades académicas asignadas. Se puede encontrar más detalles y mi código fuente, específicamente en la carpeta de security, en mi repositorio de [GitHub](#).

Módulo de Gestión de Usuarios: este módulo permite la autenticación de usuarios mediante la asignación de roles, lo que garantiza un enrutamiento adecuado de las vistas. Solo los usuarios administradores tienen acceso y control en este módulo, lo que reduce la posibilidad de accesos no autorizados a la aplicación con el propósito de obtener soluciones de ejercicios o actividades programadas de manera ilícita. Se puede encontrar más detalles y el código fuente, específicamente en el controlador de usuarios, en mi repositorio de [GitHub](#).

Módulo de Gestión de Cursos: en este módulo se lleva a cabo la gestión de cursos, los cuales se definen mediante atributos como el nombre, la fecha de inicio y la fecha de culminación. El propósito de crear, actualizar y eliminar cursos es categorizar la información en bloques, permitiendo que un determinado número de alumnos o estudiantes tengan una base conceptual y puedan aprender a su propio ritmo de manera proporcional. Se puede obtener más información y acceder al código fuente del controlador de cursos en mi repositorio de [GitHub](#).

Módulo de Gestión de Actividades: este módulo ofrece la posibilidad de crear una o varias actividades, donde se pueden definir diversas propiedades. Entre estas propiedades se incluyen el título principal de la actividad, una descripción detallada del ejercicio o encabezado, así como el lugar y la forma en que será evaluada. De esta manera, se brinda una estructura clara y organizada para cada actividad, permitiendo su correcta realización y evaluación. Para obtener más detalles y consultar el código fuente del controlador de actividades, se lo realiza a través de mi repositorio de [GitHub](#).

Módulo de Gestión de Tarea de Modelado: en este módulo se llevará a cabo la evaluación del código JSON o la ingeniería inversa realizada en el editor UML. Además, se gestionará la acción del usuario necesaria para generar los verbos CMI5. Este proceso permitirá verificar la correcta implementación de los estándares y protocolos requeridos en el proyecto, garantizando así su adecuado funcionamiento y cumplimiento de los objetivos establecidos. Se pueden encontrar más información y consultar el código fuente relacionado con la comparación de JSON y UML en mi repositorio de [GitHub](#).

Módulo de Reportes: en este módulo, se almacenarán los datos del xAPI a través de un Learning Record Store (LRS), lo que nos permitirá tener un control adecuado de las actividades realizadas por los usuarios estudiantes en el sistema. Estos datos recopilados incluirán información relevante sobre el progreso, el rendimiento y el comportamiento de los estudiantes en relación con las actividades y los recursos del sistema. Esta funcionalidad nos brindará una visión detallada de la interacción de los estudiantes con la plataforma y nos ayudará a realizar un seguimiento y una evaluación efectiva de su aprendizaje. Se puede encontrar más detalles y consultar el código fuente relacionado con la gestión de reportes en mi repositorio de [GitHub](#).

Módulo Declaraciones: En este módulo, se encuentran los verbos utilizados por los plugins para calificar el estado de cada actividad implementada por el usuario. Estos verbos están estructurados de la siguiente manera:

- **Launched**
- **Initialized**
- **Terminated**
- **Completed**

Este último se genera automáticamente cuando el estudiante culmina la actividad y se cumplen las condiciones. Para revisar más información y acceder al código fuente relacionado con la generación de estos verbos, se encuentra en mi repositorio de [GitHub](#).

Módulo de Gestión de Crear Diagramas: Debido a la magnitud y la complejidad de la aplicación, se ha implementado un sistema de registro detallado y control en forma de una carpeta dedicada. Esta carpeta actúa como un repositorio centralizado donde se registran y documentan meticulosamente todas las acciones relacionadas con la creación y validación de los diagramas creados dentro de la herramienta. Tanto los estudiantes como los administradores pueden resolver las actividades mediante componentes interactivos que se pueden mover dentro de la ventana del navegador. Este entorno de trabajo proporciona una interfaz intuitiva que permite a los usuarios diseñar y modificar diagramas UML de manera eficiente. Los componentes interactivos facilitan la manipulación de los elementos del diagrama, lo que brinda flexibilidad y facilidad de uso a la hora de resolver las actividades propuestas. Se puede encontrar más información y los archivos relacionados en la carpeta de mi repositorio de [GitHub](#).

3.2 *Arquitectura de la aplicación*

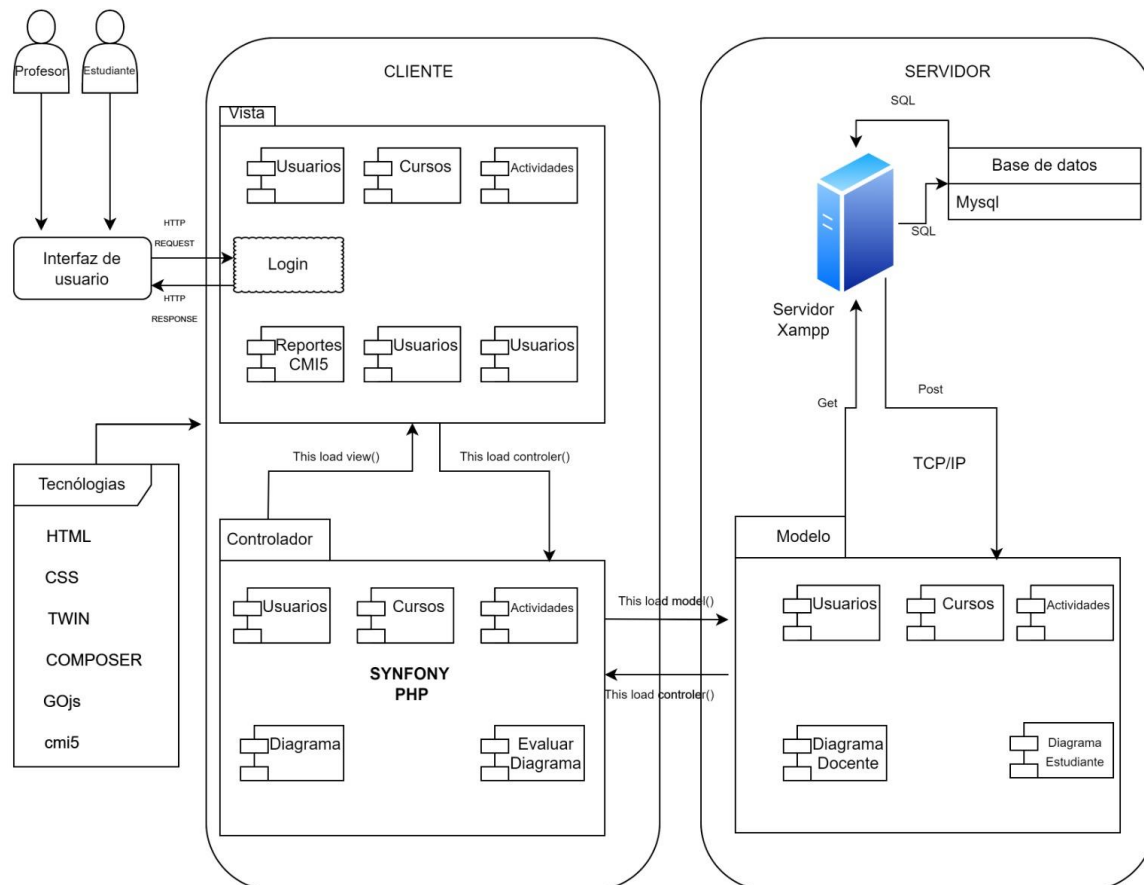
La aplicación web sigue una arquitectura cliente/servidor en la que el cliente envía solicitudes al servidor para su procesamiento y obtiene los resultados correspondientes. Esta arquitectura se basa en distintas capas, cada una con funciones específicas.

En la Capa Cliente, el usuario final interactúa con la aplicación a través de interfaces y realiza solicitudes al servidor. La Capa de Presentación se encarga de interpretar y mostrar la información al cliente, facilitando la interacción y la visualización de los datos.

La Capa Lógica desempeña un papel crucial al validar los datos de entrada y salida, definir las entidades y procesos de negocio, y manejar las excepciones que puedan surgir. Aquí se lleva a cabo la lógica y el procesamiento de la aplicación.

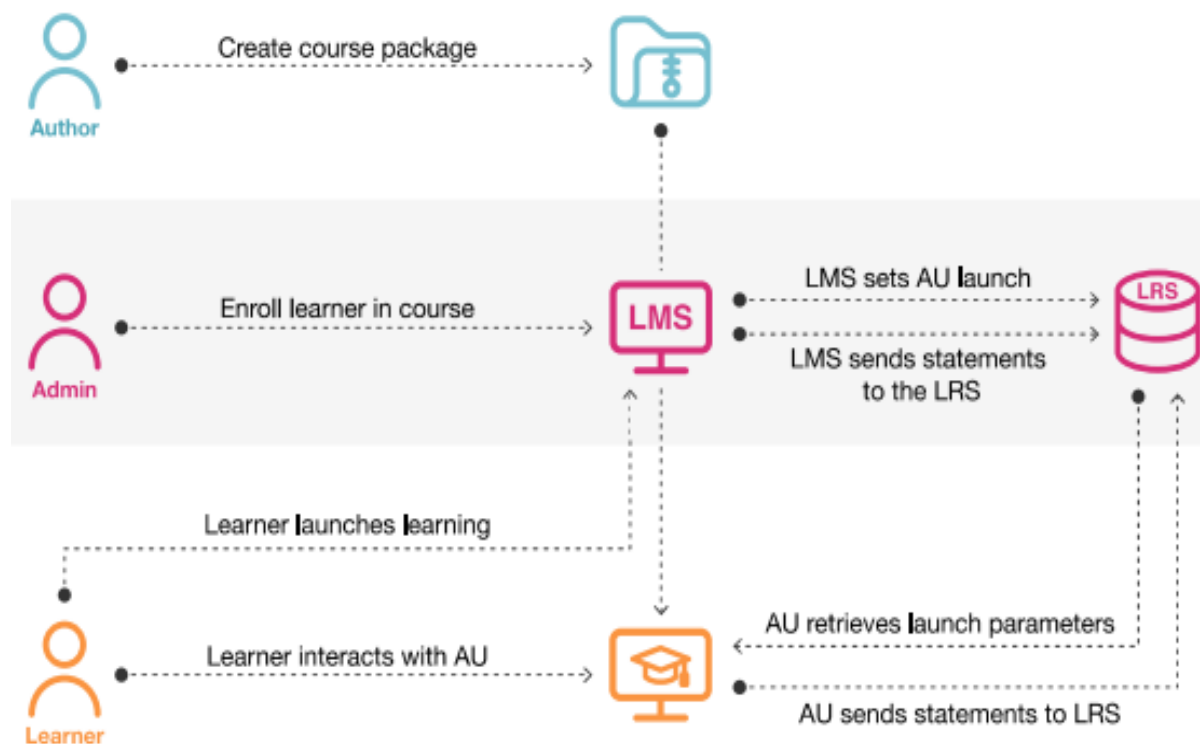
Por su parte, la Capa de Datos se ocupa de la gestión de la información, recibiendo las solicitudes de almacenamiento y recuperación de datos. Esta capa interactúa con la base de datos o sistema de almacenamiento correspondiente para realizar estas operaciones.

En resumen, la arquitectura cliente/servidor de la aplicación web está compuesta por varias capas que trabajan en conjunto para procesar las solicitudes del cliente, presentar la información de manera adecuada y gestionar los datos de manera eficiente.

Figura 12*Diagrama Arquitectura de la Aplicación*

Nota. El Diagrama de Arquitectura de la Aplicación, indican las capas o fases por la que evoluciona el presente proyecto, así como las herramientas y su Integración. Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en la siguiente CMI5, el estándar CMI-5 proporciona un proceso para enviar, recibir y procesar datos. Para aprovechar al máximo el CMI-5, el docente debe empaquetar la actividad o el contenido que desea compartir en su curso.

Figura 13*Arquitectura del Estándar CMI-5*

Nota. El Diagrama de Arquitectura del Estándar CMI-5, indica las fases o etapas por la que evoluciona para cumplir con los verbos, y el seguimiento de los alumnos. Fuente por (Miller, Rutherford, Pack, Vilches, & Ingram, 2021).

El primer paso consiste en realizar una transformación de los datos mediante la opción de exportación disponible en la herramienta. En este proceso, las actividades o contenido se convierten de texto plano (almacenado como "TEXT" en la base de datos) a un archivo comprimido en formato zip que contiene metadatos en su cabecera. Esto se ilustra en el siguiente ejemplo de CMI5.

Los metadatos contienen la información original del contenido y estructuran su tipo. Durante este procedimiento, el docente utiliza un LMS o portal educativo para crear el curso, cargar el contenido y agregarlo bajo la concepción CMI5 del xAPI. A su vez, el sistema de gestión administra el contenido teniendo en cuenta la interacción de los alumnos, lo que implica la presencia de diversos verbos en las actividades.

Es importante señalar que la aplicación actual no utiliza herramientas de terceros ni implementa el procedimiento funcional de LMS y SCORM. En su lugar, el sistema se encarga de gestionar las diferentes etapas académicas, como cursos, actividades, respuestas y seguimiento de los estudiantes, proporcionando una perspectiva independiente e interactiva para cada usuario. Esto permite una interacción directa y un flujo web menos complejo.

Al evitar el uso de SCORM y unificar estos procesos mediante la obtención forzada de verbos, se establece un modelo de seguimiento que se asemeja a un entorno de aula presencial. De esta manera, se puede observar cómo un estudiante interactúa con el área de conocimiento y formación de manera similar a una situación presencial, lo que brinda una experiencia más cercana y enriquecedora.

La obtención de verbos implica que el usuario estudiante realice acciones dentro de la aplicación. Cuando un estudiante entrega una actividad, automáticamente se cumplen los verbos principales: "Inicializado" y "Lanzado". Por otro lado, la cancelación de una tarea o su incumplimiento genera los verbos "Abandonado", "Renunciado" y "Fallido". Además, se encuentran los verbos "Terminado", que indica que un estudiante ha finalizado correctamente una actividad, y "Satisfecho", que muestra una respuesta afirmativa.

Esta interacción entre el usuario y el contenido, u Objeto de Aprendizaje, permite identificar los verbos que cumplen con el estándar y verificar su correcta funcionalidad e integración. Estos verbos se pueden visualizar en la opción de "Experiencia del aprendizaje" de la aplicación, donde se muestra una lista de verbos o declaraciones por actividad. Además, tanto el usuario docente como el estudiante pueden verificar el contexto de la actividad a través de un PDF.

3.3 Base de Datos

La base de datos está diseñada con el propósito de almacenar y consultar información, permitiendo al usuario final realizar operaciones CRUD en cada módulo de la aplicación web. Es importante destacar que la base de datos y sus diversas tablas tienen un esquema lógico de relaciones, donde las claves foráneas o índices permiten establecer

vínculos entre los cursos y los miembros autorizados, identificar una actividad y su tipo, así como comparar la información proporcionada por el docente y el estudiante en las tablas de tareas. En la Tabla 11, se muestra la estructura de las tablas y, por lo tanto, la lógica de los datos en la base de datos.

Tabla 11

Estructura de la Base de Datos

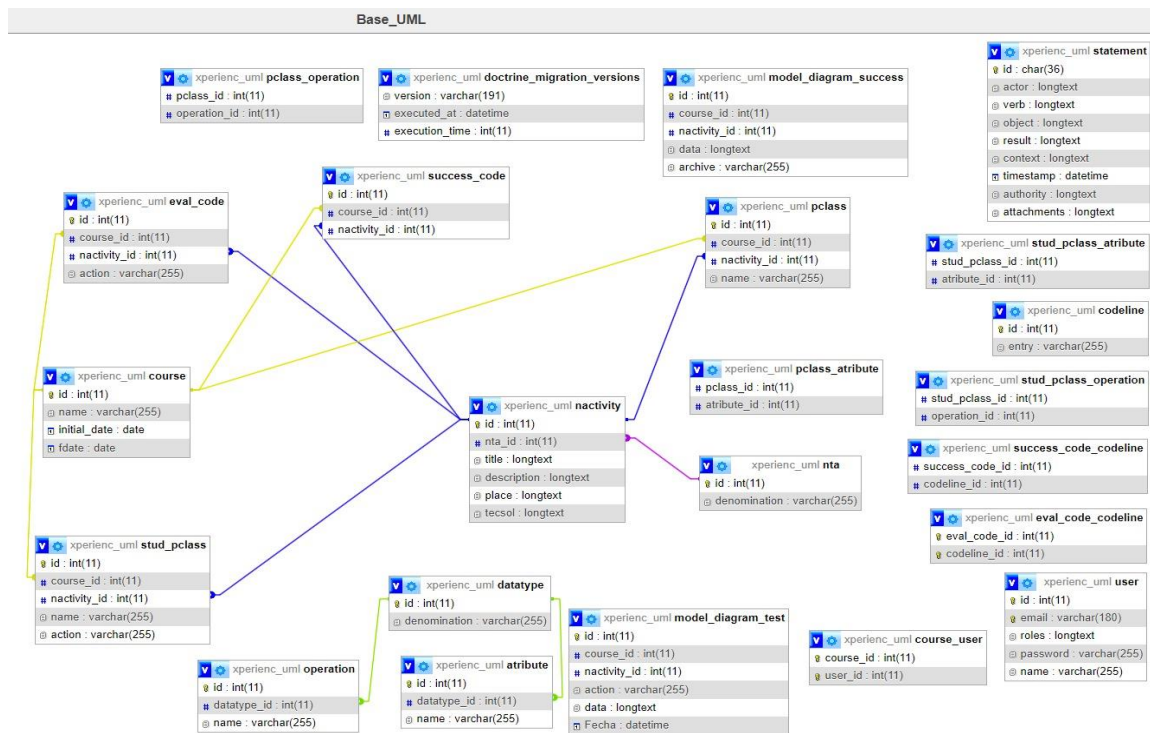
Tablas	Descripción
T-01	User
T-02	Course
T-03	Course_user
T-04	pclass
T-05	stud_pclass
T-06	activity
T-07	Tipo de Actividades
T-08	datatype
T-09	Atribute
T-10	operation
T-11	pclass_atribute
T-12	pclass_operation
T-13	stud_pclass_atribute
T-14	stud_pclass_operation
T-15	success_code
T-16	success_code_codeline
T-17	codeline
T-18	eval_code
T-19	eval_code_codeline
T-20	model_diagram_test
T-21	model_diagram_success
T-22	statement
T-23	nta
T-24	doctrine_migration_versions

Fuente: Elaboración propia.

En las figuras 14 y 15 se presentan el modelo de la base de datos y el modelo Entidad-Relación, respectivamente. Estas representaciones gráficas permiten visualizar la estructura y las relaciones de la base de datos de manera más clara y comprensible. El modelo de la base de datos muestra las tablas y sus atributos, así como las relaciones entre ellas mediante claves primarias y foráneas. Por otro lado, el modelo Entidad-Relación ofrece una representación conceptual de las entidades, sus atributos y las relaciones entre ellas. Ambos modelos son herramientas importantes para el diseño y la comprensión de la base de datos en la aplicación web.

Figura 14

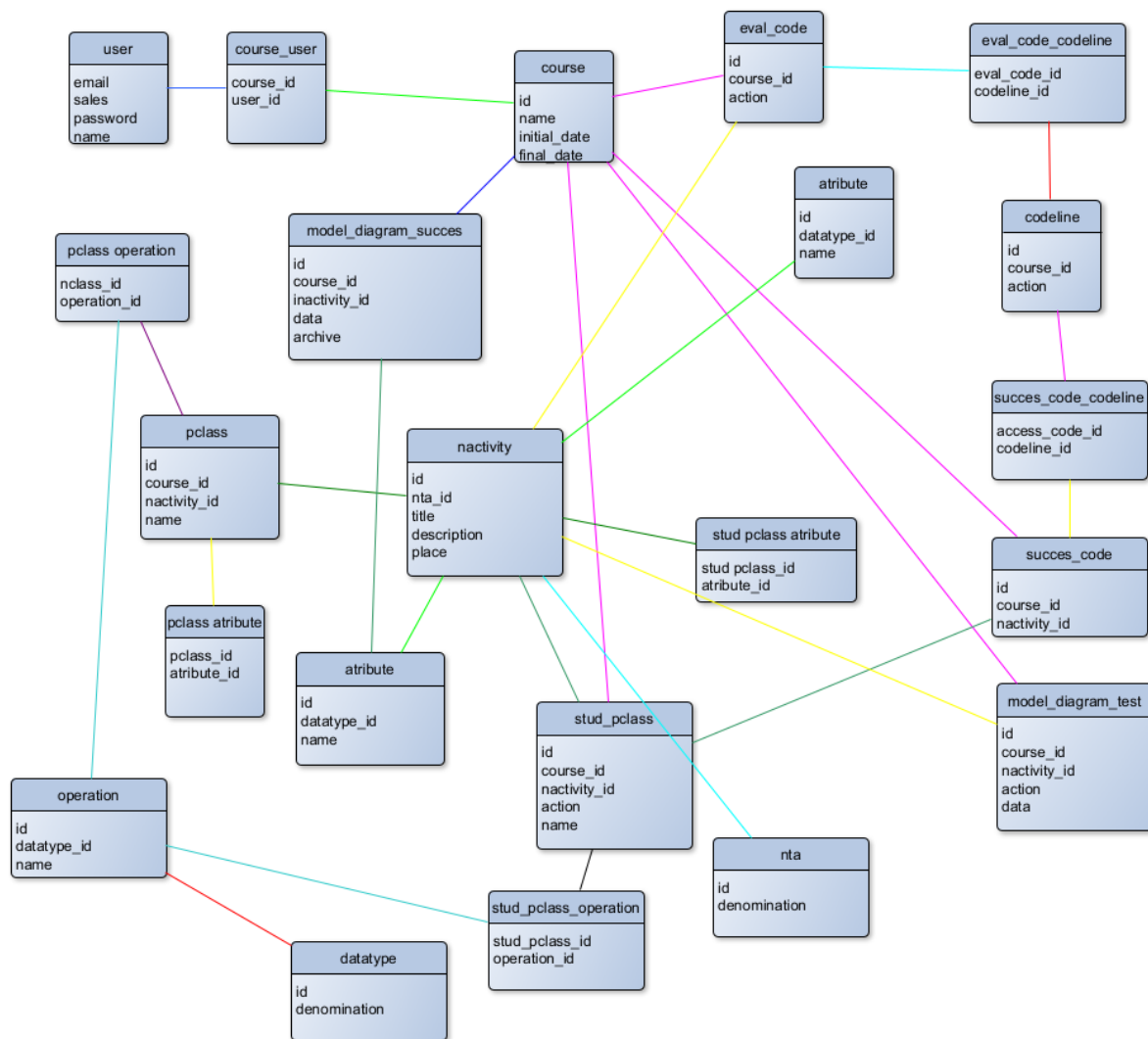
Modelo Relacional de la Tablas de la Base de Datos



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 15

Modelo Entidad-Relación



Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1 Integración de la aplicación

La aplicación web se beneficia de la integración al utilizar herramientas comunes en arquitecturas cliente/servidor como XAMPP, Visual Studio Code y Composer. Estas herramientas facilitan la instalación y configuración de la aplicación en entornos locales. Además, la aplicación web ha sido desarrollada siguiendo el patrón Modelo Vista Controlador (MVC). Este patrón permite un mantenimiento y modificaciones más sencillas, ya que los cambios realizados en una parte de la aplicación no afectan a otros módulos. Esto proporciona una mayor flexibilidad y escalabilidad al sistema.

El gestor de base de datos XAMPP, que utiliza los servicios de PHP, APACHE y MySQL, desempeña un papel fundamental en la aplicación. Proporciona un espacio de almacenamiento efectivo para el usuario final y permite realizar consultas de manera eficiente y rápida. Esto garantiza un rendimiento óptimo en la gestión de datos de la aplicación.

Capítulo V

Desarrollo y Prueba de la Aplicación

En este capítulo, se han creado una serie de diagramas detallados que representan los casos de uso y el flujo de la aplicación web, basándose en los requerimientos del usuario final. Cada requerimiento y funcionalidad del sistema ha sido exhaustivamente evaluado, probado, categorizado y adaptado según las circunstancias.

A continuación, se presentan los casos de uso que formarán parte integral del proyecto o la aplicación web. Estos casos de uso describen las interacciones y acciones que los usuarios podrán realizar en el sistema:

5.1 Casos de uso de la Aplicación Web

En la Tabla 12, se listan los casos de uso, para el aplicativo:

Tabla 12

Casos de Uso

Casos de Uso	Descripción
CU-01	Gestionar Usuarios
CU-02	Gestionar Cursos
CU-03	Gestionar Actividades
CU-04	Gestionar Exportación o Comprimido de Archivos
CU-05	Gestionar Diagramas UML
CU-06	Gestionar Reportes CMI5

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Desarrollo del Sistema Informático

Desarrollo Aplicación Web

Durante el desarrollo de una aplicación web, es fundamental contar con herramientas que faciliten la optimización y depuración del código, garantizando su legibilidad y permitiendo

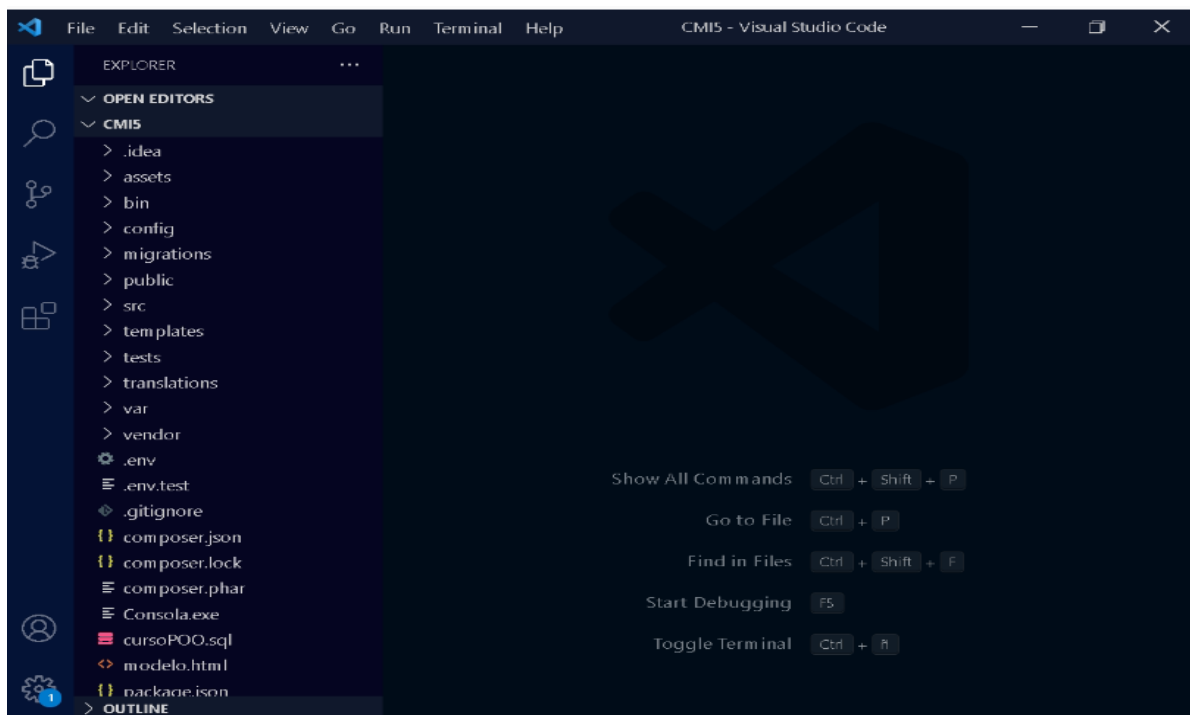
su prueba en cada etapa del proceso. En el caso de esta aplicación, se utilizaron las siguientes herramientas para su desarrollo:

- Instalación de XAMPP como Gestor de Base de Datos.
- Instalación de Visual Studio Code como IDE.
- Instalación de Composer en la versión compatible de PHP 8.1.6.

En la siguiente Figura 16 se procede a describir, de manera general, la jerarquía de las carpetas y la lógica del proyecto.

Figura 16

Estructura de Carpetas en Visual Studio Code



Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

1. La carpeta public contiene la configuración del xAPI y la librería de Diagramación UML.
2. La carpeta src contiene o define la lógica del proyecto o el modelado de negocio, a través de los modelos, controladores y DataFixhers.

3. La Carpeta vendor y el archivo composer.json gestionan o contienen las dependencias del framework implementado Symfony, tales pueden variar dependiendo de la versión PHP que se tenga, de allí que en el archivo composer.json la versión de PHP deba ser modificada de acuerdo a la que trabaje la versión de XAMPP.

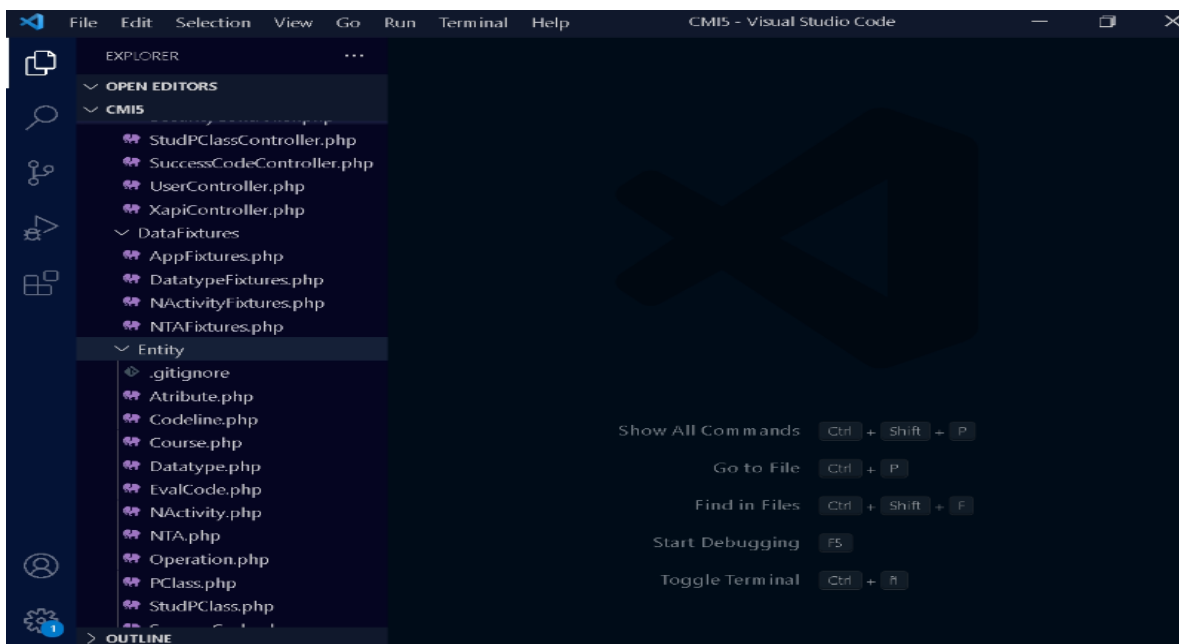
Desarrollo *Back-end*

El backend de la aplicación se ha desarrollado utilizando PHP en su versión 8 y el framework Symfony. La lógica de la aplicación se encuentra estructurada en la carpeta "src", como se muestra en la Figura 17. En esta estructura, se definen los controladores que contienen operaciones de tipo CRUD, las entidades que representan cada proceso de la aplicación como clases con sus respectivos atributos y métodos, y las carpetas DataFixtures y Form.

La carpeta DataFixtures se encarga de generar los datos principales de la base de datos, mientras que la carpeta Form permite establecer la conexión entre la vista y la lógica del negocio. Además, a través de la carpeta Form se procesan los datos introducidos por el usuario, validándolos posteriormente.

Figura 17

Estructura Backend de la Aplicación



Fuente: Elaboración Propia.

Desarrollo *Fron-end*

El desarrollo de la interfaz de usuario de la aplicación web se ha llevado a cabo en cada uno de los módulos específicos, como Usuarios, Cursos, Actividades y Tareas. En estos módulos, se ha utilizado HTML (Lenguaje de Marcado o HiperTexto) para crear elementos gráficos. Se han empleado botones, menús de navegación, tablas, paginación, campos de texto, enlaces, textareas y otros componentes según corresponda.

La capa de presentación, también conocida como front-end, se encuentra ubicada en las carpetas "public". En esta ubicación se alojan las bibliotecas de UML, xAPI, CSS y JS que se utilizan en la aplicación. Además, en la carpeta "templates" se definen los archivos con extensión Twig, los cuales generan las vistas principales de la interfaz.

A continuación, se presenta la estructura de desarrollo del front-end del módulo de Administración o Dashboard, que se ha seguido en la aplicación.

5.3 Casos de uso ejecutables desde la Aplicación Web

En las tablas siguientes, que van de la 13 a la 20, se detallan los diferentes casos de uso de la aplicación, junto con los actores involucrados y el flujo de trabajo correspondiente.

Tabla 13

Caso de Uso Registro de Usuarios Estudiantes

Caso de Uso		CU-01
Numero:	1	Nombre: Gestionar Usuarios
Actor:	Estudiante	
Descripción:		
Ingreso del Estudiante a la aplicación web.		
Flujo Básico		
1.- El estudiante entra en la aplicación web.		
2.- La aplicación despliega la pantalla para el ingreso de usuario y contraseña, es decir, el Login.		
3.- Como el estudiante no posee un usuario, da click en la opción de registrarse.		
4.- El estudiante ingresa sus datos, correo, contraseña y nombre, y da click en el botón de registro.		
5.- La aplicación web despliega una interfaz dashboard. Mostrando que la validación de los datos ingresados ha sido correcta.		
Flujo Alternativo		
6.- La aplicación web despliega un mensaje notificando un error al ingresar los datos.		
7.- Se repiten los pasos del 2 al 4.		
Pre-condiciones		
El usuario tiene acceso a un dispositivo con conexión a Internet.		
La aplicación web está disponible y accesible para el usuario.		
El usuario ha recibido la acción de capacitación necesaria para registrarse en la aplicación.		
Post-condiciones		
El estudiante o usuario tendrá acceso a la aplicación desde cualquier dispositivo con conexión a Internet.		
Una vez registrado, el usuario podrá acceder a la aplicación utilizando sus credenciales desde cualquier computadora o dispositivo con acceso a la web		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Caso de Uso Autenticación o Login

Caso de Uso		CU-01
Numero:	2	Nombre: Gestionar Usuarios

Actor: Docente/Estudiante

Descripción:

Ingreso de los usuarios a la aplicación web.

Flujo Básico

- 1.- Los usuarios entran en la aplicación web.
- 2.- La aplicación despliega la pantalla para el ingreso de usuario y contraseña, es decir, el Login.
- 4.- Los usuarios ingresan sus datos, correo y dan click en el botón de Ingresar.
- 5.- La aplicación web despliega una interfaz dashboard de acuerdo al tipo de rol.
Mostrando que la validación de los datos ingresados ha sido correcta.

Flujo Alternativo

- 6.- La aplicación web despliega un mensaje notificando un error al ingresar los datos.
- 7.- Se repiten los pasos del 2 al 4.

Pre-condiciones

El usuario debe estar registrado en el sistema para poder acceder a la aplicación web.

Post-condiciones

El estudiante o usuario tendrá acceso a la aplicación a través de cualquier computadora con conexión a Internet, ya que la aplicación está cargada en la web.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Caso de Uso Gestionar Usuarios

Caso de Uso		CU-01
Numero:	3	Nombre: Gestionar Usuarios
Actor:	Docente	
Descripción:		
Le permite al Docente crear, visualizar, editar los perfiles de los usuarios.		
Flujo Básico		
1.- El docente ingresa en la aplicación web.		
2.- El docente se autentica, si sus datos son válidos continuará.		
3.- El docente seleccionará la opción de administración usuarios.		
4.- El docente ingresará los datos del nuevo usuario y asignará su rol, si los datos son válidos continuará.		
5.- El docente visualizará el perfil del usuario dado de alta.		
6.- El docente puede EDITAR la plantilla del usuario, para actualizar o completar sus datos, así como eliminarlo.		

Flujo Alternativo

7.- La aplicación web despliega un mensaje notificando un error al ingresar los datos.

8.- Se repite el paso número 4.

Pre-condiciones

El usuario debió haber descargado las herramientas e instalado la aplicación en su computadora.

El usuario debió haber recibido la acción de capacitación.

Post-condiciones

El docente mantendrá actualizado el listado de los usuarios en la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Caso de Uso Gestionar Cursos

Caso de Uso		CU-02
Numero:	4	Nombre: Gestionar Cursos
Actor:	Docente	

Descripción:

Le permite al Docente crear, visualizar, editar o eliminar los cursos.

Flujo Básico

1.- El docente ingresa en la aplicación web.

2.- El docente se autentica, si sus datos son válidos continuará.

3.- El docente seleccionará la opción de administración cursos.

4.- El docente ingresará los datos del nuevo curso y asignará los miembros que podrán acceder, si los datos son válidos continuará.

5.- El docente visualizará el listado de los cursos al crearse el curso.

6.- El docente puede EDITAR la plantilla del curso, para actualizar o completar sus datos, así como eliminarlo.

Flujo Alternativo

7.- La aplicación web despliega un mensaje notificando un error al ingresar los datos.

8.- Se repite el paso número 4.

Pre-condiciones

El usuario debió haber descargado las herramientas e instalado la aplicación en su computadora.

El usuario debió haber recibido la acción de capacitación.

Post-condiciones

El docente mantendrá actualizado el listado de los cursos en la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Caso de Uso Gestionar Actividades

Caso de Uso		CU-03
Numero:	5	Nombre: Gestionar Actividades
Actor:	Docente	
Descripción:		
Le permite al Docente crear, visualizar, editar o eliminar las actividades.		
Flujo Básico		
1.- El docente ingresa en la aplicación web.		
2.- El docente se autentica, si sus datos son válidos continuará.		
3.- El docente seleccionará la opción de administración actividades.		
4.- El docente ingresará los datos de la nueva actividad y asignará el tipo de la misma, si los datos son válidos continuará.		
5.- El docente visualizará el listado de las actividades al crearse la misma. Así mismo, podrá comprimirla como zip.		
6.- El docente puede EDITAR la plantilla de la actividad, para actualizar o completar sus datos, así como eliminarla.		
Flujo Alternativo		
7.- La aplicación web despliega un mensaje notificando un error al ingresar los datos.		
8.- Se repite el paso número 4.		
Pre-condiciones		
El usuario tiene acceso a un dispositivo con conexión a Internet.		
La aplicación web está disponible y accesible para el usuario.		
El usuario ha recibido la acción de capacitación necesaria para registrarse en la aplicación.		
Post-condiciones		
El docente será responsable de mantener actualizado el listado de actividades dentro de la aplicación.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Caso de Uso Gestionar Diagramas UML

Caso de Uso	CU-05
--------------------	--------------

Gestionar Diagramas		
Numero:	07	Nombre: UML
Actor:	Docente/ Estudiante	
Descripción:		
Le permite al Docente y al Estudiante crear y comprobar los diagramas UML.		
Flujo Básico		
1.- El docente o estudiante ingresa en la aplicación web.		
2.- El docente o estudiante se autentica, si sus datos son válidos continuará.		
3.- El docente o estudiante seleccionará la opción de Crear Diagrama.		
4.- El docente o estudiante ingresará los datos de la solución de acuerdo a sus conocimientos, si los datos son válidos se creará el diagrama.		
Flujo Alternativo		
5.- La aplicación web despliega un mensaje notificando un error en el diagrama.		
6.- Volver al paso número 4.		
Pre-condiciones		
El usuario tiene acceso a un dispositivo con conexión a Internet.		
La aplicación web está disponible y accesible para el usuario.		
El usuario ha recibido la acción de capacitación necesaria para registrarse en la aplicación.		
Post-condiciones		
El estudiante podrá usar el manual o la ventana acerca de para mejorar sus respuestas.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

Caso de Uso Gestionar Tarea de Modelado

Caso de Uso		CU-06
Numero:	07	Nombre: Tarea de Modelado
Actor:	Docente/ Estudiante	
Descripción:		
Le permite al Docente y al Estudiante integrar la solución del Diagrama a través de un código JSON		
Flujo Básico		
1.- El docente o estudiante ingresa en la aplicación web.		
2.- El docente o estudiante se autentica, si sus datos son válidos continuará.		
3.- El docente o estudiante visualizará el diagrama, en el caso del estudiante se mostrará si su diagrama es correcto o no.		
4.- El docente o estudiante puede EDITAR y darle una solución a la tarea nuevamente.		

Flujo Alternativo

- 6.- La aplicación web despliega un mensaje notificando un error en el diagrama.
- 7.- Volver al paso número 3.

Pre-condiciones

- El usuario tiene acceso a un dispositivo con conexión a Internet.
- La aplicación web está disponible y accesible para el usuario.
- El usuario ha recibido la acción de capacitación necesaria para registrarse en la aplicación.

Post-condiciones

- El estudiante podrá usar el manual o la ventana acerca de para mejorar sus respuestas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20

Caso de Uso Gestionar Reportes CMI5

Caso de Uso		CU-07
		Gestionar Reportes
Numero:	08	Nombre: CMI5
Actor:	Docente	
Descripción:		
Le permite al Docente conocer la evolución del estudiante con el curso.		
Flujo Básico		
1.- El docente ingresa en la aplicación web.		
2.- El docente se autentica, si sus datos son válidos continuará.		
3.- El docente seleccionará la opción de Reportes.		
4.- El docente buscará el usuario por fecha o nombre, a través de una tabla de consultas.		
5.- El docente podrá descargar o ver el CMI5 en el navegador o en pdf.		
Flujo Alternativo		
6.- La aplicación web despliega un mensaje notificando un error en el diagrama.		
7.- Volver al paso número 4.		
Pre-condiciones		
El usuario tiene acceso a un dispositivo con conexión a Internet.		
La aplicación web está disponible y accesible para el usuario.		
El usuario ha recibido la acción de capacitación necesaria para registrarse en la aplicación.		
Post-condiciones		
El docente deberá conocer el significado de los verbos para conocer el desempeño académico de sus estudiantes.		

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Pruebas de la Aplicación

A continuación, se presentan las pruebas realizadas a la herramienta web para verificar su funcionamiento adecuado. Todas las imágenes incluidas en este capítulo representan la evidencia de estas pruebas realizadas:

- Ingreso a la Aplicación.
- Gestión de Usuarios.
- Gestión de Cursos.
- Gestión de Actividades.
- Gestión de Diagramas.
- Gestión de Tarea Modelado.

Realizamos una encuesta como parte integral de nuestro compromiso con la mejora continua de nuestra aplicación web para la resolución de ejercicios de Programación Orientada a Objetos (POO) en Lenguaje Unificado de Modelado (UML). A continuación, los resultados.

Funcionalidad: La evaluación de la funcionalidad de la aplicación revela un alto nivel de satisfacción entre los usuarios, con la mayoría de las calificaciones en los niveles "Muy bueno" y "Excelente". Esto indica que la aplicación cumple eficazmente con sus funciones principales para la resolución de ejercicios de Programación Orientada a Objetos en Lenguaje Unificado de Modelado (UML), proporcionando herramientas robustas y fiables que facilitan la creación y manipulación de diagramas y objetos de aprendizaje.

Usabilidad: La usabilidad de la aplicación también ha sido bien valorada, predominando las calificaciones en los niveles "Muy bueno" y "Excelente". Esto subraya que la interfaz de usuario es intuitiva y fácil de navegar, permitiendo a los usuarios aprender y practicar POO

con UML de manera efectiva y sin dificultades significativas. La accesibilidad y la claridad en las instrucciones y herramientas de la aplicación contribuyen positivamente a una experiencia de usuario satisfactoria.

Rendimiento: En términos de rendimiento, la mayoría de las evaluaciones reflejan niveles altos como "Muy bueno" y "Excelente". Esto indica que la aplicación responde de manera rápida y eficiente, asegurando tiempos de carga rápidos y operaciones fluidas al trabajar con diagramas y ejecutar funcionalidades relacionadas con la POO y UML. La capacidad de la aplicación para manejar procesos complejos de manera eficiente es crucial para mantener la productividad y la satisfacción del usuario.

Compatibilidad: La evaluación de compatibilidad muestra un buen desempeño, con la mayoría de las calificaciones en los niveles "Muy bueno" y "Excelente". Esto significa que la aplicación es compatible con una variedad de dispositivos y entornos de usuario, garantizando una experiencia consistente y accesible para todos los usuarios. La capacidad de la aplicación para adaptarse a diferentes plataformas contribuye significativamente a su utilidad y conveniencia para un amplio espectro de usuarios.

Diseño Visual: En cuanto al diseño visual, las calificaciones varían, pero predominan en los niveles "Muy bueno" y "Excelente". Esto indica que el diseño de la interfaz es atractivo y funcional, facilitando la comprensión y la navegación dentro de la aplicación. Aunque existen algunas áreas que podrían mejorar según las evaluaciones de "Regular" o "Bueno", en general, el diseño contribuye positivamente a una experiencia de usuario agradable y efectiva en el contexto educativo de la POO y UML.

La evaluación detallada de cada rúbrica confirma que la aplicación web para la resolución de ejercicios de POO en UML es altamente efectiva y bien recibida por los

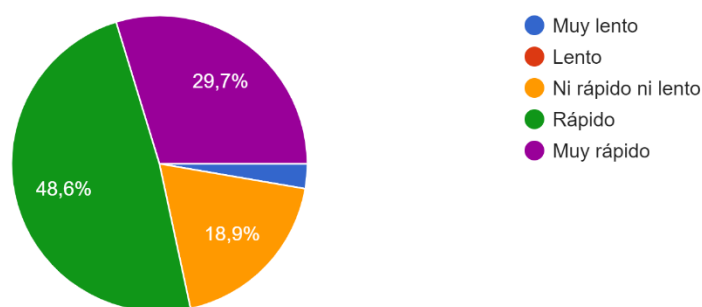
usuarios, asegurando tanto funcionalidad como usabilidad de alto nivel, rendimiento eficiente, compatibilidad versátil y un diseño visual mayormente efectivo. Estos aspectos combinados respaldan su utilidad como una herramienta educativa robusta y accesible para estudiantes y profesionales en el campo de la programación orientada a objetos y modelado UML.

Figura 18

Descriptivos de la pregunta 1 de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML.

¿Qué tan rápido puedes navegar a través de la aplicación web y resolver los ejercicios de POO en UML?

37 respuestas



Fuente: Elaboración propia

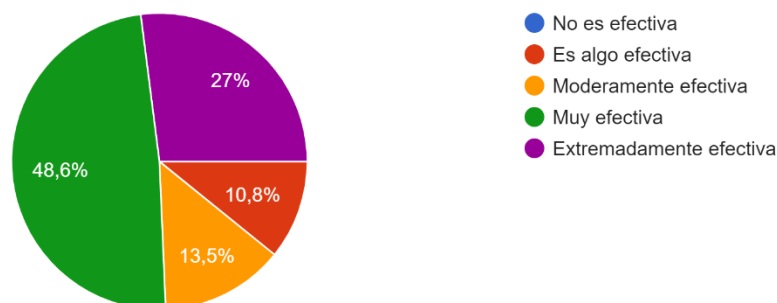
La mayoría de los usuarios (78.3% en total entre "Rápido" y "Muy rápido") experimentan una navegación fluida y eficiente a través de la aplicación, lo cual es positivo en términos de usabilidad y experiencia del usuario. Sin embargo, un pequeño porcentaje (2.7%) encuentra el proceso muy lento, lo que podría indicar áreas donde se pueden hacer mejoras para optimizar la velocidad y la eficiencia de la aplicación.

Figura 19

Descriptivos de la pregunta 2 de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML

¿Qué tan efectiva es la aplicación web para ayudarte a comprender y practicar POO con UML?

37 respuestas



Fuente: Elaboración propia.

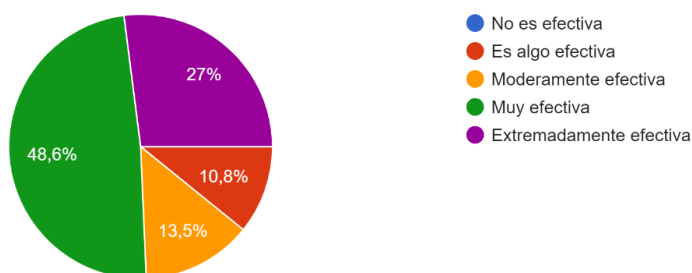
La mayoría de los usuarios (75.6% en total entre "Muy efectiva" y "Extremadamente efectiva") perciben la aplicación como altamente efectiva para su propósito principal: facilitar la comprensión y práctica de la Programación Orientada a Objetos mediante el uso de diagramas UML. Este resultado es positivo y sugiere que la herramienta cumple con éxito con sus objetivos educativos, proporcionando un entorno útil y eficaz para el aprendizaje de estos conceptos técnicos.

Figura 20

Descriptivos de la pregunta 3 de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML

¿Qué tan efectiva es la aplicación web para ayudarte a comprender y practicar POO con UML?

37 respuestas



Esta interpretación muestra que la gran mayoría de los usuarios (75.6% en total entre "Muy efectiva" y "Extremadamente efectiva") perciben la aplicación como altamente efectiva para facilitar su aprendizaje y práctica de Programación Orientada a Objetos con el uso de

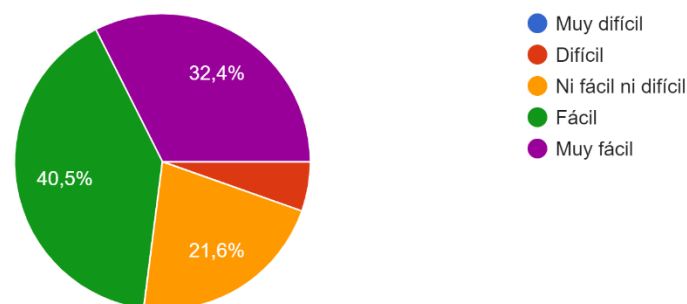
diagramas UML. Este resultado es muy positivo y sugiere que la herramienta no solo cumple con sus objetivos educativos, sino que también proporciona una experiencia significativa y satisfactoria para los usuarios en términos de comprensión y aplicación de estos conceptos técnicos.

Figura 21

Descriptivos de la pregunta 4 de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML

¿Qué tan fácil es para ti aprender a usar la aplicación web, realizar y enviar los ejercicios de POO en UML?

37 respuestas



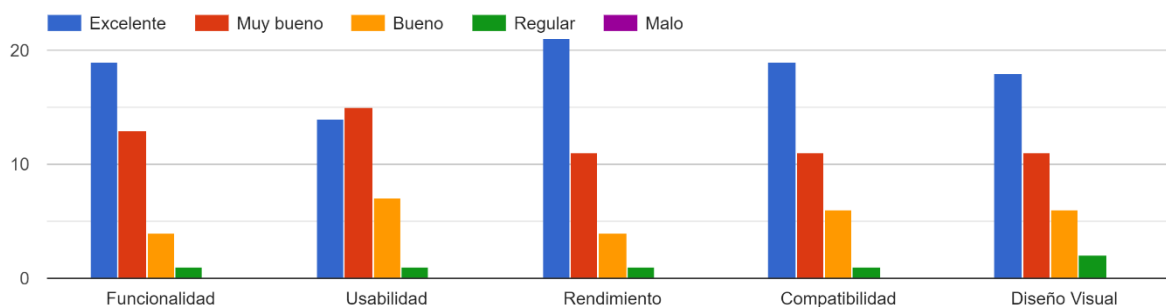
Fuente: Elaboración propia

Se sugiere que la mayoría de los usuarios (72.9% en total entre "Fácil" y "Muy fácil") considera que la aplicación es accesible y fácil de usar para aprender y realizar los ejercicios de POO con UML. Este resultado positivo indica que la herramienta proporciona una experiencia de usuario satisfactoria en términos de accesibilidad y usabilidad, facilitando efectivamente el proceso de aprendizaje y práctica de estos conceptos técnicos.

Figura 22

Rubrica de Evaluación de la Aplicación de Ejercicios de POO en UML

Rúbrica de Evaluación



Fuente: Elaboración propia.

5.6 Flujo de Ejecución de la Aplicación

Las aplicaciones justifican la adopción de ciertos procedimientos o métodos de trabajo con el fin de facilitar tareas que serían difíciles de realizar de forma manual. En este contexto, el objetivo de esta sección es explicar por qué se eligió un enfoque o procedimiento específico para almacenar la información de los estudiantes y observar su rendimiento a través de los informes generados por CMI5.

Es importante mencionar que la tecnología utilizada en este proyecto es Symfony, lo que sugiere gestionar la autenticación y los procesos de negocio desde la base del framework.

La afirmación anterior enfatiza que el control o la lógica de la aplicación se realiza a través de Symfony y no de forma mixta utilizando código PHP puro. Esto implica que la aplicación genera los parámetros necesarios para el procedimiento de CMI5 desde el controlador. Aunque lo ideal sería contar con un módulo de interacción directa, la aplicación no puede proporcionar información al modelo debido a que el editor se encuentra en HTML y Twig.

Estas tecnologías de maquetado web no admiten el uso de código PHP puro para realizar consultas dinámicas, ya que requeriría un proceso exhaustivo de conversión para

agregar sintaxis o líneas de código PHP. Por este motivo, y con el objetivo de simplificar los procedimientos dentro de la aplicación, se implementó una API que obtiene los valores relevantes en el editor y realiza la inserción en la base de datos.

5.7 Comparación de Librerías de Diagramas UML

La selección de una biblioteca implica una buena práctica para cualquier programador, ya que requiere un análisis exhaustivo del código de terceros. En este trabajo, se tuvieron en cuenta varios requisitos para elegir una biblioteca que se ajustara a las necesidades actuales de la aplicación. A continuación, se justifican las características evaluadas en esta decisión durante el desarrollo del software.

- Compatibilidad de integración con el Framework Symfony.
- Documentación actualizada.
- Gestión Gratuita y Plantillas adaptables.

Al realizar una investigación en línea, se llevó a cabo un análisis comparativo entre las principales bibliotecas, como GOJS, JointJS, Rappid y MermaidJs. Estas comparaciones revelaron que algunas de ellas no cumplían con todos los requisitos mencionados previamente, ya sea debido a su alto costo, su curva de aprendizaje o su falta de compatibilidad con HTML Canva. En base a estos resultados, se tomó la decisión de seleccionar GOJS, que es compatible con Angular y Symfony, no requiere de pagos adicionales y ofrece una variedad de plantillas que pueden adaptarse para la creación de diagramas de clases.

Conclusiones

El desarrollo y las pruebas de la herramienta utilizando el modelado UML han sido fundamentales para innovar en el aprendizaje de la Programación Orientada a Objetos (POO). La aplicación se ha diseñado específicamente para mejorar la comprensión de los conceptos de POO mediante la visualización y la práctica directa con modelos UML. Este enfoque no solo facilita la asimilación de los principios teóricos de la POO, sino que también permite a los estudiantes experimentar con casos prácticos que refuerzan su aprendizaje.

El modelado UML ha proporcionado una estructura clara y comprensible para los estudiantes, permitiéndoles visualizar la relación entre los diferentes componentes del sistema y cómo estos interactúan en un entorno real. La integración de UML en la herramienta ha demostrado ser una estrategia efectiva para abordar la complejidad inherente al aprendizaje de la POO, haciendo el proceso más accesible y aplicable.

En cuanto al desarrollo y prueba de la herramienta, se utilizaron tecnologías como PHP, Composer, el framework Symfony y la librería GoJs. Estas tecnologías permitieron la creación de interfaces de usuario y la implementación de validaciones necesarias para la generación de cursos, actividades y la exportación de archivos. A pesar de que la integración de la aplicación web con SCORM no cumplió con las expectativas, se añadió un módulo de declaraciones, basado en JSON y en la estructura del estándar CMI5. Este módulo permitió registrar las acciones realizadas por los estudiantes y proporcionar información relevante al docente para evaluar su desempeño académico y gestionar recursos adicionales para mejorar el aprendizaje. Cabe destacar que el uso de GoJs, fue esencial para la creación de los diagramas y enlaces UML, su capacidad de ingeniería inversa, que genera código JSON a partir de las diferentes interfaces graficas que esta librería permite crear, permitió la comparación entre la solución creada por el docente y la propuesta por el estudiante. Actualmente la librería tuvo una nueva actualización lo que sugiere que, con una nueva investigación se podría mejorar las funcionalidades de la aplicación.

En relación con la implementación de la aplicación, se llevaron a cabo pruebas exhaustivas para evaluar la usabilidad del sistema. Se analizaron las características del software y su funcionamiento a través de la participación de diferentes usuarios finales, quienes proporcionaron información valiosa sobre la complejidad del sistema, sus beneficios y posibles fallos. Esta retroalimentación será fundamental para el mejoramiento continuo de la herramienta en futuras actualizaciones.

En definitiva, el desarrollo de software, tanto en términos de diseño como de lógica, puede ser complejo. No obstante, el resultado final de este proyecto está orientado a apoyar a docentes y estudiantes a la vez. La herramienta permite a los docentes llegar de manera más efectiva a los estudiantes, mejorando así el proceso educativo. La implementación de esta herramienta web tiene como objetivo facilitar la evaluación del conocimiento de los alumnos, su nivel de preparación y su interés en el aprendizaje de programación. A través de la obtención de verbos que reflejan la interacción del estudiante con las actividades, se realiza un seguimiento de su progreso y se proporciona retroalimentación. Del mismo modo, los estudiantes podrán conocer las respuestas correctas de las tareas, evaluar diferentes tipos de evaluación y mejorar su rendimiento educativo.

La educación es un medio para superar barreras sociales y la implementación de esta herramienta busca ser una contribución en este sentido, al facilitar el acceso al conocimiento para todos aquellos que deseen aprender a programar.

Recomendaciones y trabajos futuros

El presente trabajo de titulación marca el punto de partida para futuras investigaciones y desarrollos de aplicaciones que respalden el tema del e-learning y el estándar CMI-5. Como se ha analizado en cada capítulo de este proyecto, el desarrollo de esta herramienta requiere una investigación constante. Por lo tanto, se invita a ampliar el conocimiento sobre el estándar CMI-5 para utilizar otros verbos y desarrollar herramientas adicionales que beneficien tanto a docentes como a estudiantes.

Un cambio de gran importancia en el proyecto es la implementación de nuevos componentes UML en la paleta del editor. Para lograr esto, se requiere un estudio constante de la librería GO JS, que permitirá crear relaciones, clases, actores y otros elementos necesarios en el modelado de ejercicios de Programación Orientada a Objetos. Además, se enfatiza la importancia del uso de SCORM y los diferentes LMS para una interacción completa en el ámbito del e-learning. En este sentido, es necesario conocer los parámetros exigidos por la API y las solicitudes necesarias para cumplir con los verbos y lograr una integración exitosa con la aplicación web actual.

La integración del sistema con otros entornos de aprendizaje, por ejemplo, Moodle, donde pudiera enriquecerse el aprendizaje con materiales educativos, antes de emplear la aplicación podría ser una buena recomendación para trabajos futuros, así como crear un tutorial interactivo que permita entrenar a los estudiantes en uso de la herramienta antes de comenzar a ser evaluado.

Desde el punto de vista de desarrollo también se podrían optimizar las consultas SQL, es decir, analizar las consultas SQL utilizadas en la aplicación para identificar y optimizar aquellas que sean lentas o ineficientes. Se pueden utilizar herramientas como Symfony Dev Toolbar o Blackfire para analizar el rendimiento de las consultas.

En el desarrollo de esta aplicación, han ido surgiendo una serie de mejoras que pudieran tenerse en cuenta, a pesar de haber ofrecido un sistema completo, sencillo de utilizar e intuitivo. Aún hay aspectos que pueden ser mejorables y aspectos que se deberían

tenerse en cuenta dentro de la aplicación para desarrollos futuros, siempre pensando en las oportunidades de mejora que puede ofrecer la aplicación.

Uno de los aspectos a tener en cuenta es que los docentes son los encargados de crear cursos, actividades y dar las soluciones de las actividades con las que luego se compararan los resultados de los estudiantes. Hasta ahora un docente puede modificar la solución de una actividad establecida por otro docente, sin tenerse una traza de quien creo la solución, ni si fue modificada y mucho menos quien la modificó. Por tanto, en versiones futuras podría pensarse en dejar reflejado los cambios que se realicen a una solución y el autor de la modificación, aun cuando lo más importante de esta aplicación sea el desempeño de los estudiantes. Refiriéndose al tema de las limitaciones de los docentes, igual otra propuesta podría ser limitar la posibilidad de eliminar o modificar un curso, actividad o solución de ejercicio del cual el docente no es el autor.

Desde que los estudiantes comienzan a responder las actividades pueden irse evaluando con el ejercicio. Esta evaluación va conduciendo al estudiante a la solución correcta. Luego un estudiante puede estar evaluándose indefinidamente y seguir los pasos que se le van señalando hasta obtener la solución. Cada vez que un estudiante se evalúa se generan declaraciones que van a ser almacenadas en la base de datos, por lo que se sugiere limitar los intentos de evaluación de los estudiantes. De ahí que una de las mejoras que pudiera tener el sistema en un futuro sería precisamente, poner límite en los intentos por parte de los estudiantes de las evaluaciones.

Otra de las mejoras podría ser, en el editor de diagrama, tratar de separar el frontend del backend, minificando los códigos PHP y JavaScript para eliminar espacios en blanco innecesarios y comentarios, lo que reduce el tamaño de los archivos y mejora el tiempo de carga.

En relación a la herramienta que grafica los O.A basados en POO. existen algunas mejoras como la declaración de los parámetros en los métodos, si bien se conoce existen métodos con retorno y sin retorno, por lo tanto, actualmente la herramienta se limita a la

creación de métodos sin parámetros, pero en casos reales esto no sucede siempre, por lo tanto, es necesario que la herramienta se adapte totalmente a los conceptos del uso de los parámetros.

Solventar la eliminación de clases, atributos y relaciones, debido a que existe un bug cuando se crean clases y se las elimina, queda almacenado en cache que la relación aun esta persistente, pero al no existir una clase, la relaciona con una clase vacía.

Para mejorar la comprensión de los errores al comparar la solución del estudiante y el docente, se podría realizar una categorización donde muestre cuales son los errores de lógica, errores en los parámetros y métodos, errores en la estructura de las clases y errores en la herencia y relaciones.

Expandir las funcionalidades, puesto que ahora tiene el límite de crear métodos sin parámetros y en la realidad puede darse el caso de que un método si lleve parámetros.

Al momento de cambiar las credenciales del usuario. Todo el progreso se elimina, es decir se pierde la información realizada por el estudiante, sin embargo, dicha información se mantiene en la base de datos, pero existe un problema de relacionamiento al momento que realiza la consulta, debería mantenerse la consulta al id del estudiante, ya que así cambien los datos, no se pierda ninguna información.

El análisis lógico de un ejercicio de POO entre el docente y el estudiante puede variar, por ello es fundamental que el sistema de evaluación no se base en una coincidencia exacta, sino, que debe considerar la validez estructural y la lógica, ya que actualmente la solución propuesta por el estudiante puede llegar a ser penalizada por una palabra o un carácter.

Para la gestión de atributos y métodos, sería recomendable usar iconos con funcionalidades de botones puesto que facilitaría al momento de crear las soluciones.

Mejorar la cromática del diseño para que la herramienta sea más atractiva y agregar retroalimentaciones sobre su funcionamiento.

En una primera versión de la aplicación, se planteó la idea de integrar la solución con un LMS (Moodle), se planeaba que los objetos de aprendizaje (O.A.) funcionaran dentro del

LMS y con el uso de un plugin establecer la comunicación con un Learning Record Store (LRS), el cual nos serviría para almacenar todos los datos recopilados y poder tomarlos para un posterior análisis esto con la implementación del estándar CMI5. El LRS que se pretendía usar para recopilar toda la información de la experiencia del aprendizaje del estudiante era Scorm Cloud, sin embargo se presentó el siguiente inconveniente, Moodle permite ejecutar ciertos scripts personalizados en JavaScript, pero no tiene el soporte nativo para gestionar bibliotecas de JavaScript y dado que la solución requiere el uso de GoJs para crear clases y relaciones en base a la Programación Orientada a Objetos (POO), se tendría que modificar el código base de Moodle y crear un módulo personalizado por ello en aquel entonces no era factible realizarlo ya que sobrepasaba el alcance de la herramienta.

Otro problema que surgió fue que, como se mencionó previamente, al hacer uso del plugin para la comunicación con el LRS, este estaba desarrollado para recopilar información únicamente desde las actividades y recursos propios de Moodle. Dado que nuestra herramienta fue desarrollada acorde a la necesidad presentada, también se habría requerido desarrollar un plugin para lograr la comunicación de nuestros O.A, el LMS y el LRS, ante esta problemática la solución se volvió compleja debido al uso de múltiples herramientas para alcanzar el objetivo propuesto, además de las limitaciones del LMS y la falta de información de trabajos relacionados y el uso del estándar CMI5, por lo tanto se optó en desarrollar la presente herramienta donde se pueda gestionar los O.A. como un LMS, recopilar la experiencia de aprendizaje en base al estándar CMI5 como el LRS y sin la limitación para usar código abierto de diferentes librerías y las diferentes tecnologías que permitieron la creación de la herramienta web.

Bibliografía

- Bedoya, E. (2015). *La nueva gestión de personas y su evaluación de desempeño en empresas competitivas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos], Repositorio Institucional UNMSM. Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/empre/bedoya_se/cap3.pdf
- Beltran, M. (2018). *Sistema informático de control de pagos de los alumnos en la I.E.P. Peruano Americano*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Pedro], Repositorio Institucional USAN. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8207>
- Collaguazo, Y. (2015). *Diseño y valoración de Objetos de aprendizaje basándose en estándares learning*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja], Repositorio Digital UNL. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/bitstream/123456789/11690/1/Collaguazo%20Narv%C3%A1ez,%20Yuri%20Paulina.pdf>
- De la Prieta, F., Gil, A., M, J., & Sanz, E. (2010). Sistema multiagente orientado a la búsqueda, recuperación y filtrado de objetos digitales educativos. *Grupo de Investigación BISITE*, 1-4. Retrieved from https://bisite.usal.es/archivos/cedi_de_la_prieta.pdf
- Delgado, J., Morales, R., González, S., & Chan, M. (2007). *Desarrollo de objetos de aprendizaje basado en patrones*. Retrieved from <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:19220/n03delgado07.pdf>
- Fernández, B. (2008). Especificaciones y estándares en e-learning. *Revista DIALNET*, 1(6), 4-8. Obtenido de http://reddigital.cnice.mec.es/6/Articulos/pdf/Articulos_2.pdf
- Garcia, L. (2008). MOOC. Objetos de aprendizaje. *Revista Academia Edu*, 4-8. Obtenido de https://www.academia.edu/2528431/Objetos_de_aprendizaje
- Gomez, M., & Abrego, R. (2014). Implementación De Un Objeto De Aprendizaje En Un Curso De Formación Docente. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/270590735_IMPLEMENTACION_DE_UN_OBJETO_DE_APRENDIZAJE_EN_UN_CURSO_DE_FORMACION_DOCENTE

Gros, B. (2018). La evolución del e-learning: del aula virtual a la red. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 2-9. Obtenido de <https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/20577>

Herrera, J., Gelvez, N., & Sánchez, J. (2014). Iniciativas de Estandarización en la Producción de Objetos Virtuales de Aprendizaje. *Revista DIALNET*, 11(3), 25-37. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7139715>

Hodgins, W. (1998). Los objetos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria: criterios para su elaboración. *Folleto ICE CAST*, 4-6.

Hsuan-Pu, C. (2018). An Implementation of Digital Content Model Conversion System – From SCORM to EPUB. *Revista de Ciencias Aplicadas a Ingeniería*, 21(2), 7-25. Obtenido de <http://jase.tku.edu.tw/articles/jase-201806-21-2-0015>

Leal, D. (2010). Iniciativa colombiana de objetos de aprendizaje: situación actual y potencial para el futuro. *Revista de Innovación Educativa*, 8(8), 10-35. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/688/68811215006.pdf>

Macas, C. (02 de 07 de 2023). *Git Hub*. Obtenido de <https://github.com/CMACAS1993/CMi5>

Martínez, A. (2020). *Uso de Symfony 4 para el desarrollo de la nueva aplicación web del SIDBRINT*. [Tesis de pregrado, Universidad de Barcelona], Repositorio Digital UB. Obtenido de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/174197/2/174197.pdf>

Miller, B., Rutherford, T., Pack, A., Vilches, G., & Ingram, J. (2021). *cmi5 Best Practices Guide - From Conception to Conformance*. Rustici Software. Obtenido de <https://adlnet.gov/assets/uploads/cmi5%20Best%20Practices%20Guide%20-%20From%20Conception%20to%20Conformance.pdf>

Rotaeché, L. (2016). *Creación de objetos de aprendizaje para la enseñanza virtual del análisis por termografía infrarroja*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cantabria], Repositorio Institucional UNICAN. Obtenido de

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8079/381797.pdf?sequence=1>

Sarmiento, M. (2010). *Enseñanza y Aprendizaje*. [Tesis de pregrado, Universidad Rovira I Virgili], Repositorio Institucional URIV. Obtenido de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TESIS_CAPITULO_2.pdf;jsessionid=518D8BED4F0CD2A87BC00548BB196D59?sequence=4

Stephen, V. (15 de Agosto de 2016). *Cracking The Mobile Learning Code: xAPI And Cmi5*. doi:<https://elearningindustry.com/mobile-learning-code-xapi-and-cmi5>

Trejo, A. (10 de Septiembre de 2017). *SymfonyHub*. Obtenido de <https://connect.symfony.com/profile/atrejo>

Turpo, O. (2014). Perspectiva de la convergencia pedagógica y tecnológica en la modalidad blended learning. *Revista Educación a Distancia*, 23(44), 67-87. Obtenido de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/educacion/article/view/8941>

Universidad de Colima. (2022). *Investigación cuantitativa, cualitativa y mixta*. Obtenido de <https://recursos.ucol.mx/tesis/investigacion.php>

Villa, J. (2020). *Investigar las características de los procesos ágiles*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/463749785/PROCESOS-AGILES>

Anexos

Ejercicios propuestos:

Enunciado 1: Imagina que estás diseñando un sistema para gestionar la información de una casa. Cada casa tiene una dirección y está compuesta por varias habitaciones. Las habitaciones no pueden existir independientemente de la casa. Cada habitación tiene un tipo (como sala, cocina, dormitorio) y una dimensión en metros cuadrados. Recuerda que en diseño de una casa puedes agregar o eliminar habitaciones según sea la necesidad.

Enunciado 2: Los automóviles tienen marcas y modelos, y tienen una funcionalidad arrancar. Representa esto en una clase

Enunciado 3: En una empresa, un departamento está compuesto por varios empleados. Cada empleado tiene un nombre y un puesto específico, y pertenece a un único departamento. Sin embargo, un departamento puede existir independientemente de los empleados. Debes modelar esta situación creando una estructura adecuada para representar los departamentos y los empleados. Incluye métodos para agregar y eliminar empleados de un departamento.

Enunciado 4: En una empresa, existen empleados genéricos que comparten ciertas características como el nombre y el salario, y tienen responsabilidades generales como trabajar y descansar. Además, hay empleados específicos como gerentes y operarios que tienen sus propias particularidades, como el departamento en el caso de los gerentes y el turno de trabajo en el caso de los operarios. Todos los empleados deben poder trabajar y descansar. Los gerentes deben poder dirigir y terminar reuniones, mientras que los operarios deben poder operar y detener máquinas.

Enunciado 5: Las personas tienen nombres y edades, y cuando se encuentran con otras personas pueden presentarse a sí mismas. Representa esto en una clase.

Enunciado 6: En una aplicación de mensajería, el sistema de notificaciones necesita enviar notificaciones a los usuarios a través de un servicio de mensajería. Este servicio puede

enviar mensajes por correo electrónico o SMS. Debes modelar esta situación creando una estructura adecuada para representar el sistema de notificaciones y el servicio de mensajería.

Enunciado 7: En un sistema de pagos, existen diferentes métodos de pago como tarjetas de crédito y PayPal. Cada método de pago tiene una forma específica de procesar los pagos. Por ejemplo, una tarjeta de crédito requiere el número de tarjeta, la fecha de vencimiento y el CVV, mientras que PayPal requiere una dirección de correo electrónico. Debes modelar esta situación para que el sistema de pagos pueda procesar diferentes tipos de pagos, reflejando las diferencias entre cada método.

Enunciado 8: En un sistema de autenticación, hay diferentes maneras de autenticar a los usuarios, como mediante contraseña y autenticación biométrica. La autenticación por contraseña requiere un nombre de usuario y una contraseña, mientras que la autenticación biométrica requiere datos biométricos. Debes modelar esta situación para que el sistema de autenticación pueda verificar la identidad de los usuarios utilizando diferentes métodos de autenticación.

Enunciado 9: En una fábrica de vehículos, todos los vehículos comparten ciertas características como la marca y el modelo. Además, existen vehículos específicos como coches y motos que tienen sus propias particularidades. Los coches tienen un número de puertas, mientras que las motos tienen un tipo de manillar. Los vehículos deben ser capaces de arrancar y detenerse, los coches deben poder abrir y cerrar el maletero, y las motos deben poder hacer y detener caballitos. Modela esta situación de manera que refleje la estructura.