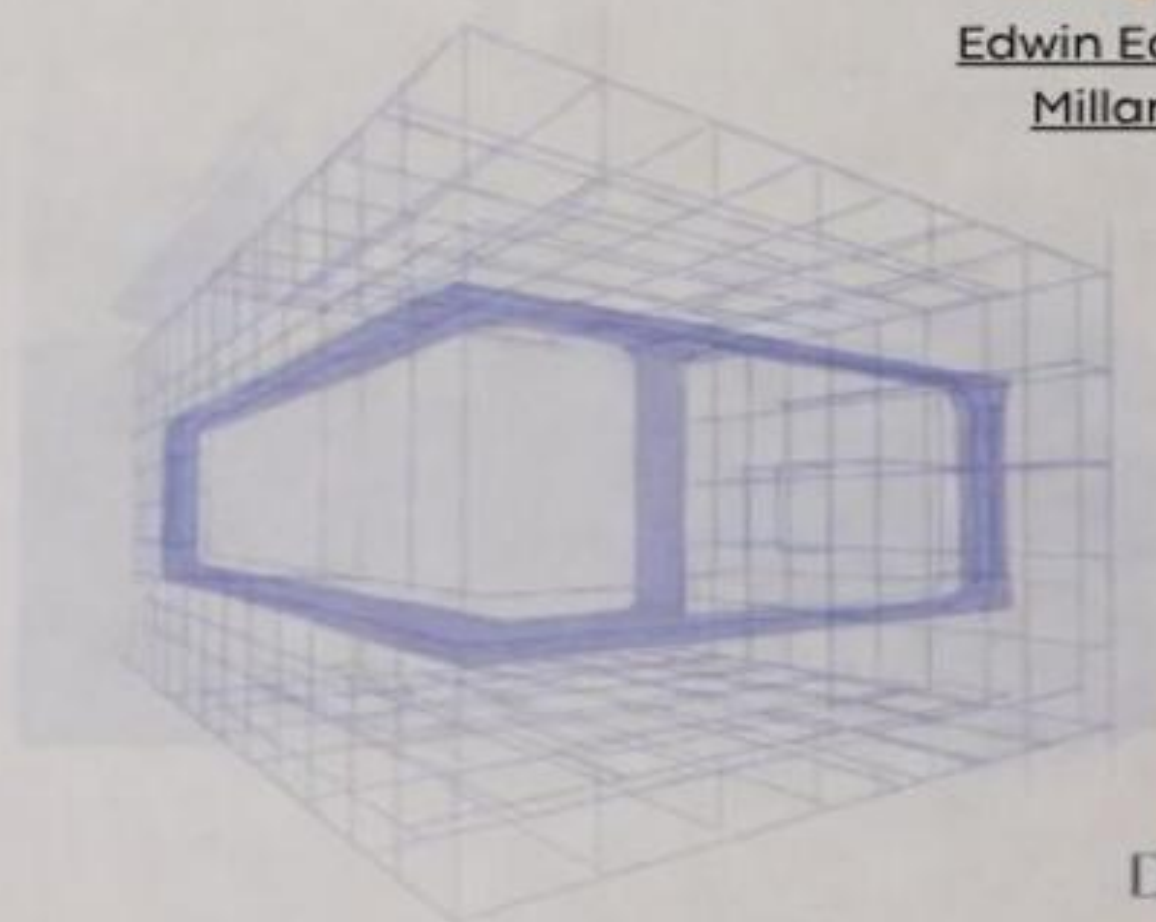


Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas

Compilador

Edwin Eduardo

Millan Rojas



Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas

Universidad de la Amazonia

Facultad de Ingeniería

Física e Ingeniería de Sistemas

Área de Ciencias Básicas y Tecnologías de la Información y la
Comunicación

ISBN: 978-9942-7422-7-8

DOI: 10.64325/eamh2270

Compilador:

Edwin Eduardo Millán Rojas

El presente libro ha sido sometido a un riguroso proceso de revisión (pares externos) mediante el sistema de arbitraje de doble ciego. La publicación cuenta con el aval del Comité Científico de la Editorial Didaxis, tras haber superado los protocolos editoriales estandarizados que aseguran el cumplimiento de las normas académicas establecidas para publicaciones de carácter científico

Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas

1era. edición, noviembre 2025

ISBN 978-9942-7422-7-8

DOI: 10.64325/eamh2270

Editorial DIDAXIS

Montecristi - Manabí - Ecuador

Edición: Editorial DIDAXIS

Autoridades Fondo Editorial
Representante legal

MSc. Andrea Eloisa Monroy Villón

<https://orcid.org/0000-0003-1419-3731>

Director

MSc. Steeven Andrés Moreira Cedeño

<https://orcid.org/0000-0001-6696-4185>

Coordinadora editorial

MSc. Leonora Robertina Cevallos

<https://orcid.org/0000-0001-6207-2534>

Editorial Didaxis S.A.S

Sello: 978-9942-7422

RUC: 1391937745001

Montecristi - Manabí

Contacto: 0984821892

ed.didaxis@gmail.com

editor@editorialdidaxis.com

Comité Editorial

Editor en Jefe

Ph.D. Andrés Ultreras Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0003-0621-9508>

Coordinadora Editorial

Ph.D. Jessica Lourdes Villamar Muñoz

<https://orcid.org/0000-0003-2326-0051>

Asesor internacional

MSc. Daniel Román-Acosta

<https://orcid.org/0000-0002-4300-9174>

Coordinadores del comité científico

MSc. Andrea Eloisa Monroy Villón

<https://orcid.org/0000-0003-1419-3731>

Ph.D. Jaime Nemesio Borda Valderrama

<https://orcid.org/0000-0002-2247-0295>

Editor de Sección

Msc. Ángel Modesto Manzo Montesdeoca

<https://orcid.org/0000-0002-9608-264X>

Asistente de edición

Msc. Carlos Fernando Monroy Villon

<https://orcid.org/0000-0003-4640-6201>

Msc. Bryan Alexander Sarango Quezada

<https://orcid.org/0000-0003-4640-6201>

Diseño Gráfico

MSc. Esteban Manzano, Arq.

<https://orcid.org/0009-0003-3666-1329>

Comité Científico

Dr. Pedro Rodríguez Rojas. Universidad Internacional de La Rioja. Chile

Dr. Ricardo Jesús Calderón Deras. Universidad Tecnológica Centroamericana. Honduras

Dra (c) María Auxiliadora Márquez Riquel. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada. Venezuela

Dra. Odelaissy Acosta García. Universidad de Camagüey. Cuba

Dr. Salvador Ruiz Bernés. Universidad Autónoma de Nayarit. México

Dra. Judith Marcela Martínez Alonzo. Universidad Autónoma de Santo Domingo. República Dominicana

Dra. Cynthia Michel Holguín Martínez. Universidad Autónoma de Sinaloa. México

Dr. Guillermo Houari Mesa Briñas. Universidad de Las Tunas. Cuba

Dr. Fernando Contreras Pérez. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Venezuela

Dra. Carlina Rosalí Fernández Tortolero. Universidad de Carabobo. Venezuela

Dr. Juan Manuel Quintero Ramírez. Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. México

Dra. Daniela Medina Coronado. Universidad César Vallejo. Perú

Dr. Ignacio Hernández Reyes. Instituto Tecnológico Superior de Centla. México

Dra. Ana Aurora Zavala Morales. Ministerio de Educación de Ecuador. Ecuador

Revisores

Se mantienen en anonimato

Título / Autores: Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas. Edwin Eduardo Millán Rojas (Comp). Editorial Didaxis S.A.S., 2025.

ISBN: 978-9942-7422-7-8

164 páginas.

Serie: Educación | Tecnología educativa

Compilador

Edwin Eduardo Millán Rojas

ISBN digital: 978-9942-7422-7-8

DOI: 10.64325/eamh2270

Primera Edición 2025

RECIBIDO: 11 de septiembre de 2025

ACEPTADO: 08 de noviembre de 2025

PUBLICADO: 19 de noviembre de 2025

Índice de contenido

Autoridades Fondo Editorial	5
Comité Editorial	6
Índice de contenido.....	10
Prólogo	12
CAPÍTULO 1. Desarrollo de un Módulo para la Enseñanza de Campo y Potencial Eléctrico en el Campus Virtual 3D “Udlaverso”	14
Resumen	14
Abstract	15
Introducción	16
Materiales y métodos	18
Resultados	23
Conclusiones.....	42
Referencias Bibliográficas	45
CAPÍTULO 2. Sistema de Simulación Dinámica de Movimiento para el Aprendizaje del Método Runge-Kutta.	47
Resumen	47
Abstract	48
Introducción	49
Materiales y métodos	51
Resultados	56
Conclusiones.....	71
Referencias Bibliográficas	73
CAPÍTULO 3. Entorno Interactivo en el Campus Virtual 3D “Udlaverso” para la Enseñanza de Programación Dinámica en Modelos Determinísticos	75
Resumen	75
Abstract	76
Introducción	76
Materiales y Métodos	78
Resultados	81

Conclusiones.....	99
Referencias Bibliográficas	101
CAPÍTULO 4. Modulo Interactivo en el Campus Virtual 3D	102
‘UdlaVerso’ para el Aprendizaje de las Leyes de Newton.....	102
Resumen	102
Abstract	103
Introducción	103
Materiales y Métodos	105
Conclusiones.....	158
Referencias Bibliográficas	159
SOBRE LOS AUTORES.....	¡Error! Marcador no definido.
AUTORES	162

Prólogo

Víctor Manuel Martines García

Universidad Autónoma de Sinaloa

drvictormartinez@uas.edu.mx

Orcid: 0009-0008-2647-9386

Durante la formación escolar de ingeniería, existen momentos en los que la teoría puede convertirse en un impedimento, una barrera que llega a separar lo que el docente enseña de lo que el estudiante logra comprender. Por ello, todo docente que haya intentado explicar el campo eléctrico, las trayectorias de un objeto o la lógica detrás de un algoritmo determinista entiende que, en una gran cantidad de veces, las fórmulas ni las palabras logran ser suficientes para explicarlos. Debido a que falta la posibilidad de ver, tocar y de experimentar para poder comprender lo que se trata de explicar.

Naciendo de esta problemática este libro habla sobre la convicción de que una educación cercana, visual y significativa puede lograr que los estudiantes de ingeniería logren comprender mejor las ideas donde toman forma, se mueven, chocan, responden y se hacen visibles. Surgiendo “Udlaverso”, que es un campus virtual en 3D moldeado con códigos, modelos digitales y con imaginación, compromiso y deseos de transformar la educación de hoy en día.

Contando una historia en cada capítulo, este libro no solo habla de tecnicismos del proyecto en sí, sino que también habla sobre las experiencias de los estudiantes, docentes y desarrolladores. Los cuales hablaron con sus compañeros para saber en dónde se encontraban los muros de aprendizaje; preguntaron, diseñaron, debatieron y se equivocaron pero que, aun así, ajustaron detalles para continuar.

En el primer capítulo se habla acerca de un espacio donde el campo y potencial eléctrico pasan de ser abstracciones para ser experiencias inmersivas. Pensado para todos aquellos que alguna vez no lograron imaginarlo, respondiendo con un entorno donde es posible observarlo.

El desafío del método de Runge-Kutta, es el tema del segundo capítulo; donde la simulación es un aliado del aprendizaje permitiendo observar cómo la metodología eXtreme Programming (XP) posibilita la elaboración de una herramienta flexible, modular e interactiva y alineada con las necesidades.

En el tercer capítulo, el Udlaverso pasa a ser un espacio donde las decisiones, algoritmos y optimizaciones pasan a ser experiencias manipulables. Sustentado en la metodología de Métrica Versión 3, interactuando el estudiante con variables y simulaciones disminuyendo la distancia entre la teoría y la práctica.

Finalmente, en el cuarto capítulo, se habla de las leyes de Newton mediante un módulo inmersivo donde los cuerpos se mueven, reaccionan, chocan y obedecen principios que se experimentarán y no solo se memorizará.

En conjunto, se habla de cómo enseñar con tecnología no reemplaza la enseñanza, sino que ayuda a ampliarla. Poniendo herramientas digitales para una mejor comprensión educativa, dando una mejor oportunidad a cada estudiante para tener acceso a un mejor aprendizaje.

Reuniendo el trabajo del esfuerzo institucional para la innovación de la enseñanza, fomentando aprendizajes activos, significativos y de acuerdo a los desafíos de la educación actual. Poniendo en evidencia el compromiso de estudiantes y docentes por una mejora continua para la enseñanza y el aprendizaje, dando a entender que el conocimiento de la ingeniería puede ser a través de la tecnología, la creatividad y la colaboración.

Se busca la inspiración de otros docentes y estudiantes para mejorar su enseñanza por medio del uso de la tecnología, indagar en nuevas formas de enseñanza y entornos, acompañando de una nueva forma el aprendizaje. Transformándolo de una mejor manera para el futuro.

CAPÍTULO 1. Desarrollo de un Módulo para la Enseñanza de Campo y Potencial Eléctrico en el Campus Virtual 3D “Udlaverso”

<https://doi.org/10.64325/sbqbfw23>

Autores

Diego Alejandro Díaz Silva

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0000-0003-4799-3049>

Heriberto Fernando Vargas Losada

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0000-0003-4799-3049>

Marcos Chacón-Castro

Fundación Universitaria Internacional de La Rioja- Colombia

<https://orcid.org/0000-0001-7986-6322>

Como citar: Díaz Silva, D. A., Vargas Losada, H. F., & Chacón Castro, M. (2025). Desarrollo de un módulo para la enseñanza de campo y potencial eléctrico en el “Udlaverso”. En E. E. Millán Rojas (Ed.), *Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas* (pp. 14-46). Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/sbqbfw23>

Resumen

El proyecto de investigación titulado Desarrollo de un Módulo para la Enseñanza de Campo y Potencial Eléctrico en el Campus Virtual 3D “Udlaverso” tiene como objetivo crear un espacio educativo virtual que apoye las prácticas académicas en dicha universidad. Dirigido a estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas, este proyecto incluye un módulo específico para la asignatura de Física II, en la Unidad II dedicada al estudio del campo y potencial eléctrico. La problemática identificada radica en la complejidad que presentan estos temas en entornos tradicionales, los cuales limitan las posibilidades de experimentar y visualizar los fenómenos eléctricos. La metodología utilizada para el desarrollo del módulo fue Scrum, aplicada en tres fases. La fase teórica consistió en la exploración profunda de los conceptos de campo y potencial eléctrico, así como en la elaboración de entrevistas para comprender las necesidades de docentes y estudiantes. En la fase de diseño, se especificaron los requerimientos del sistema y se elaboraron casos de uso y los diagramas de clases y despliegue, los cuales sirvieron como guía para el desarrollo estructural y funcional del módulo. Finalmente, en la fase de construcción se diseñaron y programaron siete escenarios interactivos en el “UdlaVerso”, cada uno orientado a facilitar la comprensión

de distintos aspectos de los campos y circuitos eléctricos. Como principal resultado, se obtuvieron siete escenarios funcionales que simulan fenómenos eléctricos y circuitos, los cuales ofrecen una experiencia educativa enriquecida para los usuarios. Entre las discusiones y trabajos futuros se plantea la posibilidad de ampliar estos entornos para incluir otros temas de física avanzada, así como la incorporación de herramientas de evaluación automática que permitan monitorear el aprendizaje en tiempo real. También se contempla mejorar la experiencia de usuario mediante la optimización de los scripts y la interacción con otros elementos virtuales, lo que podría aumentar la capacidad de inmersión y la efectividad del aprendizaje en el “UdlaVerso”.

Palabras claves: Mundos virtuales 3D; campo eléctrico; simulación educativa; campus virtual

Abstract

The research project entitled Development of a Module for Teaching Electric Field and Potential in the 3D Virtual Campus “Udlaverso” aims to create a virtual educational space that supports academic practices at the university. Aimed at students in the Systems Engineering program, this project includes a specific module for the Physics II course, in Unit II dedicated to the study of electric fields and potential. The problem identified lies in the complexity of these topics in traditional environments, which limit the possibilities for experimenting with and visualizing electrical phenomena. The methodology used to develop the module was Scrum, applied in three phases. The theoretical phase consisted of an in-depth exploration of the concepts of electric field and potential, as well as the preparation of interviews to understand the needs of teachers and students. In the design phase, the system requirements were specified, and use cases, class diagrams, and deployment diagrams were developed, which served as a guide for the structural and functional development of the module. Finally, in the construction phase, seven interactive scenarios were designed and programmed in the “UdlaVerso,” each aimed at facilitating the understanding of different aspects of electric fields and circuits. The main result was seven functional scenarios that simulate electrical phenomena and circuits, offering an enriched educational experience for users. Future discussions and work include the possibility of expanding these environments to include other advanced physics topics, as well as the incorporation of automatic assessment tools to monitor learning in real time. There are also plans to improve the user experience by optimizing scripts and interaction with other virtual elements, which could increase the immersive capacity and effectiveness of learning in the “UdlaVerso.”

Keywords: 3D virtual worlds; electric field; educational simulation; virtual campus

Introducción

La propuesta del campus virtual, denominado “UdlaVerso”, busca facilitar la comprensión de conceptos abstractos en el área de física mediante experiencias interactivas que aprovechan las ventajas de un entorno de realidad virtual. La necesidad de elaborar este módulo surge ante la dificultad que presentan los estudiantes para entender los fenómenos de campo y potencial eléctrico en los entornos de aprendizaje tradicionales. Estos conceptos son fundamentales en el estudio de la física, pero su naturaleza teórica y abstracta puede dificultar su comprensión mediante métodos convencionales de enseñanza.

Por ello, se requiere un recurso que permita a los estudiantes interactuar de manera práctica con los fenómenos estudiados, de modo que puedan visualizar y experimentar cómo se comportan los campos eléctricos y cómo se relacionan la intensidad y el potencial en diferentes escenarios. De acuerdo con Jaramillo, Morales & Mondragón (2017) los metaversos son herramientas que permiten crear cualquier tipo de contenido e-learning, recorridos en espacios virtuales, desarrollo de simulaciones, entre otros, lo cual las convierte en una solución innovadora para afrontar los retos educativos que tienen una fuerte base en la visualización y experimentación de fenómenos.

Según Falcón (2014) el cuerpo docente de las instituciones de educación superior debe empezar a romper los paradigmas tradicionales de enseñanza y adaptarse a las nuevas competencias digitales, lo que incluye el uso de mundos virtuales en sus procesos educativos, para estar alineados con las habilidades tecnológicas de los nativos digitales que llegan a la universidad con la expectativa de encontrar metodologías fuera de lo común.

La metodología empleada para desarrollar este módulo educativo se basó en el marco de trabajo Scrum, dividiéndose en tres fases: teórica, diseño y construcción. En la fase teórica, se investigó el tema a profundidad y se realizaron entrevistas para entender las necesidades de los usuarios; en la fase de diseño, se especificaron los requerimientos, y se desarrollaron los casos de uso y los diagramas de clases y

despliegue; y en la fase de construcción, se implementaron los escenarios virtuales en el “UdlaVerso”. Los materiales empleados incluyeron el entorno virtual “UdlaVerso” a través del visor FireStorm, el uso de scripts en lenguaje LSL, los cuales permitieron agregar funcionalidades interactivas a los objetos. Encuestas para la elicitación de requerimientos y el software Visual Paradigm para elaborar los diagramas que se incluyen en el apartado de diseño.

El principal resultado de este proyecto fue la creación de siete escenarios virtuales, cada uno diseñado para explicar distintos conceptos de los campos y circuitos eléctricos. Los escenarios permiten a los estudiantes interactuar con objetos y visualizar fenómenos como líneas de campo, condensadores y circuitos eléctricos, lo que facilita su aprendizaje de una manera práctica y accesible. Además, se desarrollaron evaluaciones dentro de uno de los escenarios para verificar el conocimiento adquirido por los estudiantes, proporcionando así una herramienta completa para el aprendizaje y la autoevaluación.

En el trabajo realizado por Fachal, Abásolo & Sanz (2024) en el que se desarrolló un módulo en OpenSim para la interacción entre personas con discapacidad auditiva, tuvo como resultado una mayor estimulación y motivación por parte de los involucrados en su proceso de aprendizaje, una valoración positiva por parte de los estudiantes en cuanto a la implementación de elementos de comunicación utilizados en el mundo virtual (animaciones del avatar a través de la selección de emoticones) y una gran aceptación en cuanto al uso de videos en lengua de señas dentro de los escenarios del entorno virtual.

De igual manera, en el proyecto realizado por Iñigo (2012) en el que se elaboró un entorno dentro de OpenSim para el aprendizaje del francés, logro cautivar el interés de los estudiantes al involucrarlo en escenarios donde se veía obligado a comunicarse en francés con otros usuarios por medio de sus avatares. Esta experiencia resulto enriquecedora al permitirles interactuar con objetos y escenarios que recogían términos y estructuras propias del idioma.

Este documento se estructura en varias secciones. La primera sección detalla los fundamentos teóricos y el contexto del proyecto; la segunda sección aborda la metodología empleada en el desarrollo del módulo, y la tercera presenta los resultados obtenidos en cada fase. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos relacionados con la mejora y expansión del “UdlaVerso”.

Este proyecto demuestra la efectividad de un entorno virtual inmersivo para la enseñanza de temas complejos en Física II. El uso del “UdlaVerso” ha permitido crear una experiencia educativa enriquecedora que apoya el aprendizaje de conceptos fundamentales como el campo y el potencial eléctrico, brindando una herramienta práctica que puede expandirse y adaptarse para cubrir otros temas del currículo académico y, potencialmente, otras disciplinas.

Materiales y métodos

Durante el desarrollo del presente trabajo se implementó Scrum como marco de trabajo ágil para facilitar el trabajo colaborativo y la comunicación con los interesados del proyecto, y organizar el trabajo de manera formal evitando retrasos con el cumplimiento de los deberes. De acuerdo con Rodríguez & Dorado (2015) Scrum es una metodología de desarrollo ágil de software que involucra al cliente en el proceso de desarrollo con el propósito de crear un puente de comunicación directo que permita conocer al equipo de trabajo las necesidades y expectativas del usuario, para así poder entregar valor en el producto desarrollado.

Según Schwaber & Sutherland (2020) scrum es un marco de trabajo ágil que facilita a las organizaciones y equipos de trabajo entregar valor mediante soluciones que se adaptan a problemas complejos. Los autores mencionan que Scrum se basa en un enfoque iterativo e incremental que optimiza el manejo de situaciones imprevistas y controla el riesgo.

Esta metodología ágil se compone de algunos elementos principales. Deemer *et al.* (2009) menciona que Scrum se estructura de la siguiente manera: El proyecto se divide en una serie de Sprints (iteraciones) cuya duración varía entre 1 a 4 semanas. Durante cada Sprint el equipo de trabajo selecciona los elementos a completar

(requisitos del cliente) de una lista priorizada (Product BackLog). Al inicio del Sprint se realiza una ceremonia de planificación para definir que se hará durante el Sprint y al termino de esta se realiza una revisión y retrospectiva para evaluar y analizar el avance del proyecto y que se ha hecho bien y mal hasta el momento. Como se mencionaba anteriormente, el presente proyecto se abordó utilizando el marco de trabajo Scrum. Siguiendo las pautas de esta metodología ágil se establecieron 9 Sprints. Cada Sprint se estableció con una duración de una semana.

En el primer Sprint se desarrollaron actividades relacionadas a definir el tema a trabajar, identificación de la temática, conocimiento de las necesidades de docentes y estudiantes y elicitación de requerimientos. En el segundo Sprint se abordaron actividades relacionadas a la elaboración del diseño del módulo a construir. Las actividades que se incluyen en este Sprint consisten en la elaboración de diagramas UML y Bocetos (Mockups). Desde el tercer Sprint hasta el último Sprint se trabajaron actividades relacionadas a la construcción de los escenarios en el “UdlaVerso”. Durante cada Sprint de construcción se modelaban los objetos necesarios para el funcionamiento del escenario y se creaban scripts que permitían cambios en el comportamiento de los objetos.

Los materiales utilizados en el presente capítulo fueron el contenido temático de la asignatura Física II del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Amazonia, se utilizó un formato de entrevista personal al docente de la asignatura, se hizo uso del lenguaje de modelamiento unificado (UML), a través de la herramienta online Visual Paradigm, para diseñar los casos de uso, diagrama de clases y el diagrama de despliegue, se instaló un visor 3d (FireStorm) para tener acceso al servidor del UdlaVerso.

Fase teórica

Para definir el tema a trabajar, se toma el plan de estudios 2013-II del programa de Ingeniería de Sistemas publicado en el sitio web de la Universidad de la Amazonia, y se procede a identificar las unidades temáticas pertenecientes a la asignatura Física II del segundo semestre. Una vez se identifican los ejes temáticos con sus respectivos

temas de estudio, se elige la unidad temática con la que se trabajará a lo largo del proyecto. En este caso, la unidad seleccionada es la unidad 2 que trata sobre campo y potencial eléctrico. La razón de esta elección se debe al conocimiento generalizado que el autor tiene sobre el tema. Una vez se haya definido la unidad temática a trabajar se realiza una búsqueda de los temas que se abordan en el eje temático elegido (Campo y potencial eléctrico). Esta búsqueda se realiza con el propósito de conocer a profundidad lo que se trabaja en cada tema de la unidad.

Para la preparación de la entrevista se elaboran preguntas destinadas a conocer las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y las necesidades de enseñanza de los profesores. Tanto para la entrevista destinada al estudiante como para la entrevista dirigida al docente, se elaboran 15 preguntas. En la tabla 1 se listan algunas de las preguntas elaboradas para la entrevista realizada al docente.

Tabla 1. Preguntas elaboradas para la entrevista dirigida al docente

No. Pregunta	Pregunta
1.	¿Qué conceptos específicos del campo eléctrico le gustaría que el sistema cubriera en mayor detalle?
2.	¿Qué dificultades presentan los estudiantes cuando se aborda la temática de campo y potencial eléctrico?
3.	¿Cómo le gustaría que el sistema abordara estas dificultades?
4.	¿Qué tipo de enfoque de enseñanza debería tener el sistema, un enfoque orientado a la enseñanza teórica, la aplicación práctica de los conceptos o una mezcla de ambos?
5.	¿Qué tipo de enfoque de enseñanza debería tener el sistema, un enfoque orientado a la enseñanza teórica, la aplicación práctica de los conceptos o una mezcla de ambos?

Nota. La tabla presenta alguna de las preguntas que fueron elaboradas para realizar la entrevista al docente. Fuente: elaboración propia.

La validación del instrumento del levantamiento de requerimientos (entrevista) la realizan expertos que hacen parte del proyecto de investigación “desarrollo de un campus virtual 3D para la articulación del proceso misional de docencia en la Universidad de la Amazonia “UDLAVERSO”.” Posterior a la validación del instrumento,

se procede a aplicar la entrevista. Para la aplicación de la entrevista al docente se tuvo contacto con el maestro Antonio Marín, profesor adscrito al programa de Licenciatura en Matemáticas, quien accedió a responder a las preguntas de la entrevista. En cuanto a la aplicación de la entrevista a los estudiantes, dos estudiantes de segundo semestre quienes están cursando la materia al momento de realizar la entrevista fueron los encargados de dar sus respuestas. Para guardar las respuestas dadas por los entrevistados, se utilizó una grabadora con consentimiento de estos.

Una vez aplicadas las entrevistas a los usuarios mencionados anteriormente se procede a realizar la transcripción de las respuestas dadas por los estudiantes y los profesores usando las grabaciones tomadas durante cada entrevista.

Fase de diseño

En la fase de diseño se inicia con la obtención de los requerimientos funcionales. Cada requerimiento se obtiene a partir de la información recolectada en las entrevistas. Cuando se tenga la lista de requerimientos, se procede a identificar los objetos y las acciones que intervienen sobre ellos usando un paradigma orientado a objetos. Por cada requerimiento se realiza un análisis detallado, se identifica el objeto que sobresale en el requerimiento y todas las acciones que influyen en él. A partir de los objetos y las acciones que se hayan identificado, el siguiente paso consiste en elaborar los diagramas de casos de uso. Estos se elaboraron usando la herramienta Visual Paradigm, software en línea que facilita la elaboración de cualquier tipo de diagrama UML y demás. Con base a los diagramas de casos de uso, se realizan las especificaciones de casos de uso siguiendo un formato específico y estipulando en cada especificación los factores claves que intervienen en el cumplimiento del caso de uso.

Cuando se tenga cada especificación de caso de uso definida, se comienza a elaborar el diagrama de clases. Para la realización de este diagrama también se utilizó Visual Paradigm debido a las facilidades que brinda la plataforma para el desarrollo de diagramas UML. Cada clase con sus respectivos atributos y métodos se elabora teniendo en cuenta lo estipulado en las especificaciones de casos de uso. El siguiente diagrama UML que se elabora es el diagrama de despliegue, el cual indica el despliegue físico de

los componentes de hardware y su interacción con los componentes de software. Para la elaboración de este diagrama se tuvo en cuenta la arquitectura de OpenSim, publicada en el sitio web del programa, y el estilo arquitectónico de los componentes que garantizan el funcionamiento del “UdlaVerso”. Antes de iniciar la fase de construcción, y para facilitar dicho proceso, se elaboraron unos bosquejos con el propósito de tener a disposición unas guías que orienten la construcción de cada escenario con sus respectivos objetos. Dichos bosquejos se mejoraron a través de programas de inteligencia artificial especializados en generar imágenes a partir de prompts proporcionados por el usuario. Para el presente proyecto, se utilizó la IA de Adobe que crea imágenes muy ajustadas a lo solicitado por el usuario.

Fase de construcción

Para poder ingresar al servidor del “UdlaVerso” y empezar a construir se debe utilizar un visor 3D. Para este proyecto se descargó e instaló FireStorm, herramienta que facilita el acceso a entornos de realidad virtual. Una vez con el visor instalado se ingresa al “UdlaVerso” con las credenciales de usuario. Dentro de la parcela virtual de cada usuario se inicia el proceso de construcción. Para la construcción de cada escenario del presente proyecto se utilizó un enfoque que va desde lo general a lo particular, es decir, cuando se iniciaba a construir un escenario siempre se comenzaba con la estructura principal del escenario y posteriormente se procedía a construir los objetos individuales con los que el usuario interactúa dentro del escenario. Para la construcción de cada objeto, siempre se empezaba dándole la forma geométrica para hacerlo parecer a su homólogo del mundo real, y enseguida se le agregaba texturas para hacer que el objeto tuviera una apariencia realista.

Técnica de evaluación heurística: Se basan en los 10 principios de Nielsen que están conformados por los siguientes: “visibilidad del diseño del prototipo del sistema; relación entre el diseño y el mundo real; navegación y libertad en el diseño del prototipo; consistencia y estándares; prevención de errores; reconocer en lugar de recordar; estética y diseño minimalista; reconocimiento, diagnóstico de errores; tratamiento del contenido; pedagogía” (Guadalupe *et al.*, 2019, pág. 26).

Grupo de estudio: Se estableció un grupo de estudiantes de Ingeniería de sistemas con conocimientos avanzados en el desarrollo de ambientes virtuales 3D, estos estudiantes evaluaron cada escenario de la aplicación “módulo para la enseñanza de campo y potencial eléctrico en el Udlaverso” utilizando los principios de Nielsen, descritos anteriormente.

Herramienta: Se elaboró un formulario en Google Forms en donde se plasmó cada escenario de la aplicación y las preguntas evaluativas que están basadas en los principios de Nielsen con posibles respuestas que están en el rango de 1 a 5 donde 1 significa insuficiente y 5 sobresaliente. Los resultados se analizaron de acuerdo con cada escenario y en conjunto con el total de las evaluaciones realizadas por el grupo de estudio.

Resultados

El propósito del trabajo desarrollado se centra en crear un espacio virtual 3D en el que tanto estudiantes de la Universidad de la Amazonia como personas ajenas a esta institución, puedan tener acceso a recursos didácticos e interactivos que les permita entender cómo se comportan los diferentes fenómenos que involucra un campo eléctrico, y de qué manera se pueden modelar y obtener datos relevantes a partir de fórmulas matemáticas. Basado en lo anterior, se obtiene como producto final 7 escenarios contruidos en el “UdlaVerso” en donde el usuario podrá explorar y divertirse al mismo tiempo que comprende el comportamiento de los campos eléctricos y su influencia en las actividades cotidianas que realiza una persona. A continuación, se describe el resultado de cada una de las fases definidas previamente.

Fase teórica

En esta fase se logra conocer los subtemas de la unidad seleccionada que se deben abordar en el módulo a construir en el “UdlaVerso”. En la tabla 1.2 se lista el contenido temático de la unidad elegida.

Tabla 2 Subtemas de la unidad II campo y potencial eléctrico de la materia Física II

Unidad 2: Campo y potencial eléctrico
Distribuciones continuas de carga eléctrica
Campo eléctrico E.
Flujo de un campo vectorial
Potencial eléctrico
Combinación de condensadores
Conductividad eléctrica y la ley de Ohm
Descripción microscópica de la corriente eléctrica

Nota. La tabla presenta los subtemas de la unidad II de la asignatura Física II perteneciente al contenido programático 2013 II del programa de Ingeniería de Sistemas. Fuente: elaboración propia a partir del contenido programático 2023 II del programa de Ingeniería de Sistemas.

Cada uno de los subtemas listados en la tabla 2 se pretenden abordar en alguno de los escenarios a construir en el “UdlaVerso”. Para ello, una de las actividades fundamentales antes de proceder a continuar con la elicitación de requerimientos es estudiar dichos subtemas con el propósito de conocer a fondo la temática y así poder construir escenarios que realmente faciliten el aprendizaje de la unidad. Posteriormente, a través de las respuestas dadas en las entrevistas realizadas a los actores involucrados en el proyecto (docente y estudiante) se obtiene información correspondiente a las funcionalidades del módulo a desarrollar. Esta información se adquiere una vez se realiza la transcripción de las grabaciones. En la tabla 3 se registran datos relevantes que se obtuvieron al realizar la transcripción de la entrevista realizada al docente.

Tabla 3. Datos relevantes obtenidos a partir de la transcripción de la entrevista realizada al docente

1. Es importante que el estudiante pueda identificar como, por qué y cuando tengo un cuerpo cargado eléctricamente. Por lo que el punto de partida son las cargas eléctricas.
2. Las cosas deberían hacerse de tal manera que el estudiante tenga a la mano un contexto que sea lo más conocido posible y no se sienta extraño o perdido en el escenario.

3. El trabajo en equipo es fundamental. Un punto de vista es el de un estudiante, pero si hay dos, tres cabezas más, realmente la interacción es mayor.
4. Creo que la parte experimental para mi es fundamental, y si lo podemos llevar al UdlaVerso esta parte sería maravilloso.
5. La única manera en la que los estudiantes apropien el aprendizaje es a través de escenarios interactivos en donde si cambian algo pueden observar los cambios que hay en el fenómeno a estudiar.

Nota. La tabla presenta algunos datos relevantes que lograron obtener a partir de la transcripción realizada a la entrevista dirigida al docente. Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3 se pueden observar algunos de los datos que se obtuvieron al aplicar la entrevista al docente. Dichos datos son de gran importancia ya que a través de estos se identifican los requerimientos que debe cumplir el módulo para poder considerarlo como una herramienta que realmente ayudará a los estudiantes a apropiar los conocimientos que se abordan en la temática elegida.

Fase de diseño

En esta fase se inicia con la especificación de requerimientos. De acuerdo con Pedraza (2013) *et al.* la especificación de requerimientos es un documento en el que se estipula las funcionalidades de un sistema y que se elabora con el propósito de garantizar el cumplimiento de dichas funcionalidades. Uno de los productos que se obtienen en la fase anterior son los datos adquiridos a partir de las entrevistas realizadas a los actores involucrados. Con esos datos en mano se realiza un mapeo para ajustar esta información en un formato uniforme y con un lenguaje técnico que evite ambigüedades que podrían causar confusión. En la tabla 4 se puede observar un ejemplo de especificación de requerimiento y el formato utilizado para elaborarla.

Tabla 4. *Ejemplo de especificación de requerimientos*

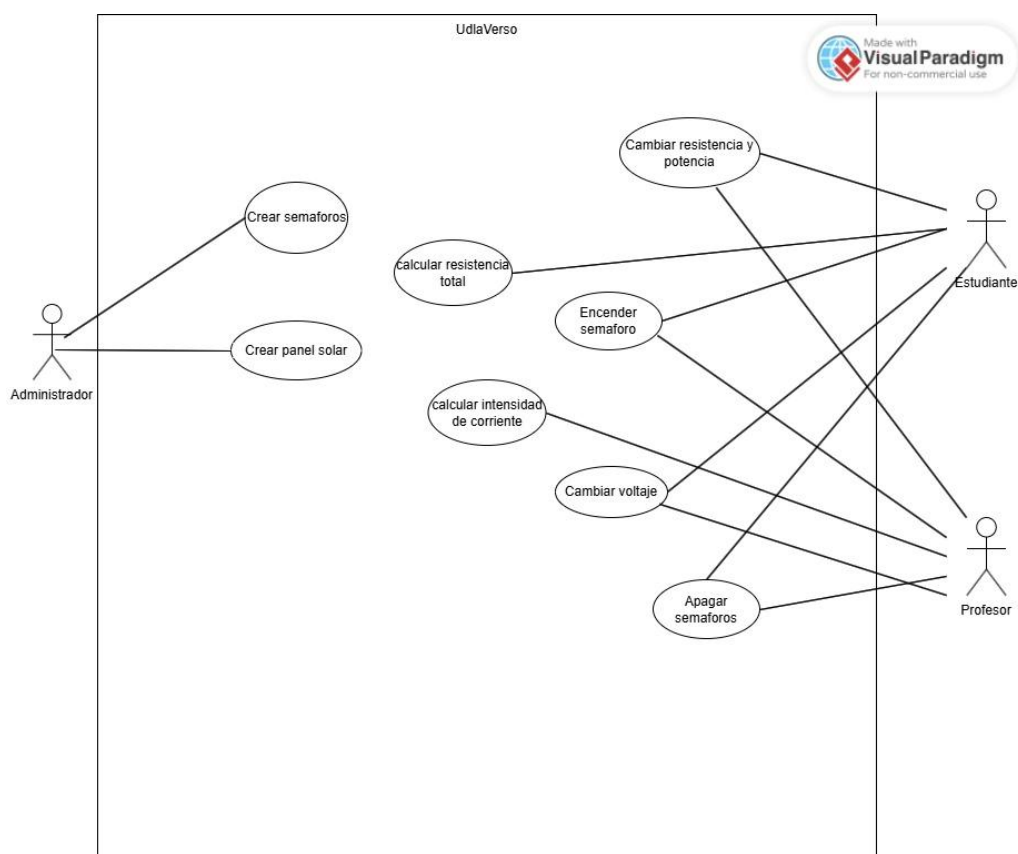
Código	RF-003
Nombre	Mostrar líneas de campo eléctrico
Descripción	El sistema mostrará líneas que representen el comportamiento de las líneas de campo eléctrico cuando el usuario ubique una

	carga positiva o negativa dentro de la cancha
Origen	Entrevista01-1
Prioridad	Media
Responsable	Diego Alejandro Díaz

Nota. Ejemplo de una especificación de requerimiento y el formato utilizado para elaborarla. Fuente: elaboración propia.

Una vez elaborada la especificación de requerimientos se procede a realizar los casos de uso. Los casos de uso, según Gutiérrez (2011), son una forma particular de usar el sistema, una narración que muestra un caso específico de su utilización. Para Zapata & Tamayo (2009) el diagrama de casos de uso representa las relaciones entre el sistema, los usuarios o actores y las acciones que estos realizan sobre el sistema. Cada caso de uso se elabora utilizando un lenguaje muy detallado y técnico para poder describir con precisión como se comportará el software en situaciones concretas. Este lenguaje específico facilita que todos los actores involucrados, como desarrolladores y diseñadores, tengan un entendimiento claro y uniforme de los requisitos y comportamientos del sistema. En la figura 1 se puede observar un ejemplo de caso de uso elaborado utilizando el software Visual Paradigm.

Figura 1. Ejemplo de caso de uso



Nota. La figura muestra un diagrama de caso de uso en el que se definen unos actores y unos casos de uso representados por los óvalos.

La figura 1 representa un diagrama de caso de uso que se compone de tres actores (representados por los muñequitos) que son el administrador, el estudiante y el profesor. Cada uno de ellos está asociado a ciertos casos de uso (representados por los óvalos) los cuales representan una acción que el actor debería poder realizar con dentro del software. Por ejemplo, tanto el estudiante como el profesor están relacionados con el caso de uso “Encender semáforo”. Esto significa que el software debe permitir a los usuarios con roles de estudiante y profesor encender un semáforo.

Enseguida se procede a realizar la especificación de casos de uso cuyo propósito es definir dentro de un formato de forma clara y detallada las acciones que el usuario debería ser capaz de realizar dentro del software y como debería comportarse el sistema ante estas acciones. En la tabla 5 se plasma un ejemplo de especificación de caso de uso.

Tabla 5. Ejemplo especificación de caso de uso

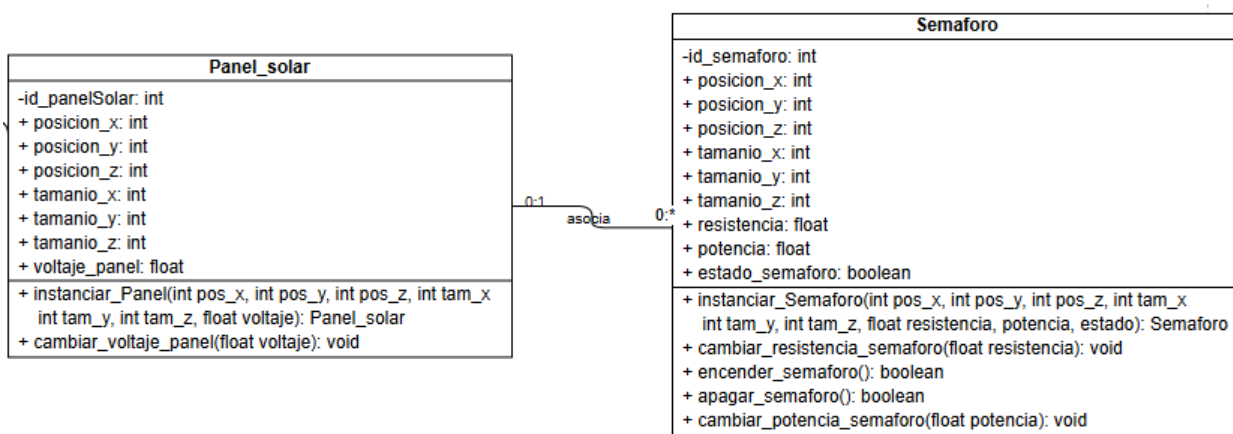
CU33	Encender semáforo	
Versión	1.0	
Fuentes	RF-030	
Actores	Estudiante, profesor	
Objetivos asociados	Encender el bombillo verde de un semáforo	
Casos de uso asociados	Encender semáforo	
Descripción	Una vez que el profesor o estudiante hayan conectado uno o más semáforos al panel solar. Todos los semáforos que estén conectados encenderán la bombilla verde	
Precondición	Los semáforos y el panel solar deben estar previamente creados	
Atributos	Estado semáforo	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Selecciona el objeto
	2	Clic en contenido
	3	Abrir Script
	4	Cambiar el valor del atributo estado semáforo y cambiar el brillo de la bombilla verde.
Postcondición	Los semáforos conectados al panel solar directa o indirectamente deben tener encendido el bombillo verde	
Rendimiento	Tiempo Máximo	
	1 segundo(s)	
Importancia	Alta	
Urgencia	Urgente	
Estado	Por comenzar	
Estabilidad	Alta	
Comentarios	N/A	

Nota. Ejemplo de especificación de caso de uso y formato usado para la elaboración de la especificación. Fuente: elaboración propia.

En la tabla 5, se plasma un ejemplo de especificación de caso de uso y el formato utilizado para ello. Como se puede observar, el formato consiste en una serie de secciones que incluye la descripción del caso de uso, el objetivo del caso de uso, la versión, los actores a los que está asociado el caso de uso, la importancia, el estado, la urgencia del caso y una sección muy importante que es la secuencia normal del caso de uso. Esta secuencia define el flujo principal de pasos que sigue el usuario al interactuar con el sistema para lograr un objetivo específico. La secuencia normal establece un orden lógico y claro de acciones que el sistema y el usuario realizan, facilitando la comprensión del proceso principal antes de tomar en cuenta excepciones o casos especiales.

Lo siguiente consiste en elaborar un diagrama UML fundamental para comprender la estructura del sistema y como se relacionan y comportan cada uno de los objetos a construir en el espacio virtual. Este diagrama es el diagrama de clases, el cual se compone de clases que contienen atributos y métodos, los tipos de relaciones entre las clases y la cardinalidad de estas. Según Vidal *et al.* (2014) los diagramas de clase representan cada componente de un sistema en términos de su comportamiento, estructura y relación con otros componentes, lo cual sienta una base importante para la codificación de sistemas funcionales. Por su parte, García & Parvo (1998) mencionan que el diagrama de clases tiene como fin describir las clases que componen el modelo de un sistema, es decir, resaltar y hacer conocer los atributos y métodos asociados a cada clase. En la figura 2 se representa una parte de un diagrama de clases.

Figura 2. Ejemplo diagrama de clases

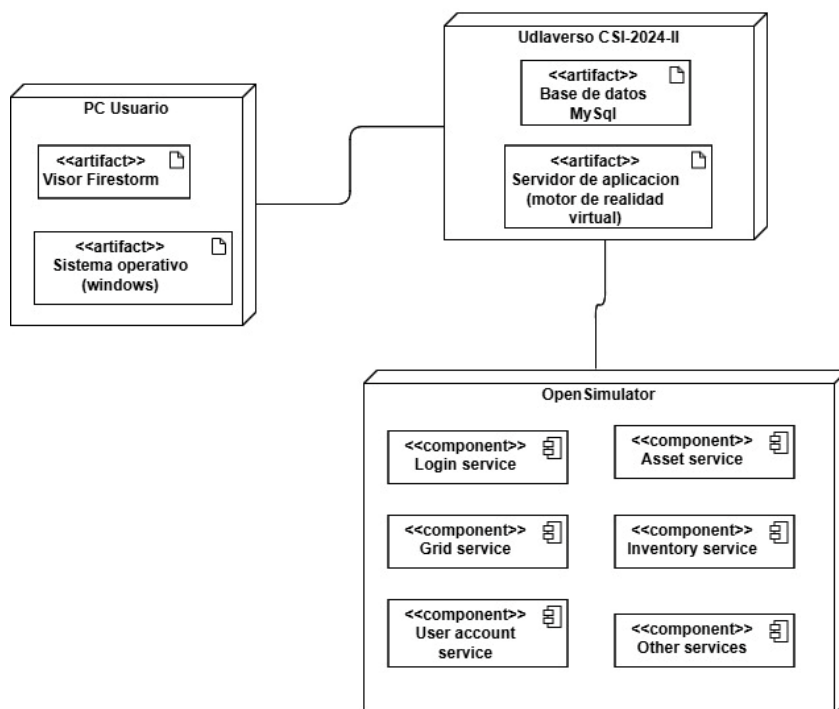


Nota. La figura representa un diagrama de clases compuesto por dos clases (la clase Panel_solar y la clase Semáforo). Fuente: elaboración propia con software Visual Paradigm.

En la figura 2 se puede observar un diagrama de clases que se compone únicamente de dos clases (Panel solar y Semáforo). Cada una de estas clases contiene atributos y métodos. Los atributos definen las características del objeto y los métodos las acciones o comportamientos que el objeto tiene. Dichas clases están asociadas por un tipo de relación (en este caso relación de asociación) y una cardinalidad. Siguiendo el desarrollo del trabajo de acuerdo con lo estipulado en la metodología, se continua con la elaboración del diagrama de despliegue. Según Hernández, Ramírez & Mar (2019) la finalidad del diagrama de despliegue es representar cómo se distribuyen los componentes del sistema en el hardware donde funcionarán.

Su propósito es mostrar la configuración de los elementos de procesamiento, como servidores, computadoras, dispositivos móviles, y las conexiones entre ellos, como redes o enlaces de comunicación. Para Estévez *et al.* (2017) el diagrama de despliegue define el funcionamiento de la aplicación de acuerdo con la sincronía entre los componentes de hardware y software. La figura 3 representa el diagrama de despliegue que permite el funcionamiento del “UdlaVerso”.

Figura 3. Diagrama de despliegue



Nota. Diagrama de despliegue que representa como esta desplegado el “UdlaVerso” y como se relacionan los componentes de hardware y software. Fuente: elaboración propia con software Visual Paradigm.

A continuación, se elaboran los bocetos iniciales de los escenarios a construir en el “UdlaVerso”. El propósito de esto es contar con una guía que agilice y clarifique el proceso de construcción de los escenarios. Inicialmente los bocetos se realizan “a mano” utilizando como fuente de inspiración la imaginación humana. Para evitar bocetos incompletos que puedan originar inquietud y duda en la creación de los escenarios, se hace uso de la inteligencia artificial como herramienta de apoyo para mejorar los bocetos y sentar una base sólida en cuanto al diseño de estos. En la tabla 6 se puede observar los bocetos que resultaron al usar la inteligencia artificial ChatGPT y Adobe FireFly.

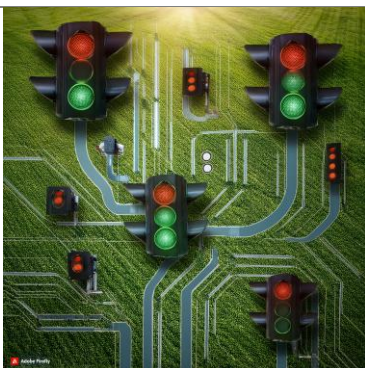
Tabla 6. Bocetos de los escenarios elaborados usando inteligencia artificial



Cancha de hockey



Cancha de volley playa



Circuito de semáforos



Circuito semicircular con puente y estación de gasolina.



Sistema de riego



Zona de evaluación de campo eléctrico



Laboratorio ley de Ohm

Nota. Bocetos de los escenarios generados con inteligencia artificial. Fuente: elaboración propia a partir de ChatGPT y Adobe FireFly.

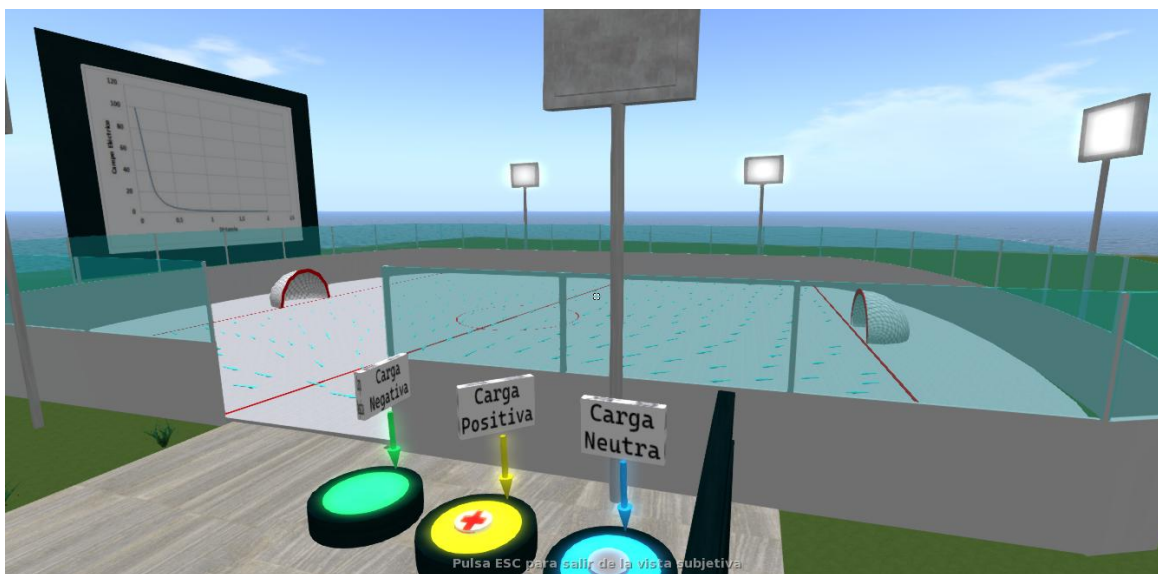
En la tabla 6 se puede observar el resultado final de los bocetos después de ingresar una serie de prompts a las herramientas de IA mencionadas anteriormente para generar imágenes que representarán lo que se requiere construir en cada uno de los escenarios. Aunque algunos bocetos no se acercan demasiado a lo pensado y maquetoado inicialmente, estos son de gran ayuda como base para guiarse en el proceso de construcción.

Fase de construcción

En esta fase se obtiene como resultado 7 escenarios totalmente funcionales en el “UdlaVerso”. El proceso de construcción inicia con el desarrollo del escenario cancha de hockey (figura 4) el cual tiene como finalidad facilitar el aprendizaje de los fenómenos que involucran los campos eléctricos. En este entorno el usuario podrá ubicar y mover discos de hockey dentro de la cancha, los cuales representan cuerpos cargados, visualizar la aparición de las líneas de campo eléctrico y observar cómo se comportan estas líneas en presencia de cargas positivas y/o negativas.

Además, dentro del escenario se construyó una pantalla gigante en donde se proyecta un gráfico que muestra la relación entre intensidad de campo eléctrico y distancia. Con este escenario se pretende que el usuario tenga una experiencia que le facilite comprender de manera didáctica e interactiva el comportamiento de este fenómeno físico.

Figura 4. Cancha de hockey para el aprendizaje de campo eléctrico



Nota. La figura representa una cancha de hockey junto a una pantalla gigante y unos discos de hockey. Fuente: elaboración propia.

Una vez terminado el escenario de la cancha de hockey, se procede a desarrollar el circuito de semáforos (figura 5). En este ambiente que simula un circuito de semáforos potenciados por un panel solar (haciendo énfasis en energías renovables) el usuario podrá conocer sobre la tipología de circuitos eléctricos y algunas ecuaciones matemáticas que se emplean para hallar valores de un circuito, como, por ejemplo, la resistencia, la intensidad de corriente, el voltaje, etc. Cada semáforo representa una resistencia y el usuario podrá asignarle al panel solar un valor de voltaje y a los semáforos el valor de la resistencia y la potencia.

Además de ello, el usuario podrá calcular y visualizar el valor de la resistencia total del circuito y la corriente que fluye por él. Otra de las características que presenta este escenario es la capacidad que tiene el usuario de apagar y prender los semáforos del circuito. Con esta característica se busca que el usuario comprenda que sucede cuando una de las partes de un circuito falla, dependiendo del circuito con el que se está trabajando.

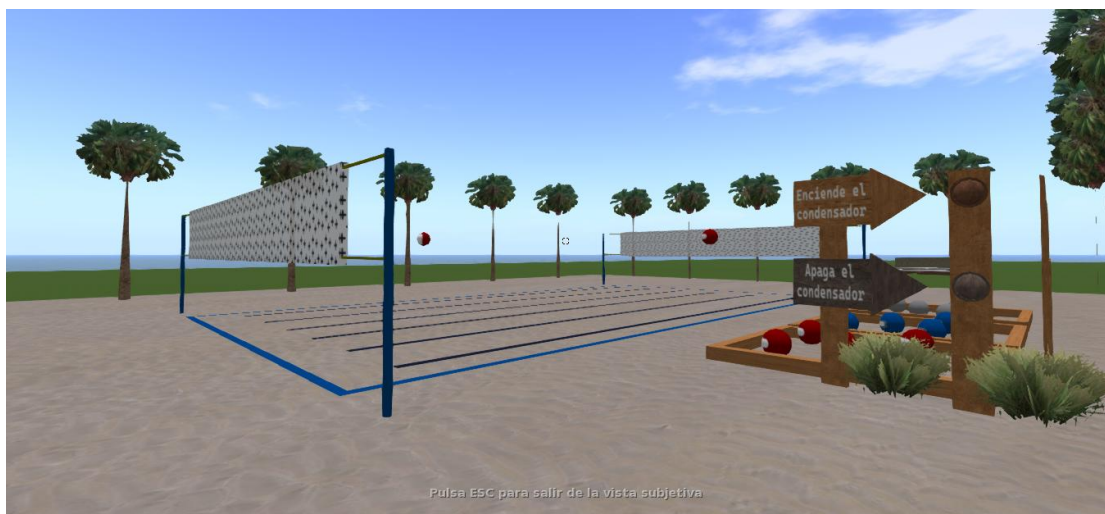
Figura 5. Circuito de semáforos para el aprendizaje de circuitos eléctricos



Nota. La figura muestra un circuito de semáforos unidos a un panel solar y desplegados a lo largo de una carretera junto a carteles que dan indicaciones y observaciones. Fuente: elaboración propia.

El siguiente escenario que se construye es la cancha de volleyplaya (figura 6) en la que se abordan fenómenos relacionados a los condensadores eléctricos. En esta cancha el usuario podrá activar o desactivar un condensador y ubicar pelotas que representan cargas dentro de la cancha.

Figura 6. Cancha de volleyplaya para el aprendizaje de condensadores eléctricos



Nota. La figura describe una cancha de voleibol en arena que simula ser un condensador compuesto por dos mallas a los extremos y pelotas que toman el rol de cargas eléctricas. Fuente: elaboración propia.

Las partes del condensador son representadas por las mallas ubicadas en el extremo. Cuando el condensador se encuentra activado y hay pelotas dentro de la cancha, estas comenzaran a simular un movimiento en dirección de las mallas. La dirección del movimiento depende de la carga de la pelota y de la distancia con respecto a las mallas de la cancha. Cada vez que una pelota choca con una malla, esta sufre una “polarización”, es decir, la pelota adquiere la carga de la malla con la que ha chocado previamente. Posteriormente se construye un escenario con características de diseño similares a un laboratorio (figura 7).

Aunque este espacio no cuenta con una variedad de elementos y dispositivos típicos de un laboratorio de física, allí los estudiantes podrán aprender sobre la ley de Ohm. En este entorno físico los usuarios podrán interactuar con una pirámide que representa el triángulo de la ley de Ohm. Al seleccionar una de las variables del triángulo (resistencia, corriente o voltaje) la ecuación se despejará y mostrará a que es igual la variable seleccionada. Además de esto, en el laboratorio se encuentra ubicado un tablón de madera que tiene un trozo de alambre por el que pasa corriente.

Figura 7. Laboratorio para aprender sobre la ley de Ohm

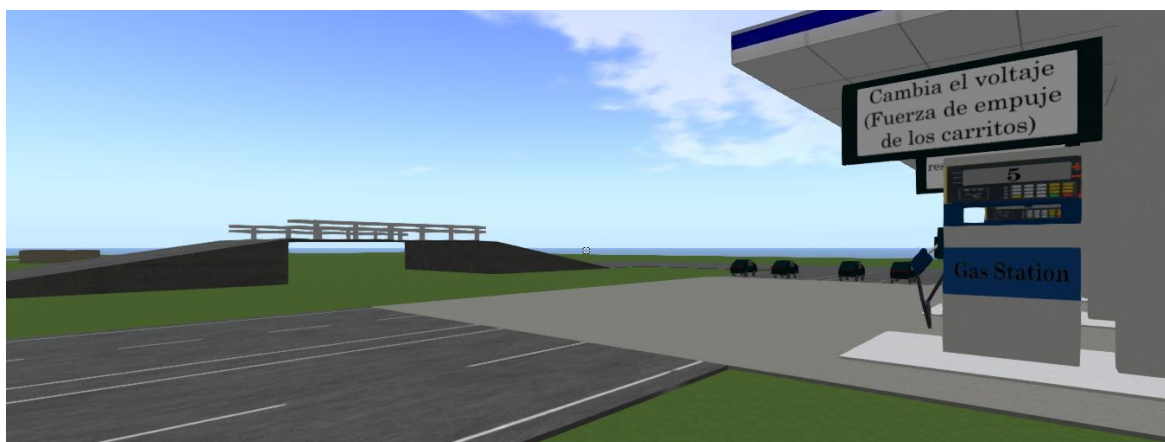


Nota. La figura muestra un entorno que representa un laboratorio de física donde se trabaja la ley de Ohm. Fuente: elaboración propia.

Los usuarios podrán visualizar los valores de resistencia, voltaje y corriente a través de los instrumentos usados en el mundo real para realizar estas mediciones (multímetro, voltímetro y amperímetro) y observar que a medida que se aumenta la resistencia, la corriente disminuye, por lo que estas variables son inversamente proporcionales.

Al terminar de construir el laboratorio de la ley de Ohm, se continua con la construcción de un circuito automovilístico junto a una estación de gas (figura 8). En este escenario se pretende representar el flujo de electrones por un circuito con resistencia. La resistencia allí es representada por el puente. Los carritos representan los electrones y en la estación de gas el usuario encontrará tres surtidores de combustible en donde podrá cambiar la cantidad de carritos (electrones) la anchura del puente (resistencia) y la velocidad de los carritos (potencia de los electrones). Al iniciar el recorrido de los carritos por el circuito, el usuario podrá observar que dependiendo de la anchura del puente (resistencia) algunos carritos (electrones) podrán cruzar o no el puente. Con esta representación se busca que el estudiante comprenda que el flujo de electrones dentro de un circuito depende de la resistencia que tenga este.

Figura 8. *Circuito automovilístico para representar el flujo de electrones dentro de un circuito eléctrico*



Nota. La figura representa un circuito automovilístico junto a una estación de gasolina y unos carritos que transitan por el circuito. Fuente: elaboración propia.

El siguiente escenario construido es un escenario importante ya que a través de este se podrá evaluar el conocimiento adquirido de los estudiantes sobre circuitos eléctricos y la ley de Ohm. Este espacio se compone principalmente de un sistema de riego automático (figura 9) que representa un circuito. Inicialmente el sistema de riego estará apagado y el usuario tendrá la misión de encenderlo para que riegue agua a las plantas. Para poder encender el sistema de riego, el usuario deberá responder correctamente a un conjunto de preguntas. Cada vez que un usuario finalice de

responder a las preguntas, estas podrán ser reiniciadas para que otros puedan realizar la misma actividad.

Figura 9. Sistema de riego para evaluar circuitos eléctricos y ley de Ohm



Nota. Sistema de riego compuesto de una serie de preguntas para evaluar el conocimiento de los estudiantes sobre ley de Ohm y circuitos eléctricos.

Por último, se desarrolló un escenario en donde los usuarios tendrán la oportunidad de poner a prueba sus conocimientos sobre campo eléctrico. En este espacio (figura 10) el estudiante podrá visualizar pantallas que muestran las preguntas junto a óvalos que indican las opciones de respuestas. Cada vez que el usuario elija la respuesta correcta, el parlante ubicado al lado de la pantalla reproducirá un mensaje de éxito.

Figura 10. Zona de evaluación de campo eléctrico



Nota. Zona de óvalos para la aplicación de preguntas orientadas a evaluar el conocimiento sobre campo eléctrico.

Uno de los aspectos claves para que los objetos construidos puedan comportarse de cierta forma determinada es a través de la creación de Scripts. Estos scripts son fragmentos de código basados en el lenguaje LSL que modifican las propiedades de los objetos y que consecuentemente generan cambios en el comportamiento de estos. A continuación, se muestra un script creado para que las flechas de la cancha de hockey simulen el comportamiento y movimiento de las líneas de campo eléctrico en presencia de cargas eléctricas.

```
integer channel = 1234;
integer channel_screen = 1235;
vector positive_charge_position;
vector negative_charge_position;
integer positive_disk_out = TRUE;
integer negative_disk_out = TRUE;
float posi_dist = 0;
float nega_dist = 0;
default
{
    state_entry()
    {
        // Escuchar en el canal definido
        llListen(channel, "", NULL_KEY, "");
        llSetTimerEvent(0.5);
    }
    timer(){
        string str = (string)positive_disk_out + "|" + (string)negative_disk_out;
        llRegionSay(channel_screen, str);
    }
    listen(integer chan, string name, key id, string message)
    {
        // Convertir el mensaje recibido a una posición
        list message_parts = llParseString2List(message, ["|"], []); // Separar el mensaje por
el delimitador "|"
        string identifier = llList2String(message_parts, 0);
        vector position = (vector)llList2String(message_parts, 1);
        if (identifier == "pos")
        {
            positive_charge_position = position;
        }
    }
}
```

```

        else if (identifier == "neg")
        {
            negative_charge_position = position;
        }
        setDiskState(positive_charge_position, negative_charge_position);
        adjustArrowDirection();
        mostrarLineasCancha();
    }
}

mostrarLineasCancha() {
    float opacidad;
    if (negative_disk_out && positive_disk_out) {
        opacidad = 0.0;
    } else {
        opacidad = 1.0;
    }
    cambiarOpacidad(opacidad);
}

setDiskState(vector positive_pos, vector negative_pos) {
    float posi_x = positive_pos.x;
    float posi_y = positive_pos.y;
    float nega_x = negative_pos.x;
    float nega_y = negative_pos.y;
    if (outOfAxisX(posi_x) || outOfAxisY(posi_y)) {
        positive_disk_out = TRUE;
    } else {
        positive_disk_out = FALSE;
    }
    if (outOfAxisX(nega_x) || outOfAxisY(nega_y)) {
        negative_disk_out = TRUE;
    } else {
        negative_disk_out = FALSE;
    }
}

cambiarOpacidad(float opacidad) {
    integer totalPrims = llGetNumberOfPrims();
    integer i;
    for (i = 1; i <= totalPrims; i++)
    {
        llSetLinkAlpha(i, opacidad, ALL_SIDES);
    }
}

```

El código empieza definiendo varias variables. `channel` y `channel_screen` son canales de comunicación para enviar y recibir datos entre scripts. `positive_charge_position` y `negative_charge_position` almacenan la posición de las cargas positiva y negativa, respectivamente. `positive_disk_out` y `negative_disk_out` indican si cada carga está fuera de la zona especificada (inicialmente ambos son `TRUE`, indicando que ambas están fuera). `posi_dist` y `nega_dist` son variables para almacenar distancias de las cargas. En la función `state_entry`, que se ejecuta al iniciar el estado del script, el comando `llListen` escucha en el canal definido (`channel = 1234`) para recibir mensajes, y `llSetTimerEvent(0.5)` establece un temporizador que activa el evento `timer` cada 0.5 segundos.

En el evento `timer`, el script crea una cadena que indica el estado de las variables `positive_disk_out` y `negative_disk_out` (si están dentro o fuera) y la envía al canal `channel_screen` (1235) usando `llRegionSay`. Esto permite que otro script o elemento en la región visualice el estado actual de las cargas. La función `listen`, que se activa al recibir un mensaje en el canal `channel`, espera recibir un mensaje con el formato `identificador|posición`, donde el identificador es "pos" o "neg" para diferenciar entre carga positiva y negativa, y la posición es un vector que representa las coordenadas de la carga. Este mensaje se procesa usando `llParseString2List`, que separa el identificador y la posición. Luego, según el identificador, asigna la posición a `positive_charge_position` o `negative_charge_position`.

Después de actualizar las posiciones, el script llama a varias funciones: `setDiskState`, que determina si las cargas están fuera del área. Esta función evalúa las coordenadas de cada carga con las funciones auxiliares `outOfAxisX` y `outOfAxisY`. `adjustArrowDirection`, que ajusta la dirección de las flechas que representan las líneas de campo eléctrico. `mostrarLineasCancha`, que ajusta la opacidad de las flechas en la cancha (la esconda o la muestra).

Conclusiones

Conocer a fondo la temática a desarrollar en un entorno virtual que está pensado para facilitar el aprendizaje y la enseñanza es realmente importante. Esto permite que se logren construir escenarios y objetos que en realidad mejoren y favorezcan la asimilación de conceptos y fenómenos de estudio por parte de los estudiantes, además de simplificar las metodologías de enseñanza utilizadas por los docentes. Al sumergirse en las temáticas que se abordan en la unidad II del curso física II, se logra entender y visualizar que es lo que se necesita implementar en el “UdlaVerso” para permitir que los estudiantes y docentes puedan disfrutar de una experiencia enriquecedora en cuanto al aprendizaje y la enseñanza de esta asignatura.

Del mismo modo, comprender lo que se estudia en la temática es fundamental para poder realizar una elicitación de requerimientos exitosa. Al formular unas preguntas bien estructuradas basadas en el conocimiento general que se tiene del tema, se garantiza obtener respuestas por parte de los entrevistados que indiquen qué es lo que se debe construir en el mundo virtual para facilitar la enseñanza y el aprendizaje del tema y satisfacer las necesidades y requerimientos de los usuarios. Esto se evidencia en las respuestas dadas por el docente y los estudiantes entrevistados quienes brindaron una serie de ideas y requisitos que fueron de gran ayuda para el desarrollo de escenarios que cumplieran con las expectativas de los usuarios. Por ello, es esencial que la preparación de las técnicas de recolección de información se realice cuando ya se hayan llevado a cabo actividades destinadas a entender el contexto de lo que se requiere desarrollar.

A partir de las respuestas de los entrevistados, se identificaron los requerimientos que sirvieron como guía para construir escenarios que satisfacen las necesidades de los usuarios. Con un total de 38 especificaciones de requerimientos, se determinaron los objetos y las acciones que intervienen sobre ellos para su modelado posterior mediante diagramas de casos de uso. Estos diagramas permitieron visualizar las interacciones entre los actores y el sistema, mostrando de manera clara y concisa las funcionalidades que el usuario espera del sistema y facilitando el establecimiento de requisitos comprensibles tanto para los desarrolladores como para las partes interesadas no

técnicas. El desarrollo exitoso de esta fase fue crucial para garantizar que el módulo construido cumpliera con las necesidades de las partes involucradas en el proyecto.

Para finalizar la estructuración de diseño del módulo se emplearon el diagrama de clases y el diagrama de despliegue, los cuales resultaron ser fundamentales en la estructuración del sistema. El diagrama de clases permitió definir de manera organizada las clases y sus relaciones, lo cual facilitó la identificación de atributos y métodos necesarios para que los objetos virtuales cumplan con las funcionalidades requeridas en el “UdlaVerso”. Esta representación estructural ayudó a detallar cómo los diferentes componentes del sistema colaboran entre sí, asegurando que cada elemento responda a las necesidades específicas del entorno de enseñanza.

Por otro lado, el diagrama de despliegue ofreció una visión clara de la distribución de los componentes en la infraestructura virtual, identificando los nodos y las conexiones necesarias para una implementación eficiente del módulo en el UdlaVerso. En conjunto, estos diagramas fueron piezas clave para llevar a cabo un diseño coherente y eficaz, brindando a docentes y estudiantes una plataforma estable y funcional para explorar los conceptos de campo y potencial eléctrico en un contexto inmersivo y didáctico.

En la fase de construcción, se logró implementar siete escenarios interactivos y funcionales en el “UdlaVerso”, cada uno diseñado cuidadosamente para promover el aprendizaje de fenómenos y conceptos de electricidad. El escenario inicial, la cancha de hockey, permite a los usuarios visualizar y experimentar con campos eléctricos al mover discos cargados que generan líneas de campo, observando sus comportamientos en presencia de diferentes cargas. El siguiente escenario, un circuito de semáforos con enfoque en energías renovables, ayuda a los usuarios a explorar el funcionamiento de circuitos eléctricos y a realizar cálculos de resistencia, voltaje e intensidad de corriente. Además, pueden encender o apagar los semáforos para observar cómo una falla afecta la continuidad del circuito, lo cual facilita la comprensión de circuitos en serie y en paralelo. Estos entornos ofrecen una experiencia práctica y visual que fortalece el aprendizaje teórico.

A medida que avanzaba la fase de construcción, se crearon escenarios más complejos como la cancha de volleyplaya, donde se aborda la polarización de cargas y los efectos de un condensador. El laboratorio de la ley de Ohm, por su parte, facilita la interacción con el concepto de proporcionalidad inversa entre corriente y resistencia, mediante instrumentos de medición simulados. Otros escenarios, como el circuito automovilístico y el sistema de riego automático, proporcionan un enfoque práctico del flujo de electrones y la ley de Ohm. En estos entornos, los estudiantes pueden modificar variables y observar sus efectos en el sistema.

Además, el sistema de riego incluye una evaluación mediante preguntas, que permite comprobar el conocimiento adquirido. Cada uno de estos escenarios emplea scripts en lenguaje LSL para personalizar el comportamiento de los objetos, lo que añade un nivel de interactividad esencial para que los estudiantes experimenten de forma práctica conceptos de circuitos y campos eléctricos. La construcción de estos escenarios con sus respectivas funcionalidades demuestra el éxito de esta fase en la creación de un entorno inmersivo y didáctico que fomenta un aprendizaje significativo.

Referencias Bibliográficas

- Contenido Programático Ingeniería de Sistemas (2013).
<https://drive.google.com/drive/folders/1u5aw2FiP4IDtD3xMG-m6i1xLLY7Tl8b4>
- Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (2009). Información básica de SCRUM. *California: Scrum Training Institute*, 1-20.
https://goodagile.com/scrumprimer/scrumprimer_es.pdf
- Estévez, E., García, A. S., García, J. G., & Ortega, J. G. (2017). Aproximación Basada en UML para el Diseño y Codificación Automática de Plataformas Robóticas Manipuladoras. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 14(1), 82-93.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697791216300528>
- Fachal, A., Abásolo, M. J., & Sanz, C. V. (2024). Experiencia Educativa con Personas con Discapacidad Auditiva mediante el uso de Entornos Virtuales 3D en OpenSim. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (38), e14-e14.
<https://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/TEyET/article/view/2842/1928>
- Falcón, G. L. (2014). Producción del curso virtual sobre el uso del software “OpenSim” como herramienta de apoyo didáctico. *Revista de lenguas modernas*, (21).
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rlm/article/view/17415>
- García Peñalvo, F. J., y Pardo Aguilar, C. (1998). Diagramas de Clase en UML 1.1. *Revista Profesional para Programadores (RPP)*, 38, 71-76.
<https://gredos.usal.es/handle/10366/121969>
- García Toribio, G., Polvo Saldaña, Y., Hernández Mora, J. J., Sánchez Hernández, M. J., Nava Bautista, H., Collazos Ordóñez, C. A., & Hurtado Alegría, J. A. (2019). Medición de la usabilidad del diseño de interfaz de usuario con el método de evaluación heurística: dos casos de estudio. *Revista colombiana de computación*, 20, 23-40.
https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/8828/2019_Medici%C3%B3n_de_la_usabilidad.pdf?sequence=1
- Gutiérrez, D. (2011). Casos de uso Diagramas de Casos de Uso. *Gutierrez, Demián*, 1, 45.
https://www.academia.edu/download/38141185/UML_clase_02_UML_casos_de_uso.pdf
- Hernández González, B., Ramírez Ramírez, T., & Mar Cornelio, O. (2019). Sistema para la auditoría y control de los activos fijos tangibles. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 128-134.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202019000100128&script=sci_arttext
- Íñigo, P. G. (2012). Diseño de Actividades de Aprendizaje de una Lengua de Especialidad con Opensim. *International Social Sciences Review/Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 1(1). <https://edulab.es/revSOCIAL/article/view/1206/764>
- Jaramillo-Mujica, J. A., Morales-Avella, L. F., & Coy-Mondragón, D. M. (2017). Una experiencia en el uso de metaversos para la enseñanza de la física mecánica en

- estudiantes de ingeniería. *Revista Digital Educación en Ingeniería*, 12(24), 20-30.
<https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/download/778/324>
- Pedraza-Jiménez, R., Blanco, S., Codina, L., & Cavaller, V. (2013). Diseño conceptual y especificación de requerimientos para el desarrollo y rediseño de sitios web. *Profesional de la información*, 22(1), 74-79.
<https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/epi.2013.ene.10/17835>
- Rodríguez, C., & Dorado, R. (2015). ¿Por qué implementar Scrum? *Revista Ontare*, 3(1), 125-144. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8705520>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). La guía definitiva de Scrum: las reglas del juego. <https://repositorio.uvm.edu.ve/items/00f89266-866c-44af-8a31-a8f3c19b8c8b>
- Vidal, C. L., Rivero, S. E., López, L. P., & Pereira, C. A. (2014). Propuesta y Aplicación de Diagramas de Clases UML JPI. *Información tecnológica*, 25(5), 113-120.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642014000500016&script=sci_arttext
- Zapata, C., & Tamayo, P. (2009). Generación del diagrama de casos de uso a partir del lenguaje natural o controlado: una revisión crítica. *Dyna*, 76(159), 193-203.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532009000300020&script=sci_arttext

CAPÍTULO 2. Sistema de Simulación Dinámica de Movimiento para el Aprendizaje del Método Runge-Kutta.

<https://doi.org/10.64325/6bnkgg94>

Autores

Yuliana Andrea Trejos Bobadilla

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0009-0005-8559-3507>

Diva Natalia Vargas Tovar

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0009-0001-3595-7625>

Edwin Eduardo Millán Rojas

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0000-0002-4258-4601>

Como citar: Trejos Bobadilla, Y. A., Vargas Tovar, D. N., & Millán Rojas, E. E. (2025). Sistema de Simulación Dinámica de Movimiento para el Aprendizaje del Método Runge-Kutta. En E. E. Millán Rojas (Ed.), *Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas* (pp. 47-74). Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/6bnkgg94>

Resumen

La implementación y comprensión de métodos numéricos iterativos, el desarrollo de un sistema de simulación dinámica de movimiento basado en el método Runge Kutta presenta desafíos pedagógicos significativos en la enseñanza de métodos numéricos iterativos aplicados a un sistema físico complejo, se utilizó la metodología ágil eXtreme Programming (XP), para priorizar la eficiencia en el desarrollo del sistema, la interacción continua entre los desarrolladores y usuarios finales, permitió crear un sistema interactivo y preciso que además opera en tiempo real. El sistema incluye un motor de simulación de alto rendimiento que optimiza la velocidad en la que opera el sistema, la precisión numérica y la eficiencia algorítmica lo que permite parametrizar las trayectorias dinámicas, la arquitectura modular que presenta el proyecto permite la escalabilidad y flexibilidad, mientras que la interfaz facilita la manipulación dinámica de parámetros, el análisis de errores numéricos y la interpretación de resultados. El sistema permitirá a los usuarios realizar simulaciones con múltiples objetos, observar trayectorias en tiempo real y analizar datos detallados como pasos de integración, intervalos de tiempo y errores estándar, esto fomenta la comprensión de conceptos complejos y apoya

decisiones fundamentadas en contextos académicos. La implementación del método Runge Kutta en la simulación asegura la precisión en el cálculo de la trayectoria definida por el objeto y la adaptabilidad de parámetros, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje en los usuarios, las futuras mejoras incluyen la incorporación de algoritmos para el análisis de datos, exportación de resultados y la visualización gráfica intuitiva. Este proyecto destaca la efectividad de los entornos virtuales como herramientas educativas, promoviendo la comprensión de los métodos numéricos a través de la interacción dinámica con el sistema.

Palabras Claves: Simulación dinámica; método Runge-Kutta; eXtreme Programming; métodos numéricos

Abstract

The implementation and understanding of iterative numerical methods, along with the development of a dynamic motion simulation system based on the Runge-Kutta method, present significant pedagogical challenges when teaching iterative numerical methods applied to complex physical systems. The agile methodology eXtreme Programming (XP) was employed, prioritizing development efficiency and continuous interaction between developers and end users. This approach enabled the creation of an interactive, accurate, and real-time operating system. The system features a high-performance simulation engine that optimizes execution speed, numerical precision, and algorithmic efficiency, allowing the parametrization of dynamic trajectories. Its modular architecture provides scalability and flexibility, while the user interface facilitates dynamic parameter manipulation, numerical error analysis, and result interpretation. The system enables users to perform simulations with multiple objects, observe trajectories in real time, and analyze detailed data such as integration steps, time intervals, and standard errors. This fosters a deeper understanding of complex concepts and supports informed decision-making in academic contexts. The implementation of the Runge-Kutta method in the simulation ensures precision in calculating object-defined trajectories and adaptability of parameters, thereby enriching the learning experience for users. Future improvements include the incorporation of data analysis algorithms, result export capabilities, and intuitive graphical visualization. This project highlights the effectiveness of virtual environments as educational tools, promoting the understanding of numerical methods through dynamic interaction with the system.

Keywords: Dynamic simulation; Runge-Kutta method; eXtreme Programming; numerical methods

Introducción

El proyecto de investigación tuvo como objetivo principal desarrollar un sistema de simulación dinámica de movimiento para el aprendizaje del método Runge-Kutta, enfocado en un entorno virtual interactivo, la implementación de herramientas virtuales facilita los procesos de enseñanza y aprendizaje beneficiando a estudiantes y docentes, además fomenta una interacción activa que permite a los usuarios desarrollar múltiples competencias de aprendizaje (Sabaduche, 2015).

El sistema se desarrolló dentro el contexto del programa de ingeniería de sistemas, teniendo énfasis en la enseñanza del método Runge-Kutta, contenido temático que pertenece a la asignatura de Métodos Numéricos de la universidad de la amazonia, la implementación del método en el sistema busca fortalecer el aprendizaje practico y conceptual de los estudiantes, mediante el uso de herramientas virtuales avanzadas adaptadas al entorno educativo.

Durante los últimos años, la educación ha evolucionado de manera significativa debido a los avances tecnológicos, el uso de herramientas virtuales ha transformado el proceso de enseñanza- aprendizaje tradicional, y ha fomentado la interactividad en la enseñanza haciendo que los estudiantes sientan más atracción por este método de enseñanza. Los estudiantes enfrentan diferentes desafíos en la adaptación y aprendizaje en la educación tradicional, desafíos que se buscan superar de tal manera que garantice una educación de calidad para los estudiantes (Robles *et al.*, 2022).

Este proyecto surge como respuesta a las dificultades que enfrentan los estudiantes y docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos matemáticos y físicos en la educación tradicional, la falta de herramientas interactivas y accesibles, dificultan el aprendizaje de métodos con un alto nivel de complejidad como lo es el método de Runge-Kutta, la simulación de trayectorias y el análisis de variación de resultados al modificar parámetros como el número de pasos o intervalos, son parámetros que a simple vista no se pueden ejecutar en el método tradicional que limita la capacidad de aprendizaje y aplicación del método Runge-Kutta. Por lo tanto, el sistema busca abordar estas limitaciones, realizando una plataforma que facilite la

comprensión y el análisis de estos conceptos para mejorar la calidad de enseñanza en la Universidad de la Amazonia.

La metodología implementada en el proyecto de investigación fue la metodología eXtreme Programming (XP), metodología ágil que se enfoca en el trabajo colaborativo entre los actores involucrados en el sistema y la capacidad de adaptación a cambios durante el proceso de desarrollo del proyecto (Wang, Conboy & Cawley, 2012). Durante el proceso de elaboración del sistema, los desarrolladores y el cliente mantienen una comunicación constante para poder realizar mejoras al producto final y que este cumpla con las necesidades del usuario y el objetivo principal, crear un sistema de simulación dinámica de movimiento para el aprendizaje del método Runge-Kutta.

La herramienta virtual implementada para el diseño del proyecto fue FireStorm, un visor de código abierto que permite la creación de mundos virtuales, además, se utilizó visual paradigma para diseñar los diagramas implementados, que incluyen el diagrama de casos de uso, el diagrama de clases y el diagrama de despliegue, los cuales funcionan como guía para los desarrolladores de cómo está estructurado el sistema. Los diagramas UML (Lenguaje Unificado de Modelado) son representaciones graficas que permiten modelar un software, además facilita la comprensión y el diseño de los sistemas (Cortez, Páez & Simanca, 2021). Debido a la metodología que se aplicó a el proyecto, se realizaron diferentes ajustes obtenidos mediante la retroalimentación de los diagramas UML, lo cual garantizo las expectativas de los usuarios.

Como resultado se implementaron cuatro escenarios al sistema, cada uno con el objetivo de abordar el concepto del método Runge-Kutta, estos escenarios permiten que los usuarios comprendan mejor el tema, fomentando la participación de los estudiantes. Además, se aplicaron encuestas a los docentes que imparten la materia métodos numéricos en la universidad de la amazonia, donde se expresó una gran satisfacción por el desarrollo y uso de las simulaciones dentro del entorno virtual, también se ha demostrado que la incorporación de tecnologías interactivas en el aprendizaje contribuye eficazmente a la retención y comprensión de conceptos abstractos. El proyecto está organizado en secciones que describen la metodología empleada, los resultados obtenidos mediante la evaluación del sistema y las

conclusiones del proyecto, destacando la importancia de implementar el sistema de simulación dinámica de movimiento para el aprendizaje del método Runge-Kutta.

Materiales y métodos

En el desarrollo de software, la correcta elección de una metodología para la implementación de un sistema es importante para garantizar el éxito de un proyecto, especialmente cuando se trata de un entorno dinámico y cambiante, la implementación de la metodología Extreme Programming (XP) es una solución para proyectos que requieran de cambios y colaboración continua en el desarrollo, como en el caso de un Sistema de Simulación Dinámica de Movimiento utilizando el Método de Runge-Kutta donde se fundamenta en los principios de la metodología Extreme Programming (XP), que se centra en la adaptabilidad y la mejora continua.

Según la investigación realizada por Beck & Andrés (2004), la metodología XP facilita a los desarrolladores del software realizar cambios a los requisitos del sistema en cualquier fase de proyecto, lo que es fundamental en un proyecto donde las variables pueden cambiar debido a nuevas condiciones, además, Extreme Programming permite una constante comunicación y colaboración entre los actores implicados en el proyecto, lo que es fundamental para asegurar el éxito del sistema. La comunicación continua entre los actores les facilita a los desarrolladores realizar ajustes en el sistema de manera oportuna, cumpliendo con el objetivo principal y la satisfacción de los usuarios (Beck & Andrés, 2004).

La metodología XP promueve la responsabilidad y la transparencia durante la fase de construcción del proyecto, por lo que los miembros del equipo de desarrollo se sienten comprometidos con el correcto funcionamiento del proyecto, lo que garantiza que el sistema termine sea eficiente, y se adapte a los cambios constantes que requiera el usuario final. La metodología XP enfatiza en la importancia de realizar pruebas continuas al sistema, lo que permite adaptar el sistema a constantes cambios, asegurar la calidad y el correcto funcionamiento del software (Letelier & Penadés, 2006). Para la construcción del proyecto se implementó el visor 3D “Firestorm”, un visor de código abierto que permite el acceso al servidor “UdlaVerso”, herramienta en la cual se

desarrolló el proyecto, además para la fase de diseño, se implementó la herramienta Visual Paradigma Online, para realizar los diagramas de clases, de despliegue y de casos de uso, importantes para la estructuración del proyecto.

Fase análisis

La siguiente tabla muestra los contenidos de la materia de métodos numéricos, donde se evidencia el método Runge-Kutta y otros contenidos afines. El contenido temático abordado en este proyecto de investigación es fundamental ya que permite aproximar la solución de estas ecuaciones que, en muchos casos, no pueden resolverse de manera exacta, mediante cálculos iterativos

Tabla 1. *Contenido temático métodos numéricos, unidad 4*

unidad 4: Integración y derivación numérica	descripción
Integración numérica	Descripción de la integración numérica y su aplicación con el método Runge-Kutta.
Derivación numérica	Descripción de la derivación numérica evaluando la función en puntos cercanos.
Ecuaciones diferenciales ordinarias	Descripción de las ecuaciones diferenciales ordinarias y su resolución mediante el método Runge-Kutta.

Nota. Contenido temático del área de métodos numéricos, unidad 4. Fuente: Universidad de la Amazonia.

A partir de esta temática, se desarrolló una investigación detallada con el fin de profundizar en el tema y así poder realizar un proyecto más participativo y claro, una vez realizada la investigación sobre el tema, se utilizó como método de recolección de datos la entrevista, la cual permitió obtener información detallada de las personas involucradas en el proyecto de investigación (Diaz *et al*, 2013). La entrevista realizada a el docente, se implementaron diferentes preguntas que permitieron conocer acerca del tema que se quería abordar en el proyecto, al igual que con la entrevista realizada a el tutor de los desarrolladores, a continuación, se visualizan las preguntas formuladas y la estructura diseñada para evaluar y aplicar conceptos teóricos.

Tabla 2. *Entrevista aplicada a el docente.*

1.	¿Tiene usted conocimiento acerca de la herramienta de Udla Verso (en caso de que no sepa, explicarle de que se trata)
2.	¿Cómo enseñas actualmente conceptos relacionados con el movimiento de objetos o sistemas dinámicos?
3.	¿Qué opinas sobre el uso de herramientas computacionales para enseñar y analizar trayectorias en tiempo real?
4.	¿Qué recursos digitales o simuladores usas en tus clases para enseñar conceptos matemáticos o científicos?
5.	¿Cómo integrarías un sistema de simulación como este para que los estudiantes comprendan mejor el movimiento de objetos y su análisis?

Nota. Entrevista desarrollada y aplicada docente que maneja la asignatura de métodos numéricos. Fuente: elaboración propia.

Una vez formuladas las preguntas para la entrevista, estas fueron presentadas a un experto en el desarrollo de campus virtual 3D, específicamente en la plataforma "UdlaVerso" (código interno No. 600.6.716, Acta 010 del 02 de noviembre de 2023), cuyo objetivo es articular el proceso misional de docencia en la Universidad de la Amazonia. El propósito de esta validación fue comprobar si las preguntas que se formularon cubren adecuadamente las necesidades del usuario.

La entrevista fue realizada a través de WhatsApp con el docente encargado de dictar la materia de métodos numéricos. Dado que el docente no estaba familiarizado con el proyecto "UdlaVerso" se le explicó previamente el concepto de este, y luego se procedió a realizar la entrevista. Posteriormente, los datos obtenidos fueron organizados en lenguaje natural, con el fin de facilitar su análisis y describir de manera clara cada aspecto relevante para el desarrollo del módulo interactivo. Este proceso aseguró que el diseño del prototipo de realidad aumentada se adapte a las necesidades tanto de los estudiantes como de los docentes expertos en la materia, garantizando su funcionalidad y atractivo.

Fase de construcción

La fase de construcción comenzó tras completar la fase de análisis y el levantamiento de requisitos, esta etapa, se enfocó en el desarrollo y diseño de los componentes que integran el proyecto de investigación, implementando las funcionalidades principales del sistema, para posteriormente llevar a cabo pruebas y garantizar que el sistema opera de manera eficiente, la integración de herramientas tecnológicas de aprendizaje mejoró la accesibilidad y la interacción en el proceso educativo, superando las limitaciones físicas de la enseñanza tradicional, también, las herramientas tecnológicas fomentaron la participación activa de los estudiantes, promoviendo el aprendizaje colaborativo (Tzenguzha *et al*, 2021). También, cada fase de construcción en el sistema de simulación dinámico fue documentado, y se implementaron cambios pertinentes para la satisfacción de los usuarios.

Durante la fase de construcción, se implementó el diagrama de casos de uso, el cual es un lenguaje de modelado unificado que permite la visualización de las relaciones entre los actores involucrados para conocer las acciones a realizar por cada uno de estos actores dentro del proyecto, para realizar el diagrama de casos de uso se parte de los requisitos funcionales que fueron creados en la fase de análisis del sistema y enfocándose desde el punto de vista de los usuarios (Arias, 2016). Una vez diseñado el diagrama, se realizan las especificaciones de casos de uso, que describen detalladamente la interacción de los usuarios con el sistema e incluyen información sobre los pasos a seguir para cada uno de los casos de uso, permitiendo detectar inconsistencias o problemas antes de implementarse en el sistema. Adicionalmente, se detallaron los actores involucrados, los requisitos asociados y los resultados esperados en cada interacción con el sistema, asegurando un diseño claro y funcional.

Posteriormente, se implementó el diagrama de clases, uno de los diagramas estructurales UML que permite visualizar la estructura del sistema con sus clases, atributos, métodos, cardinalidades y las relaciones que existen entre las clases, este tipo de diagrama representa los recursos necesarios para la construcción y operabilidad del sistema (Vidal *et al*, 2014). Su construcción es clave para identificar como se asocia, se hereda o se compone un sistema, esto facilita la comprensión y comunicación con los

demás actores involucrados, dentro del proyecto de investigación, en el marco del proyecto de investigación el diagrama de clases es fundamental para identificar los objetos que requieren interactividad.

Además, se diseñó el diagrama de despliegue, un diagrama estructurado que representa la arquitectura del sistema desde la perspectiva de la distribución de los artefactos de software, permitiendo representar los elementos en el físicos y lógicos (Sayas y Garcia, 2014). Este diagrama de despliegue representa de manera clara como se distribuyen los componentes del sistema en la infraestructura de hardware, como los servidores y los equipos, también se especificó las tecnologías de comunicación que se implementaron, como aplicaciones, base de datos o configuraciones, que permitieron garantizar que el entorno de despliegue sea capaz de soportar el sistema de manera eficiente.

Adicionalmente, se realizó un boceto a mano alzada basado en las entrevistas realizadas a los docentes, lo que permitió organizar las ideas y visualizar los diferentes escenarios que se implementaron en el proyecto. Este proceso fue fundamental, ya que, a partir de los bocetos, se logró obtener una representación más precisa de cómo se visualizaría la simulación dinámica de movimiento para el aprendizaje del método Runge-Kutta en el entorno de realidad aumentada. El proceso de construcción de los escenarios inicio con la elaboración de la estructura denominada piscina, que representa el entorno general donde se ejecutara el proyecto, posteriormente se incorporaron los equipos donde el usuario seleccionara el objeto con el que quiere marcar la trayectoria, de esta manera se logra obtener una representación precisa en términos de organización de los escenarios.

Fase evaluación

En esta fase de evaluación, se empleó el visor Firestorm, para acceder al ‘UdlaVerso’ una herramienta de código abierto, la cual requirió de un proceso de instalación, el visor se descargó desde el sitio oficial de Firestorm y se completó la configuración siguiendo el asistente de instalación, habilitando el inicio de sesión, para

así acceder al entorno, por medio de las credenciales que fueron asignadas con anticipación por el ingeniero a cargo.

Además, se realiza un análisis detallado de los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo, con el objetivo de evaluar la calidad del producto desarrollado y su alineación con las expectativas de los usuarios. Esto incluyó una revisión exhaustiva de la plataforma interactiva, observando si los usuarios eran capaces de comprender y aplicar los conceptos físicos y matemáticos a través de la simulación. Se verificó que la herramienta sea intuitiva, fácil de usar y, lo más importante que realmente mejorara el proceso de aprendizaje en los estudiantes, a partir de los resultados obtenidos durante la evaluación se pudieron realizar ajustes y mejoras necesarias para optimizar el funcionamiento del sistema y asegurar que se cumpla con el propósito educativo.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de proyecto “simulación dinámica de movimiento para el aprendizaje del método Runge-Kutta” el cual implementó la metodología XP en el contexto de la educación interactiva. Se incluye un análisis detallado de los datos recopilados mediante las encuestas aplicadas a los docentes encargados de la asignatura de métodos numéricos, así como un análisis exhaustivo de los diseños y la construcción de los escenarios. A continuación, se presentan los resultados de las fases anteriormente mencionadas.

Resultados de la fase de análisis

La temática seleccionada se presenta de manera detallada en la tabla 2.1, que describe la unidad 4 de la asignatura Métodos Numéricos en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Amazonia. Esta unidad fue utilizada como base para la creación de la “simulación dinámica de movimiento para el aprendizaje del método Runge-Kutta” con el objetivo de facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Tras realizar la investigación exhaustiva sobre el tema, se procedió a realizar una encuesta a el docente encargado de dictar la materia métodos numéricos, el formulario consolidado para la entrevista se encuentra en la tabla 2.

A continuación, se presentan las respuestas obtenidas través de la entrevista realizada al docente encargado, destacando los aportes claves que contribuyeron al desarrollo del proyecto.

Tabla 3. *Respuesta de la entrevista*

1. ¿Tienes conocimiento de que se trata el UdlVerso? (En caso de que no esté familiarizado, me gustaría explicarte brevemente de qué se trata).
Un estudiante de otro semestre lo socializó, al igual que participe del congreso que se realizó en el Udlaverso.
2. ¿Cómo enseñas actualmente conceptos relacionados con el movimiento de objetos o sistemas dinámicos?
Actualmente modelamos aplicaciones como trayectoria de planetas alrededor del sol, trayectoria de satélites, tractores biológicos (fermentadores), trayectorias de balones de fútbol, clavado entre otras muchas aplicaciones.
3. ¿Qué opinas sobre el uso de herramientas computacionales para enseñar y analizar trayectorias en tiempo real?
Deben usarse los recursos disponibles incluida la inteligencia artificial, software de análisis numérico como Python, ambientes de trabajo colaborativo como Google Colab, ambientes de realidad aumentada para disfrutar más de la experiencia de aprender.
4. ¿Qué recursos digitales o simuladores usas en tus clases para enseñar conceptos matemáticos o científicos?
Uso Python, y Google Colab. Construimos los simuladores a partir de la solución de sistemas de ecuaciones diferenciales.
5. ¿Cómo integrarías un sistema de simulación como este para que los estudiantes comprendan mejor el movimiento de objetos y su análisis?
¿Cómo se integra? No tengo mucha idea de la implementación, pero como usuario o estudiante sería ideal que el ambiente de simulación permitiera generar cambios en las variables de entrada como velocidad inicial del objeto (U objetos) ángulo, masas. Y que mostrará la animación de la solución mediante un ambiente gráfico 3D de la trayectoria.

Nota. Entrevista y respuesta desarrollada y aplicada al docente que maneja la asignatura de métodos numéricos. Fuente: elaboración propia.

Tras aplicar la encuesta al docente, se realizó un análisis detallado para identificar las necesidades específicas de los usuarios respecto el aprendizaje del tema propuesto, el objetivo de este análisis fue recolectar los requisitos necesarios para satisfacer a los estudiantes, asegurando el correcto funcionamiento y la eficiencia del proyecto “simulación dinámica de movimiento para el aprendizaje del método Runge-Kutta”. A continuación, se detallan los requerimientos funcionales y no funcionales identificados a partir del análisis de las respuestas obtenidas durante la entrevista con

el docente. Estos requerimientos representan elementos clave en el desarrollo de la plataforma educativa, ya que encapsulan las necesidades específicas y expectativas del usuario final, garantizando que el diseño y la implementación del sistema se alineen con los objetivos pedagógicos y operativos planteados. Los requisitos funcionales, son especificaciones que determinan el comportamiento y la funcionalidad que debe tener un sistema para cumplir con las necesidades de los usuarios (Pradel y Raya, 2010). A continuación, se presentan los requisitos funcionales.

Tabla 4. Requerimientos Funcionales

Id	Nombre	Descripción	Origen
RF001	Objetos de simulación	El administrador deberá crear múltiples objetos que el usuario podrá seleccionar y realizar la simulación.	E1_001
RF002	Seleccionar Rampa	El usuario tendrá una opción en el sistema para escoger la altura de la rampa que desea manejar.	E1_001
RF003	Objeto impulsor	El sistema contará con un objeto en cada rampa que tendrá como objetivo impulsar el objeto que el usuario seleccione para realizar la simulación.	E1_001
RF004	Numero de pasos representaci ^o n del movimiento	El sistema debe permitir que el usuario seleccione por medio de un monitor el número de pasos con el que se representara la simulación.	E1_001
RF005	Simulación del movimiento Runge-Kutta	El sistema simulara el movimiento del objeto seleccionado utilizando el método de Runge-Kutta para describir su trayectoria.	E1_001
RF006	Visualización de datos en tiempo real	El sistema debe proporcionar al usuario datos en tiempo real, como el paso, el número de intervalos, la altura, el número de operaciones, el número total de puntos y el error estándar dentro de la simulación.	E1_001
RF007	Simulación de objetos	El sistema permitirá al usuario realizar simulaciones con varios objetos para observar como el número de pasos afecta a las demás variables dentro de la simulación.	E1_001

Nota. Requisitos funcionales. Fuente: elaboración propia.

Luego de extraer los requisitos funcionales que se detallan en la tabla 4 para el desarrollo del proyecto, se procede a elaborar las especificaciones de requerimientos en el formato de IEEE para realizar un análisis detallado a cada uno de los requisitos, definiendo de manera precisa las funcionalidades y comportamientos que debe tener el sistema, de esta manera se asegura que el proyecto cumpla con las expectativas y

necesidades del usuario. A continuación, se presenta un ejemplo de especificación de requerimiento, lo cual permitirá una mejor visualización y comprensión de estos para el desarrollo el sistema

Tabla 5. *Especificación de requerimientos*

Especificación de requerimiento	
Código	R-001
Nombre	Objetos de simulación
Descripción	El administrador tendrá creado una variedad de objetos que permita hacer la simulación
Prioridad	Alta
Origen	Requisito del administrador
Usuarios	Administrador

Nota. Especificación de requerimientos. Fuente: modificado de IEEE.

A continuación, se presentan los requisitos no funcionales, según (Pérez *et al*, 2016), los requisitos no funcionales son las características técnicas que debe tener un software, para que este funcione de manera segura.

Tabla 6. *Requerimientos No Funcionales*

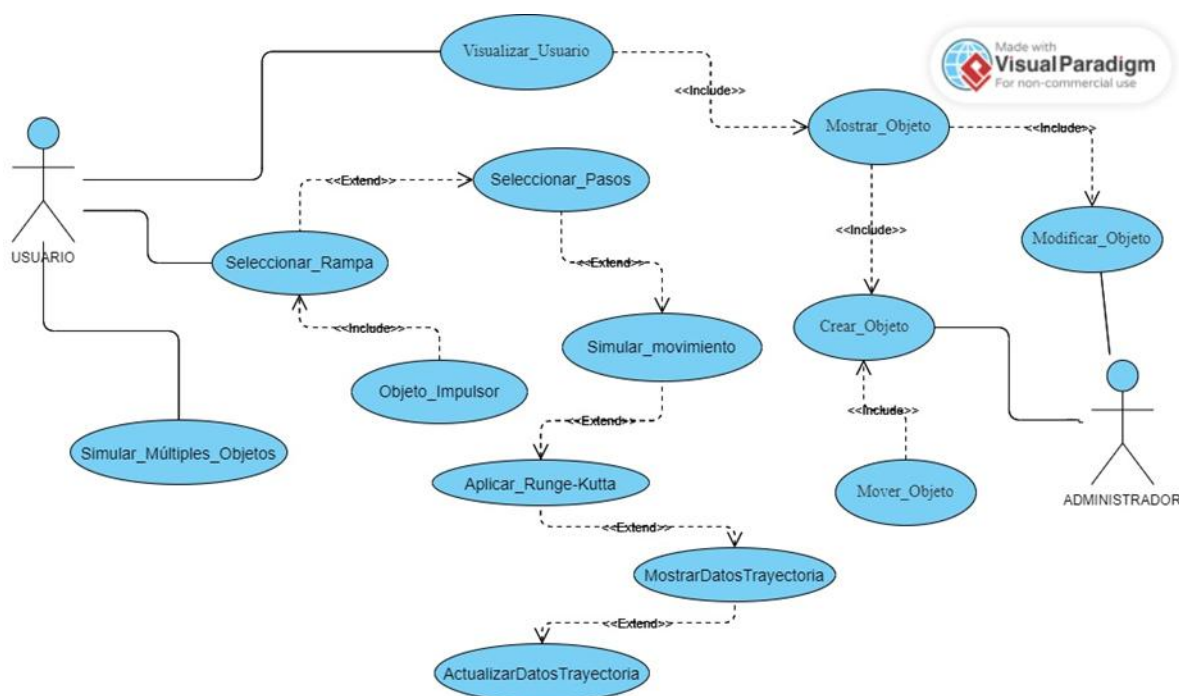
ID	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
RF001	Rendimiento	El sistema debe ser eficiente, debe generar respuestas rápidas y eficientes para el usuario sin retrasos.
RF002	Usabilidad	El sistema debe ser eficaz e interactivo, con guías para que el usuario pueda manejar el sistema.
RF003	Seguridad	El sistema contará con seguridad para proteger los datos de los usuarios y las simulaciones que genere dentro del sistema.

Nota. Requerimientos No Funcionales. Fuente: modificado de IEEE.

En la fase de construcción del proyecto, se realiza la definición de los componentes del sistema y el diseño para este mismo, donde los usuarios podrán tener conocimiento acerca de cómo funciona el sistema, teniendo en cuenta los datos que se obtuvieron durante la fase de análisis del proyecto, la fase de construcción es importante para establecer e identificar como se integran los componentes del sistema, para garantizar que se cumpla con el objetivo principal del proyecto, luego se incorporan los diagramas UML a la fase de construcción para visualizar la estructura del software, lo que permitirá identificar las funcionalidades y los alcances del sistema. El primer diagrama que se implementará al proyecto es el diagrama de casos de uso, diagrama UML que es una representación gráfica del sistema donde los actores involucrados en el proyecto interactúan y se relacionan, los diagramas de caso de uso se modelan

basándose en los requerimientos funcionales obtenidos durante la fase de análisis y que se implementan desde la perspectiva del usuario (Arias, 2006). A continuación, se implementó el desarrollo del diagrama de casos de uso elaborado en la herramienta Visual Paradigm Online.

Figura 1. Diagrama de casos de uso



Nota. Diagrama de casis de uso. Fuente: elaboración propia en Visual Paradigm.

El diagrama de caso de usos se representa en la figura 1, donde los casos de uso se representan mediante óvalos que identifican las funcionalidades del sistema, para la elaboración del proyecto se identifican dos actores principales que son el usuario y el administrador los cuales tienen roles distintos dentro del sistema, el usuario puede interactuar con el funcionamiento del sistema, es decir puede realizar las simulaciones del movimiento del objeto, visualizar la trayectoria mientras que el administrador podrá crear y modificar objetos, lo que permite visualizar que el sistema funciona diferente dependiendo del rol con el que se ingrese al sistema cumpliendo con las expectativas del usuario.

El diagrama representa las relaciones entre los casos de uso, implementando las relaciones dependiendo de si se relaciona por inclusión, el cual indica que un caso de uso depende completamente de otro para completarse, o por extensión que indica que las relaciones son funcionalidades opcionales o adicionales. Este diagrama de casos de uso se utilizó en el desarrollo del proyecto para definir y visualizar los requisitos del

sistema desde la perspectiva del usuario, lo que permitió identificar y organizar las funcionalidades del sistema, las cuales se detallan a continuación.

Una vez diseñado el diagrama de casos de uso, se procedió a realizar un análisis detallado por medio de la especificación de casos de uso para cada uno de ellos, este análisis permitió definir con claridad las acciones y las funcionalidades que los actores podrán realizar dentro del sistema. La elaboración de las especificaciones permitió identificar las necesidades de los usuarios y la solución que el sistema ofrece, también proporciona un marco estructurado para verificar si el sistema cumple con los objetivos que se establecieron.

Tabla 7. Especificación de casos de uso

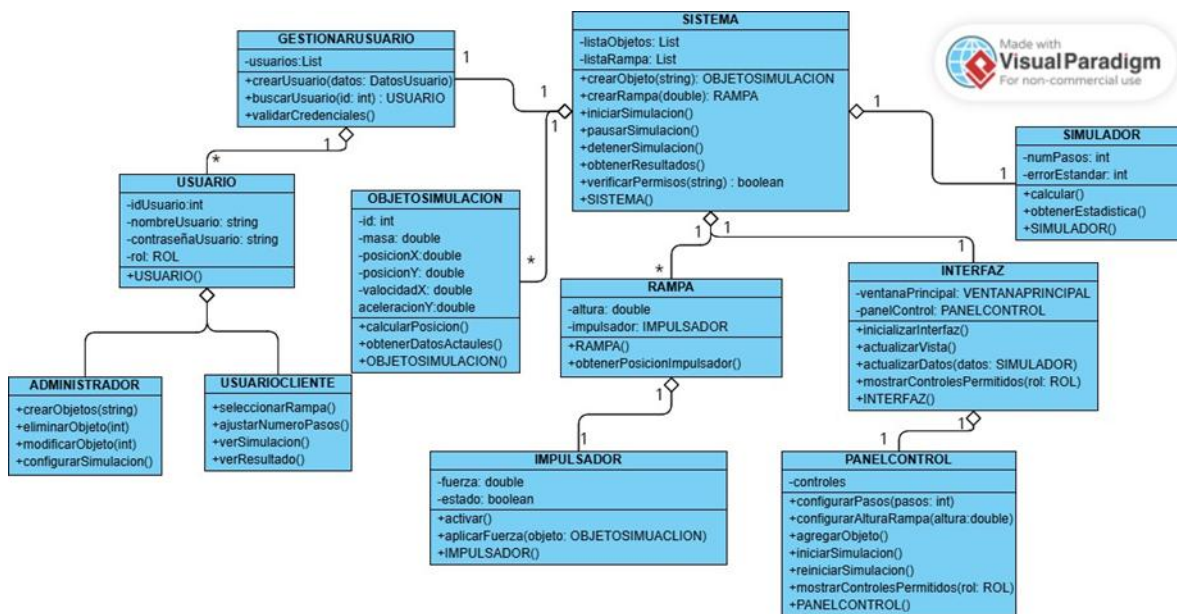
CU-<01>	CrearObjeto	
Versión	1.0	
Autores	Diva Vargas Tovar Yuliana Andrea Trejos Bobadilla	
Fuentes	R-001	
Actores:	Sistema	
Objetivos Asociados	Permitir la creación de objetos con un número variable de pasos. Casos de uso Asociados: Ninguno	
Casos de uso Asociados	Consultar_objeto	
Descripción	Permite crear un nuevo objeto con un número variable de pasos.	
Precondición	Ninguna	
Atributos	Número de objetos a crear	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El sistema solicita el número de objetos a crear.
	2	El sistema solicita el número de pasos para cada objeto.
	3	El sistema crea los objetos con los números de pasos especificados.
	4	El sistema almacena los objetos creados.
Postcondición	Los objetos han sido creados y almacenados en el sistema	
Excepciones	Paso	Acción
		Ninguna
Rendimiento	Paso	Tiempo máximo
Rendimiento Importancia	Alta	
Urgencia	Alta	
Estado	Propuesto	
Estabilidad	Estable	
Comentarios	N/A	

Nota. Formato especificación de casos de uso, Fuente: modificado de IEEE.

Resultados de la fase de construcción

A continuación, se diseñó el diagrama de clases, el cual organiza los componentes del sistema y facilita la comprensión de las interacciones entre ellos, este diagrama se desarrolló a partir de los requerimientos establecidos en la fase de análisis y las especificaciones de caso de uso, permitiendo identificar los objetos necesarios para garantizar un desarrollo estructurado. Este diagrama describe los elementos principales del sistema, como las clases, los atributos, los métodos y las relaciones. A continuación, se presenta el diagrama de clases desarrollado para el proyecto.

Figura 2. Diagrama de clases



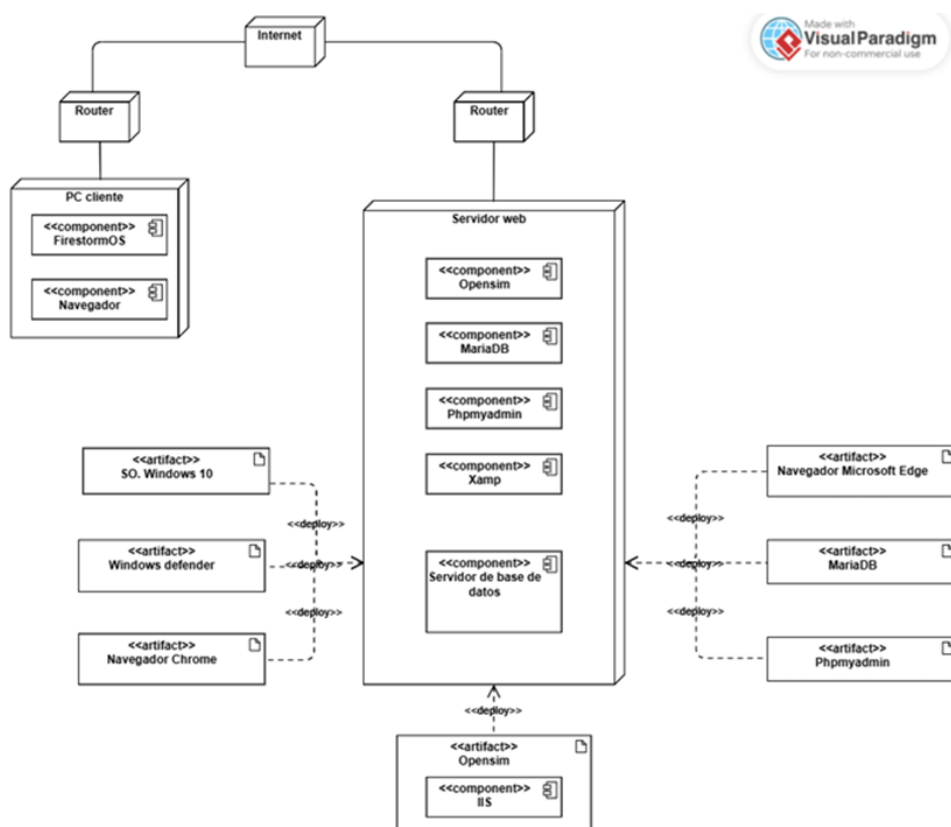
Nota. Diagrama de clases. Fuente: elaboración propia con la herramienta Visual Paradigm.

En el diagrama de clases, las clases están representadas por rectángulos, los cuales permiten crear objetos, agrupando los atributos que definen las propiedades del objeto y los métodos que indican las acciones que se pueden realizar, las relaciones entre las clases se representan mediante líneas que muestran cómo interactúan las clases entre sí, existen diferentes tipos de relaciones, entre ellas las relaciones de asociación y de herencia, las relaciones por asociación conectan clases de manera

genérica, mientras que la herencia, que es representada por un triángulo, indica que una clase hereda atributos y métodos de otra clase.

Además, se especifica la cardinalidad, que indica cuantos objetos de una clase están relacionados con los objetos de otra. El diagrama de clases se utiliza para modelar la estructura del sistema, lo que ayuda a tener una visualización de los componentes del sistema y como se relacionan entre sí, ya que proporcionan una forma clara y organizada de representar la arquitectura del sistema. Asimismo, se desarrolló el diagrama de despliegue, el cual permite visualizar la distribución de los componentes de software y hardware dentro del proyecto. Este diagrama es fundamental para comprender la estructura física y lógica del sistema, por medio de este diseño, se pueden conocer los nodos involucrados, los servidores, las conexiones y los protocolos empleados para garantizar una buena comunicación.

Figura 3. Diagrama de despliegue.



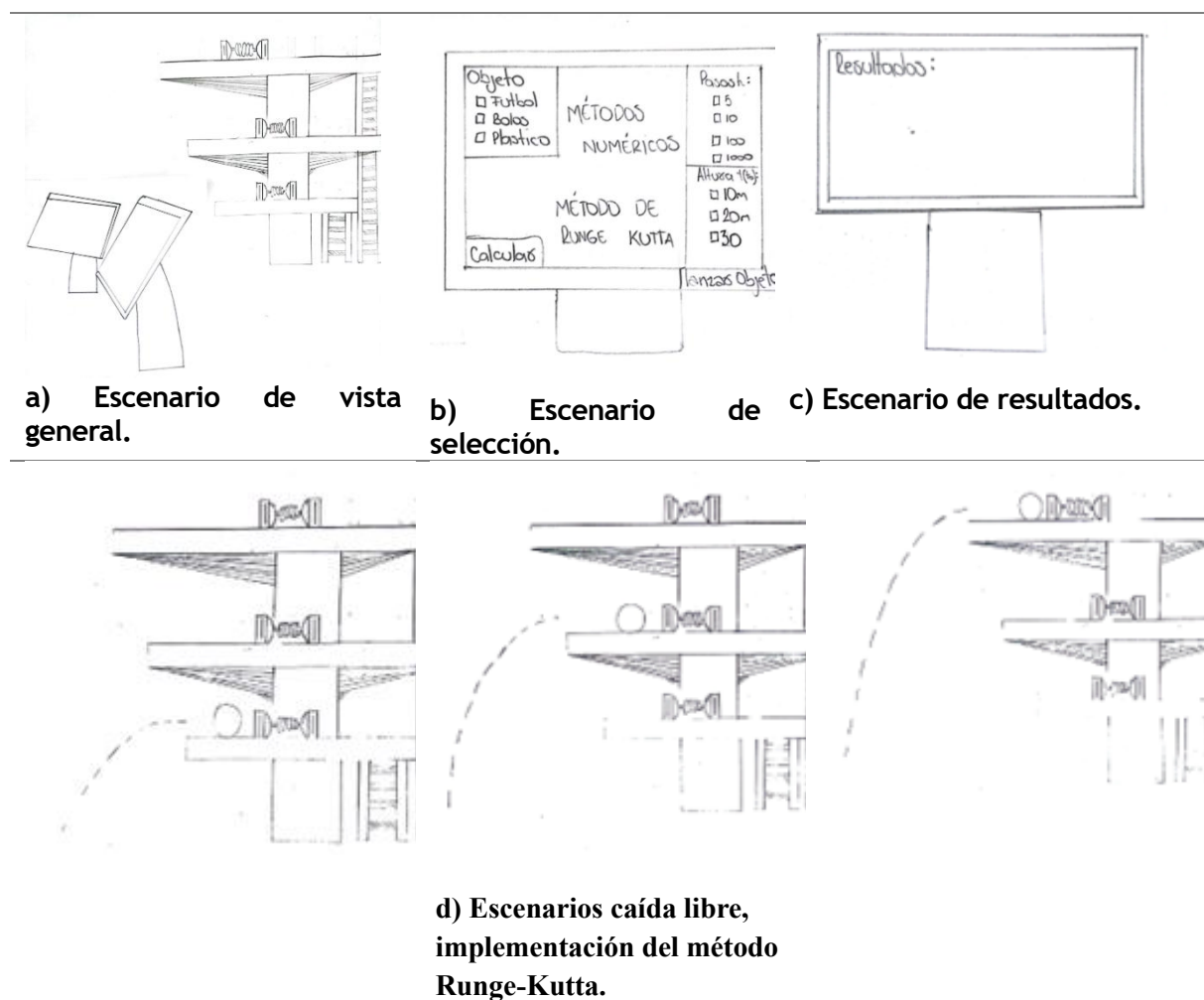
Nota. Diagrama de despliegue. Fuente: desarrollo propio usando la herramienta Visual Paradigm online.

En el diagrama de despliegue, representado en la figura 3, se identifican los nodos principales: PC cliente, servidor web e internet, el PC cliente representa el dispositivo que utiliza el usuario para interactuar con el sistema, este nodo incluye componentes como el sistema operativo y navegador web, que facilitan la conexión al servidor. El servidor web gestiona las solicitudes enviadas por los usuarios y contiene los principales servicios necesarios para el funcionamiento del sistema, los componentes del servidor incluyen Opensim, el encargado de manejar las conexiones mediante protocolos SSL/TLS, MariaDB, la base de datos utilizada para almacenar la información del sistema, Phpmyadmin, es el encargado de proporcionar una interfaz gráfica para la administración de la base de datos MariaDB.

Además, el servidor utiliza una plataforma XAMPP para integrar servicios como Apache y PHP, necesarios para el desarrollo y ejecución de aplicaciones web, por último, el servidor web contiene un componente IIS, que sirve para gestionar las solicitudes web y las conexiones. El internet actúa como intermediario entre el cliente y el servidor, permitiendo la comunicación entre ambos nodos, por medio de un router, reflejando como el sistema está distribuido físicamente por una red y como se conectan en un entorno real los dispositivos, las relaciones entre los nodos y componentes se representan por medio de líneas y flechas, las cuales indican las conexiones directas o dependencias entre los elementos. El diagrama de despliegue se utiliza para visualizar como están organizados los componentes del sistema y como interactúan entre sí.

En esta fase de proyecto también se diseñaron bocetos, los cuales permiten a los usuarios obtener una visión más clara de cómo se visualizara gráficamente el sistema, estos bocetos se elaboraron a mano, basándose en los requisitos funcionales del proyecto y los diagramas UML implementados con anterioridad en el sistema, la creación de los bocetos permitió a los diseñadores realizar una disposición adecuada de los elementos con los que los usuarios interactúan dentro del sistema de simulación, permitiendo tener una organización coherente y funcional, facilitando una experiencia de aprendizaje de calidad. A continuación, se implementaron los bocetos de la plataforma interactiva.

Figura 4. Bocetos iniciales de los escenarios.



Nota. Bocetos iniciales del sistema. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se elaboraron los escenarios diseñados en la Figura 5, en el entorno virtual, el diseño del sistema fue creado en un entorno acuático centrado en una piscina que refleja un ambiente sereno, este entorno incluye elementos visuales como palmeras y los trampolines desde donde se ejecutara el procedimiento de caída libre para el aprendizaje del método Runge-Kutta. En este primer escenario, el usuario podrá observar todas las plataformas montadas y las plataformas con las cuales el usuario podrá interactuar.

Figura 5. *Escenario de vista general.*



Nota. Elaboración de los objetos 3D iniciales de las zonas definidas. Fuente: elaboración propia.

El siguiente escenario permite a los usuarios interactuar con el monitor, seleccionando los datos necesarios para realizar la simulación, como el objeto, la altura y el número de pasos, con el fin de realizar los diferentes cálculos correspondientes de la simulación.

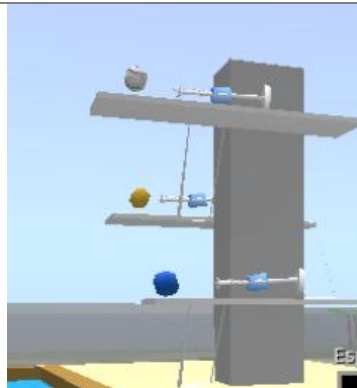
Figura 6. *Escenario de selección.*



Nota. Selección de variables de simulación. Fuente: elaboración propia.

El siguiente escenario, correspondiente a la caída libre, se implementará el método Runge Kutta. Una vez que el usuario haya seleccionado las variables en el escenario anterior, los objetos seleccionados se ubicarán en la plataforma teniendo en cuenta la altura y el número de pasos que se seleccionó, el usuario tendrá la opción de presionar un botón llamado “calcular” que iniciaría con la simulación.

Figura 7. *Escenario de simulación.*



Nota. Escenarios caída libre, implementación del método Runge-Kutta. Fuente: elaboración propia.

Por último, el escenario de resultados, una vez el usuario seleccione el botón de “calcular” en la pantalla de resultados aparecerán todos los datos que se obtuvieron al realizar la simulación de caída libre con las variables que selecciono el usuario.

Figura 8. *Escenario de resultados.*



Nota. Escenarios de resultados. Fuente: elaboración propia.

En el área de programación, para ejecutar adecuadamente la simulación e implementar la temática que se está trabajando, se procede después de la creación de todos los escenarios en “FireStorm” la implementación del script correspondiente a cada objeto, teniendo en cuenta que cada uno cumple con una función diferente.

Dando ejemplo a uno de los scripts más importantes partiendo de la creación de un monitor en 3D que tiene como objetivo facilitar la interacción del usuario con la simulación, ya que es el encargado de la elección de la altura, el objeto y el número de pasos, variables importantes para el funcionamiento de la simulación. En esta se debe

declarar los objetos “Balón Futbol, Balón Bolos, Balón Voleibol” dentro del entorno virtual para poder ser llamados y así mismo poder enlazarlos con “altura” y “números de pasos”, ya que no puede ejecutarse completamente hasta obtener todos los datos.

Ejemplo del algoritmo de ejecución del objeto

```
integer menuChanne1= -12345; // Canal del menú
key userKey; // Variable para almacenar la clave UUID del usuario
integer menuHandler;
Default
{
State_entry()
{
llistenRenove(menuHandler); // Elimina cualquier escucha previa
MenuHandler=lllisten(menuChanne1,"", NULL_KEY, "");
}
touch_star(integer total_number)
{
// Almacena la clave UUIO del usuario que tocó el objeto
userKey =llDetectedKey(0);
// Abre el cuándo se toca el objeto
llDialog(userKey, “selecciona la altura:” [“10 metros”, “20 metros”, “30 metros”],
menuChannel);
}
listen (integer channel, string name, key id, string message)
{
{
if (channel == menuChanel)
// Maneja las opciones del menú
if (message == "10 metros")
{
llOwnerSay(“has seleccionado 10 metros. Selecciona el número de pasos:”)
llDialog(userKey, “selecciona el número de pasos: [“5”, “10”, “15”], menuChannel);
llRegionSay(12345, “lanzar”);
else if (message=="20 metros")
{
llOwnerSay(“has seleccionado 20 metros. Selecciona el número de pasos:”)
llDialog(userKey, “selecciona el número de pasos: [“5”, “10”, “15”], menuChannel);
llRegionSay(123456, “lanzar”);
}
}
```

```

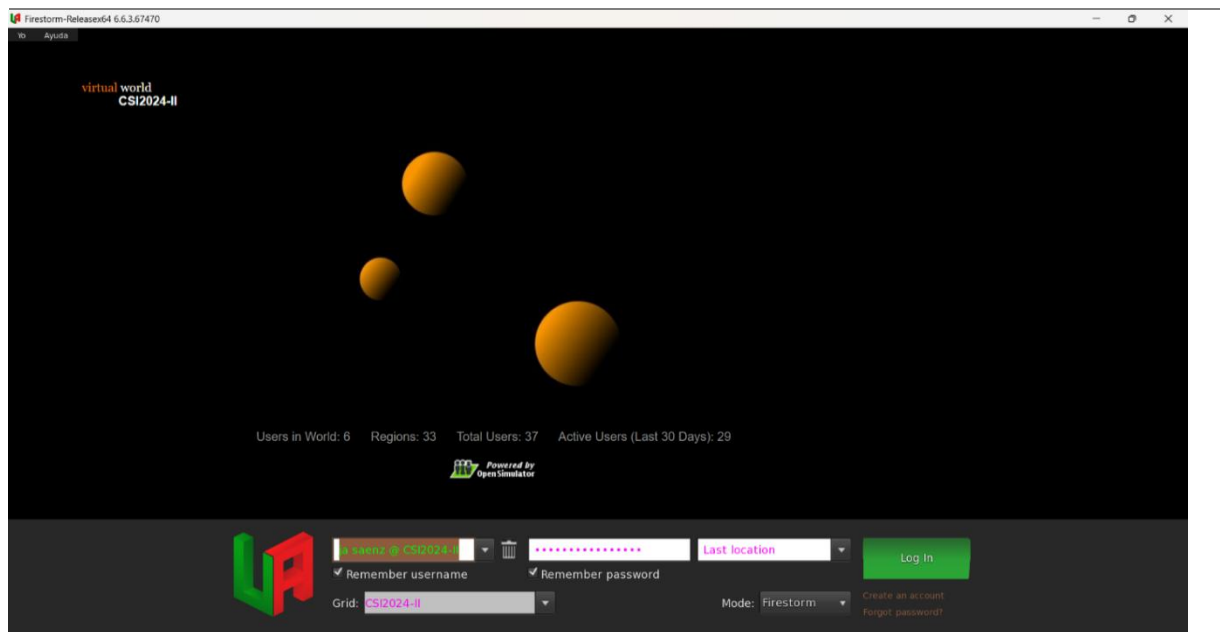
else if (message=="30 metros")
{
llOwnerSay("has seleccionado 30 metros. Selecciona el número de pasos:")
llDialog(userKey, "selecciona el número de pasos: ["5", "10", "15"], menuChannel);
llRegionSay(1234567, "lanzar");
}
{
else if (message=="5" || message=="10" || message=="15")
llOwnerSay("has seleccionado" + message+ "pasos");
}
}
}
}
}

```

Resultados de la fase de evaluación

El uso de plataformas virtuales según la investigación realizada por (Velasategui, 2017), se han establecido como una herramienta clave en las universidades, permitiendo que los docentes y estudiantes participen activamente en los procesos educativos, mediante el uso de tecnologías se facilita el acceso a la información, la comunicación y la creación de conocimientos, favoreciendo el aprendizaje de los estudiantes de manera integral. En la fase evaluativa, se realizó la instalación del visor FireStrom, una herramienta fundamental para el funcionamiento del sistema, también se configuraron de manera detallada los accesos, que se realizaron mediante la asignación de usuarios y contraseñas para cada participante, permitiendo que los usuarios puedan acceder a la plataforma de manera segura y eficiente. También se aseguró que cada participante tuviera los permisos necesarios para interactuar con la plataforma.

Figura 9. Resultado de la instalación del visor FireStorm.



Nota. Instalación y despliegue del visor FireStorm. Fuente: Interfaz principal del Visor Firestorm.

El análisis que se desarrolló al sistema demostró la importancia del uso de la herramienta Firestorm como visor para la ejecución de la simulación, demostró la eficiencia y la facilidad de uso de la plataforma con la integración del sistema que se desarrolló, los usuarios interactúan de manera dinámica con el sistema lo que permitió comprender las funciones y características de este mismo, las pruebas realizadas permitieron realizar mejoras en aspecto como la optimización de respuesta y en la interfaz para que los usuarios tuvieran una experiencia satisfactoria con el sistema.

La evaluación del sistema se desarrolló mediante actividades específicas, es decir se determinaron la implementación de algunas simulaciones para evaluar la estabilidad de la plataforma, el resultado de esta evaluación demostró que la plataforma cumplió con los requisitos y diseños establecidos en la fase de análisis y la fase de construcción del proyecto, lo que permitió garantizar una experiencia de aprendizaje eficiente y accesible para todos los usuarios.

Conclusiones

Durante la elaboración del proyecto, se implementaron diferentes aspectos para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, se realizaron sesiones de trabajo colaborativo en el cual se realizó un intercambio de ideas entre los integrantes de desarrollo para la elaboración del sistema, estas secciones fueron importantes, ya que permitieron identificar falencias en el uso de la aplicación y proponer ideas para solucionarlas en tiempo real, esto permitió realizar ajustes al desarrollo de las funcionalidades de la plataforma.

En la etapa de análisis se obtuvo información detallada sobre las necesidades de los estudiantes y la elaboración de los requisitos específicos de la plataforma, esta fase fue fundamental en la elaboración del proyecto pues permitió que los objetivos de aprendizaje y las experiencias de los usuarios finales se alinearan con las funcionalidades del sistema, lo que facilitó la implementación del diseño. La recopilación de los requisitos funcionales se realizó por medio de entrevistas, lo que permitió identificar y definir las características del proyecto, garantizando el propósito educativo del sistema adoptando las exigencias pedagógicas de la asignatura de métodos numéricos.

En la fase de construcción, se diseñaron los diagramas de clase, el cual permitió estructurar y organizar la arquitectura del sistema, al modelar las clases, con sus respectivos atributos y métodos se visualizó como interactúan los componentes dentro del proyecto, lo que facilitó la comprensión del sistema, además al proporcionar una base sólida para la implementación del sistema, los desarrolladores utilizaron el diagrama como guía para identificar las posibles mejoras que se pudieran realizar al proyecto.

El diagrama de casos de uso permitió estructurar y comprender las funcionalidades del sistema, permitiendo establecer diferencias entre las acciones que pueden realizar los actores involucrados dependiendo del rol de este mismo, el diagrama permitió visualizar las relaciones entre los casos de uso, como también las dependencias y las funcionalidades del sistema, además facilitó la identificación de los

requerimientos claves para el correcto funcionamiento del sistema cumpliendo con las necesidades del usuario.

El diagrama de despliegue identifica como los componentes del sistema de simulación están organizados y conectados en un entorno real, se detectaron los nodos principales y las herramientas empleadas en el diseño, permitiendo visualizar la integración de la funcionalidad y la eficiencia del sistema. El diagrama de despliegue desarrolla una perspectiva clara de las estructuras físicas y lógicas del sistema, identificando las conexiones y dependencias entre los nodos, lo cual permite comprender como fluye la información entre los componentes y como el sistema responde a las solicitudes del usuario. La implementación de estos diagramas en la fase de construcción aseguro la coherencia entre los componentes del sistema, la elaboración de los bocetos, facilito la organización grafica de los componentes que incorporan la plataforma y garantizar que el sistema sea atractivo y funcional para los estudiantes que quieran aprender sobre el método Runge Kutta.

En la fase de evaluación, se incorporaron ejercicios para identificar la usabilidad del sistema, con la participación de los docentes y estudiantes se realizó una retroalimentación exhaustiva, ya que proporcionaron comentarios claves para el mejoramiento de la plataforma, también se midió el impacto en aprendizaje del método Runge Kutta, los estudiantes mejoraron de manera significativa en la comprensión del método utilizando el sistema de simulación, este proceso destaco la eficiencia del uso de la plataforma, obteniendo resultados satisfactorios.

Cada una de las fases de la metodología XP que se implementó en el proyecto fue esencial y eficiente para desarrollar el Sistema de simulación dinámica de movimiento para el aprendizaje del método Runge-Kutta, permitiendo cumplir con los estándares técnicos y las expectativas de los usuarios.

Referencias Bibliográficas

- Arias, L. (2016). Lenguaje de modelamiento unificado (UML) para modelamiento de embotelladora. Revista Ingenierías Universidad Tecnológica de Pereira, 21(1).
<https://www.redalyc.org/pdf/849/84950584006.pdf>
- Arias, M. (2006). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. *Revista de Ciencias de la Computación, 10, 1-17.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a7ea175f-de13-49fd-afba-c021baf7a6d0/content>
- Beck, K., & Andres, C. (2004). Extreme programming explained: Embrace change (2^a ed.). Addison-Wesley.
[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=G8EL4H4vf7UC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Extreme+programming+explained:+Embrace+change+\(2%C2%AA+ed.\).+AddisonWesley.&ots=jcvFAvmYtl&sig=94tYG2vQaBzPEA772cP2IE1vnrc#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=G8EL4H4vf7UC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Extreme+programming+explained:+Embrace+change+(2%C2%AA+ed.).+AddisonWesley.&ots=jcvFAvmYtl&sig=94tYG2vQaBzPEA772cP2IE1vnrc#v=onepage&q&f=false)
- Cortez, J., Páez, J., & Simanca, F. (2021). Los diagramas de Unified Modeling Language (UML) para el mejoramiento de los requerimientos funcionales en el desarrollo de aplicaciones. Revista de Investigación en Tecnologías de la Información, 10(1).
https://www.researchgate.net/publication/361253874_Los_Diagramas_de_Unified_Modeling_Language_UML_para_el_Mejoramiento_de_los_Requerimientos_Funcionales_en_el_Desarrollo_de_Aplicaciones
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., & Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. Investigación en Educación Médica, 2(7).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009
- Letelier, P., & Penadés, M. C. (2006). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP).
https://www.researchgate.net/publication/26428496_Metodologias_agiles_para_el_desarrollo_de_software_eXtreme_Programming_XP
- Pérez, M., Irrazabal, E., Carrasco, R., & Coca, Y. (2016). Importancia de los requisitos no funcionales: estudio preliminar en una Universidad de Cuba.

- https://www.researchgate.net/publication/290996348_Importancia_de_los_requisitos_no_funcionales_estudio_preliminar_en_una_Universidad_de_Cuba
- Pradel, M., & Raya, M. (2010). Requisitos. Universitat Oberta de Catalunya. https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/142846/5/PLA1_Requisitos.pdf
- Robles, D., Hernández, M., Mendoza, V., & Guaña, J. (2022). La educación tradicional vs la educación virtual. Recimundo, 6(4). <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1902>
- Sabaduche-Rosillo, D. (2015). Herramientas virtuales orientadas a la optimización del aprendizaje participativo: Estado del arte. Revista SME, 6(1). https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1703/sme_v6n1_art2.pdf
- Sayas, J., & García, J. (2014). Diccionario para la emisión de informes diagnósticos. https://repositorio.uci.cu/bitstream/ident/9156/2/TD_07790_14.pdf#page=56
- Tzenguzha-Abarca, F. X., Cárdenas-Cordero, N. M., Flores-Chuquimarca, D. K., & Brito-Albuja, J. G. (2021). Herramientas virtuales de aprendizaje para el desarrollo de la lectoescritura. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 6(4), 351-375. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i4.1506>
- Velastegui, P. (2019). Plataformas virtuales y su impacto en la Educación Superior. Explorador Digital, 1(4), 5-21. <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v1i2.318>
- Vidal, C., Rivero, S., López, L., & Pereira, C. (2014). Propuesta y aplicación de diagramas de clases UML JPI. Información Tecnológica, 25(5). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000500016>
- Wang, X., Conboy, K., & Cawley, O. (2012). “Leagile” software development: An experience report analysis of the application of lean approaches in agile software development. Journal of Systems and Software, 85(6), 1287-1299. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.01.061>

CAPÍTULO 3. Entorno Interactivo en el Campus Virtual 3D “Udlaverso” para la Enseñanza de Programación Dinámica en Modelos Determinísticos

<https://doi.org/10.64325/5w6sp285>

Autores

Carlos Mauricio Roa Meneses

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0009-0003-6309-6126>

Fredy Antonio Verastegui Gonzalez

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0000-0002-0525-6879>

Lubeimar Eduardo Gallego Ruiz

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0000-0001-9117-6420>

Como citar: Roa Meneses, C. M., Verastegui Gonzalez, F. A., & Gallego Ruiz, L. E. (2025). Entorno Interactivo en el Campus Virtual 3D “Udlaverso” para la Enseñanza de Programación Dinámica en Modelos Determinísticos. En E. E. Millán Rojas (Ed.), *Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas* (pp. 75-101). Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/5w6sp285>

Resumen

En este capítulo se describe el desarrollo de una interacción dentro del entorno “Udlaverso”, un campus virtual 3D desarrollado por la Universidad de la Amazonia para la enseñanza de Programación Dinámica en Modelos Deterministas. El trabajo desarrollado se basa en la metodología Métrica Versión 3, del estándar de Ciclo de Vida de Desarrollo de Software ISO 12207, que estructura el proceso en tres fases: análisis, diseño y construcción. En esta fase se revisa el contenido temático impartido en la asignatura Modelos Determinísticos, y se construyen y se realizan las entrevistas al docente para establecer qué fue lo que les pareció más difícil a los estudiantes y qué sería necesario para llenar esos vacíos para una mejor comprensión del tema. La incorporación del simulador 3d para el proceso de enseñanza no es única en la instrucción de programación dinámica. En campos como la anatomía animal, los simuladores 3D también han demostrado ser un recurso útil para simplificar la asimilación y memorización de saberes. De acuerdo con la investigación sobre la utilización de simuladores 3D en anatomía, esta tecnología facilita a los alumnos la observación y manejo de modelos complejos,

favoreciendo una asimilación más efectiva de los conceptos mediante la experiencia práctica e inmersiva (Trujillo, 2019).

El resultado es un ambiente educativo que facilita a los alumnos la interacción práctica para la explicación de la programación dinámica. Los usuarios tienen la posibilidad de interactuar con el entorno y las variables y presenciar sus cambios de manera directa, lo que acelera el proceso de aprendizaje y fomenta una comprensión más fácil de los conceptos. El capítulo concluye destacando el impacto beneficioso de este ambiente en el proceso educativo, mostrando un instrumento revolucionario para potenciar el aprendizaje en el campo espinoso de la programación dinámica.

Palabras claves: Programación dinámica; Entornos virtuales de aprendizaje; Simulación tridimensional; Enseñanza de la informática

Abstract

This chapter describes the development of an interaction within the “Udlaverso” environment, a 3D virtual campus developed by the University of the Amazon for teaching Dynamic Programming in Deterministic Models. The work carried out is based on the Metric Version 3 methodology of the ISO 12207 Software Development Life Cycle standard, which structures the process into three phases: analysis, design, and construction. In this phase, the subject matter taught in the Deterministic Models course is reviewed, and interviews are conducted with the instructor to determine what students found most difficult and what would be necessary to fill those gaps for a better understanding of the subject. The incorporation of 3D simulators into the teaching process is not unique to dynamic programming instruction. In fields such as animal anatomy, 3D simulators have also proven to be a useful resource for simplifying the assimilation and memorization of knowledge. According to research on the use of 3D simulators in anatomy, this technology makes it easier for students to observe and handle complex models, promoting more effective assimilation of concepts through practical and immersive experience (Trujillo, 2019). The result is an educational environment that facilitates practical interaction for students to explain dynamic programming. Users have the opportunity to interact with the environment and variables and witness their changes directly, which accelerates the learning process and promotes easier understanding of concepts. The chapter concludes by highlighting the beneficial impact of this environment on the educational process, showcasing a revolutionary tool for enhancing learning in the challenging field of dynamic programming.

Keywords: Dynamic programming; Virtual learning environments; Three-dimensional simulation; Computer science education

Introducción

En el capítulo se presenta un entorno virtual 3d para el aprendizaje de la asignatura de modelos determinísticos de la carrera de Ingeniería de sistemas de la Universidad de la Amazonia, el cual el sistema se presenta como un producto de innovación enfocado al aprendizaje didáctico de temas complejos de programación dinámica, como el problema de la mochila y la ruta más corta, el cual se ve la escasez de material educativo eficiente e innovador para el aprendizaje de este, para eso este

entorno interactivo busca solventar esa necesidad, dando un sistema inversivo el cual permite llevar estos temas complejos y acoger estos conceptos abstractos y llévalos a una simulación de la vida real.

En el contexto actual, la enseñanza de la programación dinámica es compleja, debido a que se requiere que el profesor lleve al estudiante de manera práctica a través de un proceso de comprensión y aplicación de sus principios en problemas prácticos, lo cual más desafiante debido a la ausencia de herramientas interactivas que permitan a los estudiantes ver por sí mismos cuáles son los efectos de sus decisiones al momento de resolver problemas de y poder llevar esos ejercicios a la realidad es muy poder simular o recrear esto. A partir del problema, surge la necesidad de un entorno interactivo educativo 3D que no solo represente conceptos teóricos, sino que también brinde la oportunidad de experimentar con el entorno de la temática, y trabajar de forma inmersiva y de manera dinámica los cuales ayuden al aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Se ha empleado exitosamente escenarios para la explicación de la temática de programación dinámica, incluyendo el problema de la mochila y la optimización de rutas más corta. Un caso significativo es la aplicación de la programación dinámica determinística (PDD) para determinar el camino ideal entre nodos tal como se muestra en la investigación de (Acosta, 2019).

Se emplearon algunas como la metodología Métrica V3, fundamentada en la norma ISO 12207 para el ciclo de vida del software. Se optó por esta metodología ya que proporcionar una estructura más del proyecto con las etapas de análisis, diseño y edificación, asegurando de esta manera un proceso ordenado y regulado. De esta manera se trabajó bajo el principio que plantea sobre el análisis de sistema la cual fue la base para construir y estructurar los requisitos funcionales, abstrayendo los materiales y métodos avanzados, para elaborar a partir de la herramienta Visual Paradim para modelar los casos de uso, diagrama de clases, diagrama de despliegue, y utilizando el visor 3D FireStorm, que permite construir una experiencia visual y práctica en 3D. Se uso de apoyo la inteligencia artificial (AI), para la creación de los elementos interactivos dentro del “UdlaVerso” y para construir experiencias inversivas, para construir scripts que ayudan a enriquecer la enseñanza inmersiva lo que permitió

adaptar las interacciones a las necesidades principios de enseñanza de programación dinámica en modelos determinísticos (Peña, 2020).

Una vez obtenidos los resultados se muestra como está enseñanza alterna a la tradicional y al interactuar con estos conceptos en un ambiente inmersivo en los cuales simulamos estas realidades distintas se a los usuarios puede poner en un mejor contexto para aprender estos temas de matemáticas más complejos en la facilidad y el mejor entendimiento a disposición de los estudiantes y personas interesadas supliendo la necesidad de herramientas alternas para la integración de aprendizajes, el cual con un poco de creatividad, atractivo e innovador y curioso para quien quiere aprender en un entorno diferente.

Materiales y Métodos

Para este capítulo se basó la metodología por la métrica v3 el cual es un modelo que se creó para llevar un control del proceso completo de la vida del desarrollo de un software definido por la norma ISO 12.207 “Tecnologías de la Información - Procesos del Ciclo de Vida del Software”. Del cual se tomaron partes de esta metodología para abarcar este capítulo: Análisis de Sistemas de Información (ASI), Diseño de Sistemas de Información (DSI) y Construcción de Sistemas de Información (CSI) (Salamanca Aguado, 2020).

Fase de análisis del Sistema de Información (ASI)

Para el primer proceso de ASI, se investigó en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de la Amazonia el pensum detallado de los ejes temáticos de la asignatura modelos determinísticos, posteriormente se realizó determinó la unidad a trabajar, y luego se trabajó sobre ella que es la “Unidad 4. Programación Dinámica” se consultó sobre esa temática, para dar un enfoque, y a partir de lo consultado se intentó abordar las preguntas en relación, y se construyó una entrevista para el docente de esta asignatura, la cual fue en ideal la entrevista, ya que la intención era captar una idea general para a partir de allí desglosar las dificultades y sobre ello construir las necesidades identificando los elementos más importantes y puntuales de cada temática, así contando cómo a partir de su experiencia, que dificultades ha tenido a la hora de

enseñar y cómo podemos mejorar y enfrentar los desafíos que tienen los estudiantes los y como mediante nuestro sistema de entorno virtual solventar ese problema

Por ende, se presenta la estructura preguntas para entrevista las cuales son el resumen de la entrevista realizada:

Tabla 1. Preguntas de la entrevista.

N°	Pregunta
1	¿Podría proporcionar una visión general y detallada de cómo percibe la experiencia de una clase en el UdlaVerso?
2	¿Cómo enseña actualmente conceptos como programación dinámica y distribución de recursos?
3	¿Qué funcionalidad específica que cree que debería existir?
4	¿Podría darme algún ejemplo de cómo sería esa interacción?
5	¿Qué tipo de ejemplos o aplicaciones prácticas cree que podrían ayudar a los estudiantes a entender mejor estos conceptos?
6	En cuanto a la evaluación, ¿qué métodos utiliza para medir la comprensión de los estudiantes sobre programación dinámica y distribución de recursos?
7	¿Cómo imagina que los estudiantes interactúen con el software? ¿Qué funcionalidades serían esenciales para facilitar el aprendizaje?
8	¿qué espera que los estudiantes puedan hacer y aprender con este problema de rutas más cortas y largas?
9	¿Considera importante que el sistema proporcione explicaciones detalladas y justificaciones en cada paso del proceso para estos tres temas?

Nota. Esta tabla muestra las preguntas para la entrevista al docente de la asignatura de Modelos determinísticos. Fuente: elaboración propia.

Fase de Diseño del Sistema de Información (DSI)

Para está fase teniendo en cuenta la métrica v3 se realizó la aplicación de lo recolectado en la fase de análisis y se pasó al paradigma de UML (Unified Modeling Language) el cual busca poder modelar, visualizar, especificar, construir y documentar partes de un sistema software (García-Peñalvo, 2021). Haciendo uso de la herramienta online en la versión web llamada Visual Paradim a partir de lo información trabajada, se crearían el caso de uso, con sus respectivos actores y relaciones con las acciones o funcionalidades.

Por consiguiente, se construyó del diagrama de despliegue, donde se ilustra la arquitectura y distribución de los recursos del sistema, los componente y equipos físicos,

además de las conexiones entre estos elementos, y definir el cómo está implementada la infraestructura necesaria para el correcto funcionamiento del sistema “UdlaVerso”.

Fase de Construcción del Sistema de Información (CSI)

Para esta fase, se realizó un prototipo manual, el cual su fin era dar una idea básica y rápida del escenario generar, definir sus escenario y modelo de la infraestructura que iría en el UdlaVerso para evaluar y decidir si era o no factible para las siguientes etapas. Seguidamente se crearon bocetos utilizando GPT-4 y Meta AI. Para recrearlo un poco más realista y ser un poco más preciso. Por consiguiente, se realizaría la instalación y despliegue del visor FireStorm, plataforma utilizada para la visualización y el desarrollo de los elementos del sistema, el cual permite construir los objetos darle las funcionalidades y recrear lo que necesitamos a partir de los recolectado en las fases anteriores. Consecuentemente se construiría los elementos más detallados y forma meticulosa, teniendo en cuenta los requerimientos y lo establecido por el diseño realizado, para ello se crearon los modelos 3D, se le aplicaron texturas y se crearon las funcionalidades específico para los elementos que necesitaras realizar acciones dentro del sistema. Para la creación de estos scripts se utilizarían GPT-4 para lograr un código eficiente en el lenguaje LSL. Para crear lo más preciso posible a lo que se requería construir en el tema de funcionalidades a los objetos.

Además, se llevaría un control en Excel un listado detallado de los canales de comunicación entre objetos, el cual llevaba un control para no tener problemas con los distintos objetos e interferir entre ellos y causar conflictos o entorpecer las funcionalidades por estar usando dos objetos el mismo canal

Para la etapa final de la fase de construcción, la creación de una rúbrica de evaluación es fundamental. Según (Andrade, 2005), las rúbricas facilitan y dan una guía estructurada y precisa para comprender cuales son las expectativas, y al mismo tiempo, permitir a los docentes evaluar el trabajo de manera objetiva, justa y precisa con unos parámetros bien definidos (Andrade, 2005). Para esta rúbrica se evalúa distintos criterios los cuales se detallan a continuación: Visibilidad del estado de sistema; Correspondencia entre el sistema y la realidad; Libertad y control por parte del usuario;

Que haya consistencia y estándares; Prevención de errores; Reconocimiento antes que recuerdo; Flexibilidad y eficiencia en el uso; Diálogos estéticos y diseño minimalista; El sistema ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperar los errores y El sistema tiene ayuda y documentación. Para este contexto se evaluó cada escenario del “Entorno Interactivo En El “Udlaverso” Para La Enseñanza De Programación Dinámica En Modelos Determinísticos”.

Cómo herramienta para esta evaluación se construyó un formulario en Google Forms ubicando cada escenario de la aplicación y evaluando cada principio de Nilesen en una escala valorativa de uno (1) a cinco (5), donde uno es insuficiente y cinco es sobresaliente, los resultados se analizaron de acuerdo con cada escenario y en conjunto con el total de las evaluaciones realizadas por el grupo de estudio.

Resultados

Dentro de los resultados obtenidos se observó que la enseñanza de Programación Dinámica y modelos determinísticos, se destaca como los estudiantes pueden interactuar de manera inmersiva, practica y visuales; conceptos complejos como la programación dinámica, el problema de la mochila y la ruta más corta, ya que dentro de estos entornos les permite equivocarse cambiar variables, y recibir visualmente la soluciones mejores y la explicación de estos conceptos internamente lo cual es crucial para la comprensión de quienes interactúen en este mundo de simulación de la realidad.

Dentro del estudio realizado se encontraron los postulados de Barahona Henao (2015), del cual aplico en su investigación una simulación inmersiva en 3D para la enseñanza de física y permitir a sus estudiantes interactuar con sus parámetros y ver cómo afecta en los resultados el cambio de los valores iniciales, en tiempo real con estos cambios en su investigación menciona que: “La simulación expresiva es un instrumento que facilita la materialización y comprensión de los fenómenos físicos. permite la interacción con los estudiantes a través del teclado, permitiéndole cambiar algunos parámetros tales como: la masa del cuerpo, el coeficiente de rozamiento y visualizar las instrucciones claves para el manejo de la simulación y la puesta en marcha del suceso físico e identificar los elementos que intervienen en él” (Y, 2015). De manera

similar el UdlaVerso trata de simular la realidad y potenciar contexto que quizás en la realidad se podría ser más complejos recrear, por ende, a lo mismo que Barahona, se utiliza la simulación 3D para interactuar los usuarios y a partir de datos de entrada modificar estos y ver como repercute en el resultado, viéndolo de manera instantánea y dinámica.

Resultados de la Fase de Análisis del Sistema de Información (ASI)

Se revisó el pensum del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad de la Amazonia, el cual serviría para revisar los contenidos temáticos de la asignatura de Modelos Determinísticos, la cual se usó la unidad 4. Que corresponde a la programación dinámica bajo, los cuales temas como el problema de la mochila y la ruta más corta, los cuales fueron tomados como fundamentos teóricos y así orientar la estructura de la construcción de la entrevista que se llevó a cabo. Se elaboró un conjunto de preguntas, orientadas a la temática determinada la cual a partir de los conceptos se buscaba recolectar la información valiosa necesaria para ver la dificultades y problemáticas a la hora de la enseñanza de la temática de programación dinámica, para esto se orientó la entrevista al docente experto de la asignatura.

Tabla 1. *Respuestas a la entrevista realizada*

N°	Respuesta
1	Me gustaría una manera que ayude a estudiantes a comprender conceptos complejos en áreas como el problema de la mochila, ruta más corta, y la programación dinámica. La idea es que sea de manera práctica y visualmente atractiva que facilite el aprendizaje y la enseñanza
2	Claro, actualmente utilizo una combinación de clases teóricas y ejercicios prácticos en papel. Sin embargo, he notado que a los estudiantes les cuesta visualizar y aplicar estos conceptos en situaciones reales, lo que puede hacer que pierdan interés
3	Bueno, en incorporar módulos donde los usuarios puedan interactuar directamente con conceptos clave, experimentando y viendo resultados en tiempo real
4	Por ejemplo, en el caso de cada problema, los usuarios podrían manipular ciertos elementos y observar cómo afectan a un resultado o solución
5	Creo que ejemplos interactivos donde puedan manipular variables y ver resultados en tiempo real serían muy útiles. Por ejemplo, problemas como el de la mochila, donde puedan experimentar con la selección de objetos y ver cómo afecta al resultado óptimo
6	Utilizamos exámenes escritos, ejercicios prácticos y proyectos

7	Me gustaría que el software permita a los estudiantes seleccionar y modificar objetos con diferentes pesos y valores de una mochila virtual. Es esencial que puedan ver el proceso de solución paso a paso, quizás a través de una tabla o gráfica que muestre cómo se calcula el valor óptimo en cada iteración del algoritmo de programación dinámica. Además, sería útil que el software explique las decisiones tomadas en cada paso
8	Quiero que los estudiantes puedan construir ir añadiendo nodos y conectándolo que representen distancias. Debería permitirles calcular tanto la ruta más corta entre dos nodos seleccionados, mostrando el paso a paso de algoritmos como para la ruta más. Es importante que puedan visualizar cómo se exploran los caminos y cómo se actualizan las distancias en cada paso
9	Me gustaría que las explicaciones detalladas son cruciales para que los estudiantes comprendan por qué, que hay detrás de cada paso. Esto les ayudará a internalizar los conceptos y a aplicarlos de manera autónoma en diferentes situaciones

Nota. En esta tabla se muestra la respuesta a la entrevista dirigida al docente de la Asignatura de los Modelos Determinísticos. Fuente: elaboración propia.

Para esta fase se orientó en base del trabajo de (Ceballos, 2021), para la selección y aplicación de la técnica en el levantamiento de requerimientos. Este artículo permitió un marco sistemático y organizado para la identificación de las necesidades específicas del usuario final esto estructuró en un posterior análisis en un enfoque en la necesidades y experiencias de usuario. El método propuesto en esta investigación permitió una mejor definición de los requerimientos y proporcionó herramientas de recolección de información efectivas para el entendimiento de las necesidades del usuario y el desarrollo del sistema, aspectos críticos y fundamentales en la fase inicial del proyecto.

Resultados de la Fase de Diseño

Durante la fase posterior a la realización de la entrevista y la transferencia de esta información al docente, se buscó recopilar los datos necesarios para definir los requerimientos funcionales, los casos de uso y sus especificaciones. Esta información fue empleada en la construcción del diagrama de casos de uso, con el objetivo de identificar claramente cada caso y los actores involucrados. A continuación, y considerando que "esta forma de ver a los datos como objetos activos que interactúan entre sí y que son capaces de reaccionar y cambiar su estado interno en función de los mensajes que reciben, da lugar a todo un nuevo paradigma de programación llamado

orientación a objetos o Programación Orientada a Objetos (POO), La Programación Orientada a Objetos es un paradigma de programación que concibe a los programas como formados por entidades llamadas "objetos". Estos objetos son capaces de recordar su propio estado interno y comunicarse entre sí mediante el paso de mensajes. Dicho intercambio permite a los objetos cambiar sus estados, compartir información y solicitar procesamiento a otros objetos. Los objetos tienen atributos que almacenan valores y métodos que definen su comportamiento, lo que permite que reaccionen a mensajes y modifiquen su estado en consecuencia. Esta forma de estructurar los datos, ocultando sus detalles y exponiendo únicamente las operaciones que manipulan esos datos, define la esencia del paradigma orientado a objetos (López, 2018), tal como se describe en el material del cual se utilizó este modelo para construir el diagrama de clases, seguido del diagrama de despliegue con la herramienta Visual Paradigm.

Tabla 2. *Requerimientos Funcionales.*

Identificador	Nombre	Requisito
RF01	Interactuar con la Simulación del Problema de la Mochila	El sistema debe permitir a los estudiantes interactuar con una simulación del problema de la mochila. Los usuarios podrán seleccionar y asignar recursos a una mochila virtual, para maximizar la ganancia total sin exceder el peso permitido. Además, se proporcionarán botones para agregar peso y puntos de ganancia, calcular la solución óptima y visualizar, en tiempo real, cómo se construye la solución paso a paso.
RF02	Desarrollar un espacio para la explicación del tema de la mochila	El sistema debe proporcionar un entorno interactivo donde los estudiantes puedan explorar y comprender el problema de la mochila. Este espacio incluirá una explicación detallada sobre el problema, definición de que es, conceptos, y ejemplos

RF03	Construir una simulación de Rutas Más Cortas	El sistema debe permitir a los estudiantes crear y personalizar nodos de conexión en una simulación interactiva. Los usuarios podrán diseñar añadiendo nodos y ajustando parámetros como el peso de las aristas y la posición de los nodos. El objetivo es observar cómo estos factores impactan en las rutas más cortas. La simulación debe mostrar los caminos posibles y ofrecer explicaciones detalladas sobre dichas rutas.
RF04	Desarrollar un espacio para la explicación de las rutas más cortas	El sistema debe ofrecer un entorno interactivo en donde los estudiantes puedan explorar y comprender las rutas más cortas y largas dentro de una red de internet en donde se vea la teoría de la ruta más corta en programación dinámica
RF06	Desarrollar un espacio de evaluación interactiva del Conocimiento del	El sistema debe ofrecer a los estudiantes un formulario de evaluación diseñado para medir el conocimiento adquirido sobre los problemas abordados, como el problema de la mochila y las rutas de más corta
RF07	Desarrollar un espacio de bienvenida y e introducción al sistema	Desarrollar un espacio de bienvenida e introducción al sistema. El sistema debe ofrecer a los usuarios una página inicial donde se les dé la bienvenida y se aprenda a manejar el entorno. Este espacio debe ser atractivo e intuitivo, facilitando la comprensión y navegación del sistema para los usuarios nuevos. Además, se pueden incluir guías que ayuden en la familiarización con las funcionalidades disponibles

Nota. En esta tabla se muestra la construcción de los requerimientos funcionales a partir de la información recolectada. Fuente: elaboración propia.

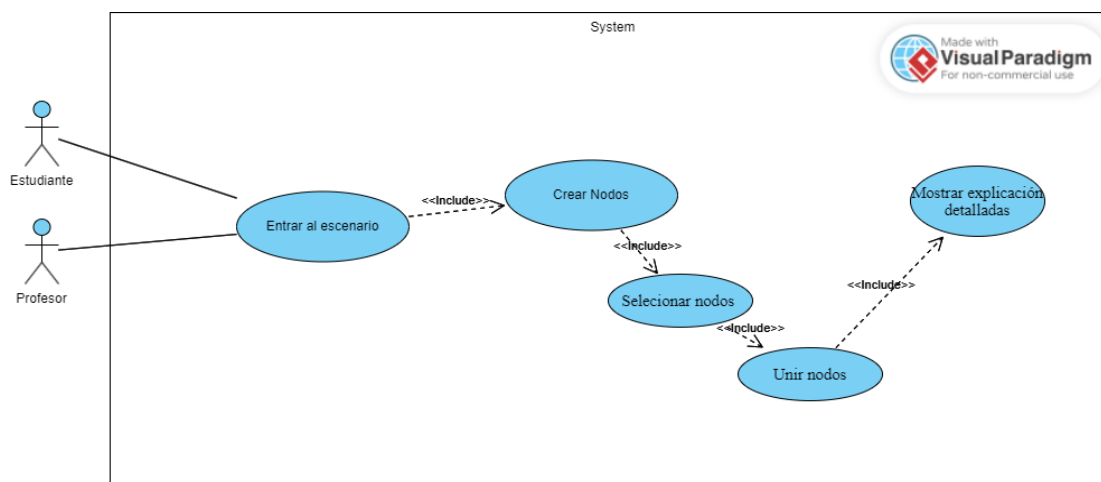
Tabla 3. Especificación de requisito funcional RF01

Especificación de requerimiento	
Código	ERF02
Nombre	Modificar Objetos Seleccionados
Descripción	El sistema debe permitir a los usuarios modificar el peso y/o el valor de los objetos previamente seleccionados en la mochila virtual. Los cambios realizados deben reflejarse de manera inmediata, actualizando el peso total y el valor acumulado en la mochila
Prioridad	Alta
Origen	Pregunta 7
Usuarios	Profesor, Estudiante.

Nota. En esta tabla se muestra la especificación del requerimiento funcional RF01. Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta el resumen del análisis realizado a partir del diagrama de Casos de uso, el cual define los procesos y subproceso que se van a trabajar en el software, todo esto bajo el criterio y las observaciones del usuario.

Figura 1. Caso de uso para el requerimiento funcional RF03



Nota. Elaboración de casos de uso del RF03 a través de Visual Paradigm. Fuente: elaboración propia. Se elaboró usando cómo base (Burgués, 2018).

Tabla 4. Especificación de los casos de uso

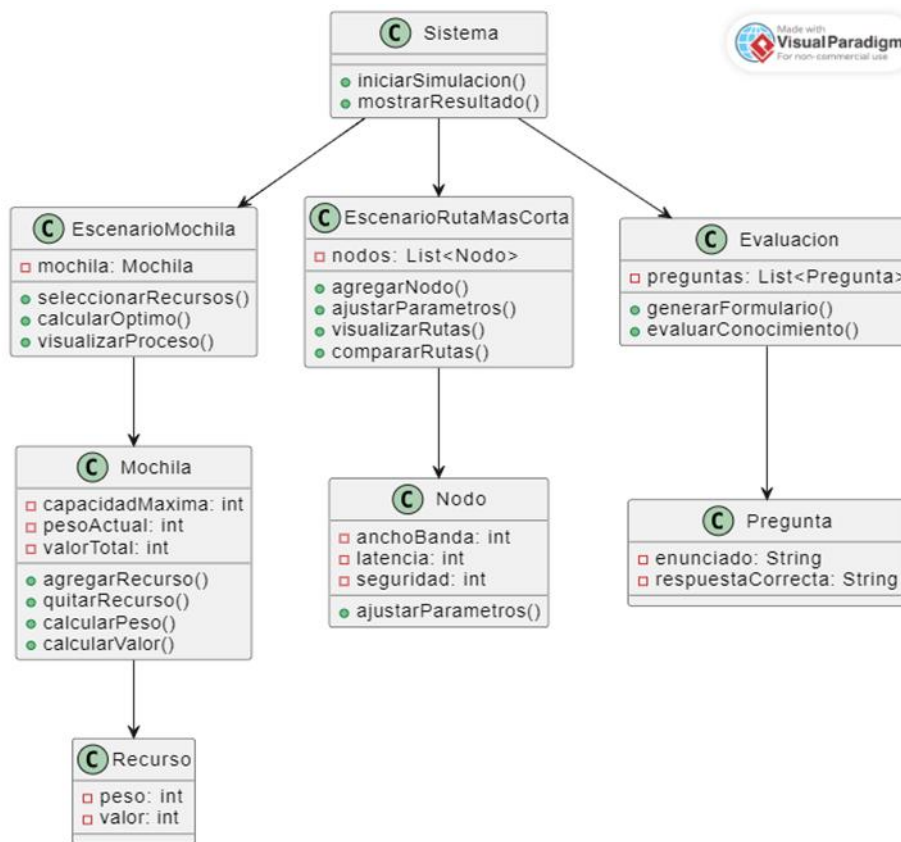
CU-<001>	Mostrar los objetos	
Versión	1.0	
Autores	Carlos Roa	
Fuentes	RF01	
Actores:	Profesor, Estudiante	
Objetivos Asociados	Permitir la selección de objetos con diferentes pesos y valores para agregar a la mochila virtual	
	Facilitar la gestión de objetos por parte del usuario	
Casos de uso Asociados	CU-003: Modificar objetos seleccionados.	
	CU-004: Eliminar objetos de la mochila	
Descripción	Este caso de uso permite a los usuarios (profesor y estudiante) seleccionar objetos con diferentes atributos (peso y valor) y agregarlos a una mochila virtual para simular el problema de la mochila. Los usuarios también pueden eliminar objetos de la mochila y visualizar el impacto de sus decisiones.	
Precondición	El usuario debe estar autenticado en el sistema.	
	El sistema debe mostrar un listado de objetos con sus atributos (peso y valor) disponibles para seleccionar.	
Atributos	Peso: El peso de cada objeto varía y está determinado previamente en el sistema.	
	Valor: El valor de cada objeto también está predeterminado y visible para el usuario.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El usuario accede a la interfaz de selección de objetos en la mochila virtual.
	2	El sistema muestra un listado de objetos con sus respectivos pesos y valores.
	3	El usuario selecciona uno o varios objetos para agregar a la mochila.
	4	El sistema actualiza la mochila virtual mostrando los objetos seleccionados.
	5	El usuario puede visualizar el peso total y el valor acumulado en la mochila.
	6	El usuario tiene la opción de eliminar objetos seleccionados de la mochila.
Postcondición	El sistema refleja correctamente la mochila con los objetos seleccionados o eliminados.	

	Se debe probar que la funcionalidad de agregar y remover objetos opere sin errores.	
Excepciones	Paso	Acción
	3	Si un objeto no puede ser agregado (debido a restricciones del sistema o límite de capacidad), el sistema debe mostrar un mensaje de error indicando la causa.
	6	Si el usuario intenta remover un objeto que ya no está disponible, el sistema debe notificarlo y actualizar la visualización.
Rendimiento	3	El sistema debe procesar la selección de objetos en un máximo de 2 segundos.
	6	La eliminación de objetos debe completarse en un máximo de 2 segundos.
Importancia	Alta	
Urgencia	Alta	
Estado	En desarrollo	
Estabilidad	Alta	
Comentarios	Este caso de uso es fundamental para la simulación del problema de la mochila.	
	Se debe realizar una validación adicional para evitar que se seleccionen objetos que sobrepasen la capacidad de la mochila.	

Nota. Elaboración de Se Especificación de Caso de uso del requisito funcional RF01 a través de Visual Paradigm. Fuente: elaboración propia.

Para el diagrama de clases, se realizó siguiendo los conceptos desarrollados en el artículo “Cómo hacer el diagrama de clases” (Gama E, SF). Este artículo fue esencial para definir la estructura de clases del sistema, ya que permitió emplear un enfoque orientado a objetos en el que primero identificamos las clases principales junto con sus atributos y métodos correspondientes.

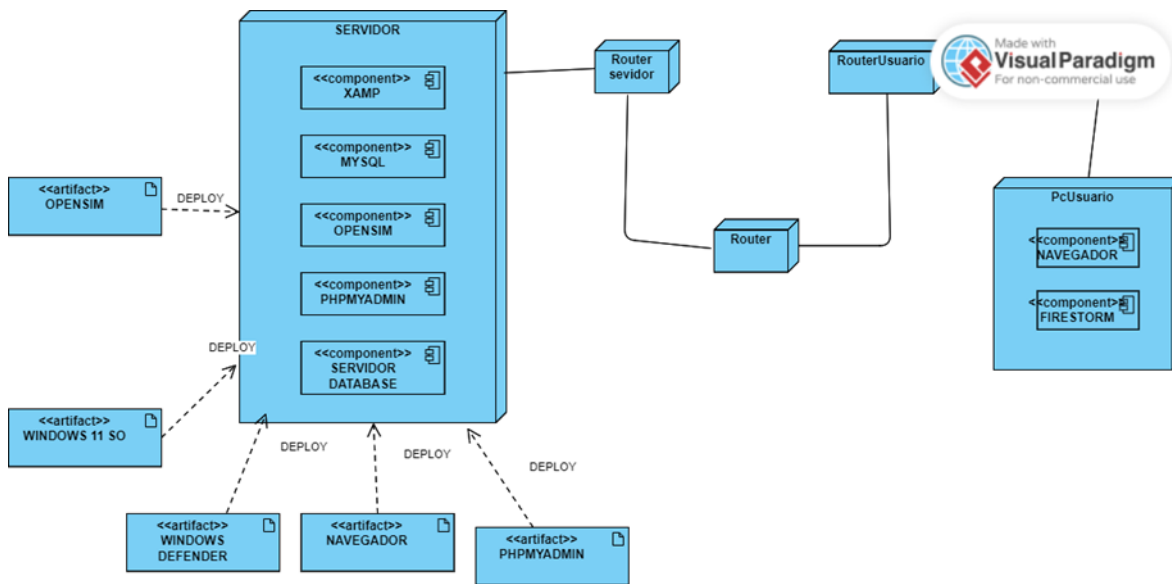
Figura 2. Diagrama de clases



Nota: Diagrama de clases elaborado con Visual Paradigm. Este diagrama representa la estructura de clases y sus relaciones para un sistema que aborda simulaciones y evaluaciones. Incluye componentes clave para resolver problemas como el de la mochila y rutas más cortas, además de integrar una funcionalidad de evaluación. Fuente: elaboración propia.

El diagrama se comenzó con la elaboración de la abstracción y el encapsulamiento de cada objeto, la cual fue asignado durante el análisis hasta llevar a convertirse a clase para después identificar de manera más fácil las relaciones y las dependencias entre ellas. Este enfoque ayudó a estructurar un modelo visual claro y coherente, para su correcto funcionamiento en el sistema. A partir de la arquitectura de Second Life, se construyó el diagrama de despliegue que permite comprender la estructura técnica que soporta su funcionamiento. Este diagrama muestra la infraestructura de red y los elementos necesarios para una experiencia inmersiva, así como la distribución de recursos de hardware y software

Figura 3. Diagrama de Despliegue



Nota. Diagrama de despliegue elaborado con Visual Paradigm. Este diagrama muestra la arquitectura de implementación de un sistema que incluye componentes principales como servidores, software y herramientas necesarias para el funcionamiento de OpenSim y servicios relacionados. Fuente: elaboración propia.

El artículo, Desarrollo Orientado a Objetos con UML de Ferré Grau y Sánchez Segura, se utilizó como base para construir el diagrama de despliegue de este capítulo. Este documento presenta los elementos y técnicas básicos para crear diagramas de implementación precisos en UML para modelar la infraestructura física de un sistema. El proceso comenzó identificando nodos y componentes críticos.

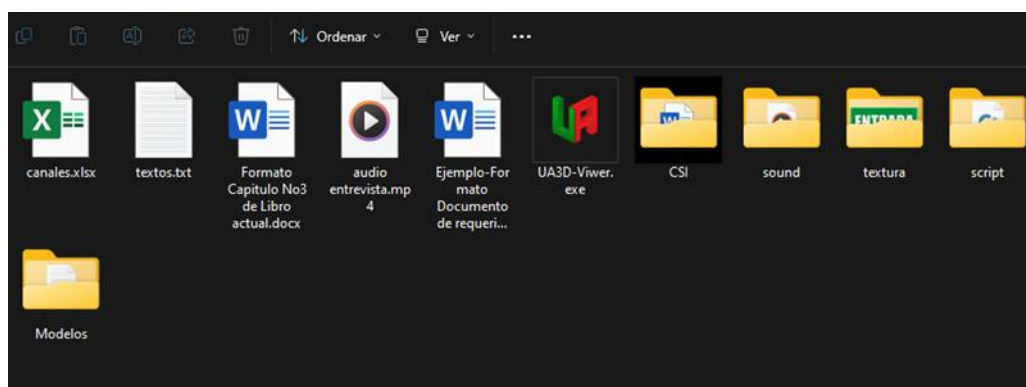
Siguiendo las recomendaciones de este artículo, cada nodo, incluidos servidores, procesadores y periféricos, se muestra gráficamente y está etiquetado correctamente. Luego, con referencia del material para colocar componentes de software en sus nodos correspondientes, asignar funcionalidades específicas y definir dependencias. Finalmente, de acuerdo con las técnicas UML descritas en este artículo, el diagrama se ha modificado utilizando técnicas de modelado comunes, como la arquitectura de tres niveles, para promover una estructura modular y organizada.

Este enfoque detallado aseguró que el diagrama cumpliera con los requisitos técnicos y representara claramente la implementación física del sistema dentro del entorno (Grau, 2008).

Resultados de la Fase de Construcción del Sistema de Información (CSI)

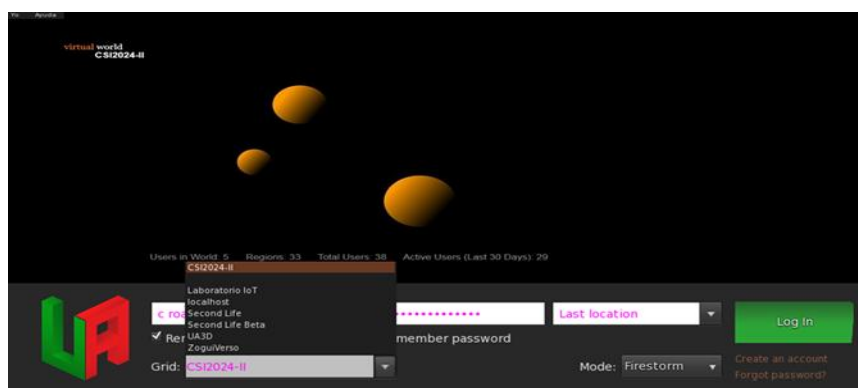
Una vez finalizada la fase anterior, el primer paso es descargar, configurar e ingresar al visor FireStorm, esta herramienta que permite gestión del entorno virtual en la que se puede visualizar y manipular los objetos en 3D dentro del Udlaverso. Una vez iniciado y con las credenciales de acceso correctamente configuradas, se inicia la construcción en el Udlaverso utilizando los modelos 3D generados por IA, integrándolos y ajustándolos en el entorno para dar forma al espacio virtual. Además, se emplea IA para generar los scripts en LSL que controlan el comportamiento de los objetos y un archivo Excel para gestionar los canales de comunicación, optimizando así la interacción entre elementos dentro del espacio virtual.

Figura 4. Descargar e instalar visor 3d FireStorm



Nota. Se puede observar el ejecutable UA3D-Viwer.exe. el cual se utiliza para entrar al sistema Udlaverso. Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Configuración y conexión del visor 3d FireStorm



Nota. Se puede observar la conexión con la ip y puerto asignado se digita para configurar y habilitar la conexión con el servidor del Udlaverso. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan los bocetos de los diferentes escenarios creados con ayuda de Inteligencia artificial, estos son simplemente modelos de referencia para luego empezar la construcción con las prim en el entorno virtual.

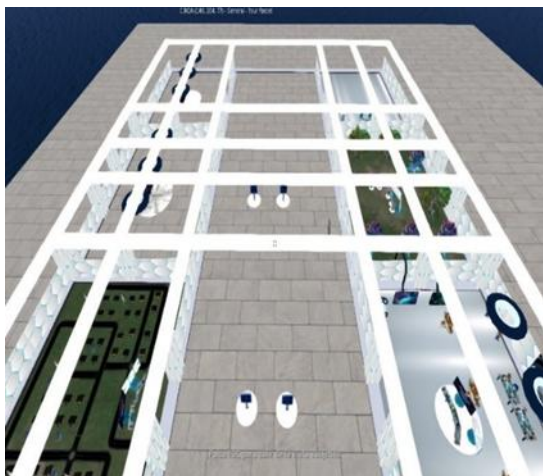
Figura 6. *Boceto Inicial IA*



Nota. En la ilustración boceto generado con IA para escenario general. Fuente: elaboración propia modificado con Meta AI.

En las siguientes imágenes se presenta el desarrollo de cada escenario construido en el entorno virtual 3D a partir de los requerimientos y el diseño de la aplicación.

Figura 7. *Escenario general Udlaverso*



Nota. En la ilustración escenario general Udlaverso. Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura se ilustrar un ejemplo de la programación realizada en un objeto del ambiente virtual, es de aclarar que existen múltiples scripts como este en el proyecto. Aquí se presenta uno de ellos como ejemplo demostrativo del trabajo realizado.

Figura 8. *Script del problema de la mochila*

```

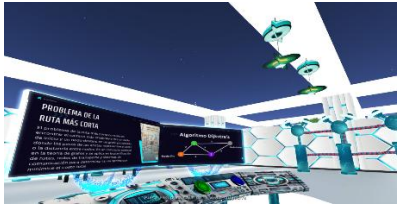
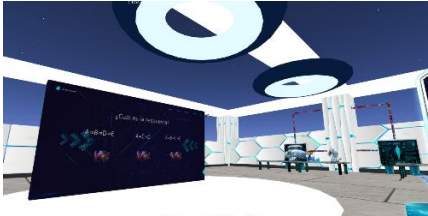
Script New Script
Archivo  Editar  Ayuda
50
51  listen(integer channel, string name, key id, string
message) {
52      if (channel == dialogChannel) {
53          if (message == "Aum. 10 kg") {
54              adjustWeight(10.0);
55          } else if (message == "Red. 10 kg") {
56              adjustWeight(-10.0);
57          } else if (message == "Aum. 10p") {
58              adjustGain(10.0);
59          } else if (message == "Red. 10p") {
60              adjustGain(-10.0);
61          }
62      }
63      |
64      llListenRemove(dialogChannel);
65      llSetTimerEvent(0.0);
66  }
67  }
68
69  start() {

```

Nota. Este script ajusta el peso o ganancia del objeto en el escenario del problema de la mochila, según el comando específico en el canal “dialogChannel” y luego finaliza la escucha para evitar seguir procesando mensajes innecesarios. Fuente: elaboración propia. En la figura 3.9 se presentan todos los escenarios construidos en la aplicación para abordar los requerimientos planteados por los usuarios, en ellos se encuentran escenarios de práctica, teóricos y de evaluación.

Figura 9. *Visualización general del entorno y sus diferentes escenarios*

Escen arios	Imagen	Descripción
1		Escenario teórico e introducción a la programación dinámica y el problema de la mochila

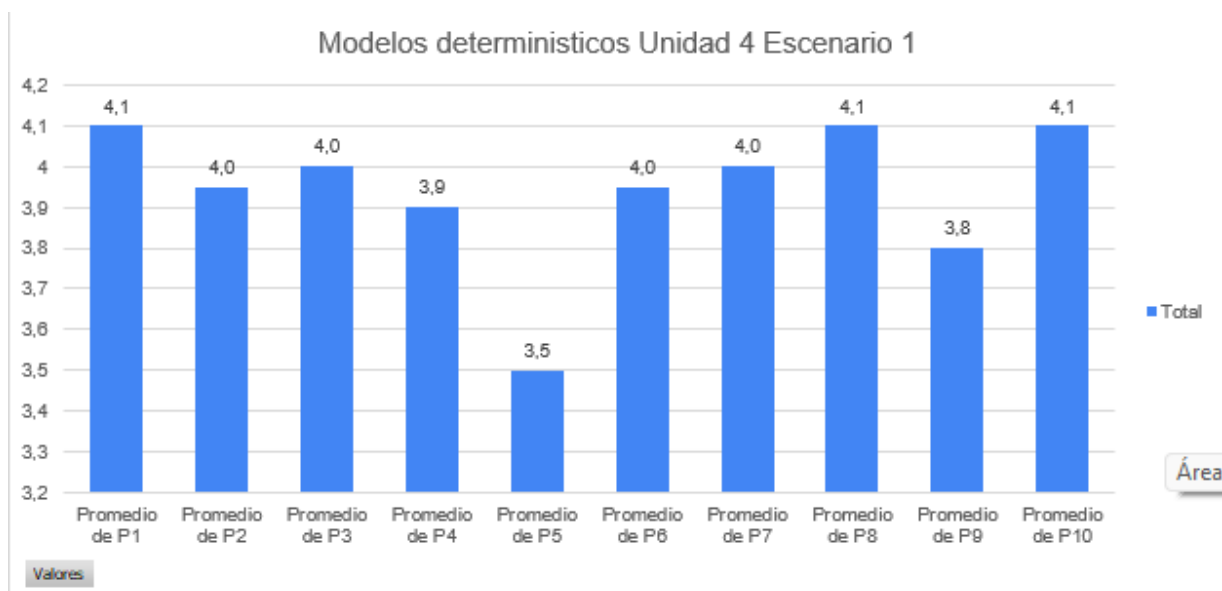
2		Escenario práctico e interactivo sobre el problema de la mochila en el cual se puede definir en los objetos los pesos y la ganancia y la capacidad de la mochila
3		Escenario teórico y explicativo sobre el problema de la ruta más corta y cómo se comporta el algoritmo internamente
4		Escenario práctico en el cual interactúas y creas dos conectarlos y darle peso a las alistas y se busca la ruta más corta
5		Escenario evaluativo que por uso de pares en la cual cada pregunta tiene una respuesta correcta que debe ser emparejada o relacionada
6		Escenario evaluativo que con un problema planteado de la ruta más corta debe encontrar la ruta más corta y elegir la respuesta correcta
7		Escenario del lobby el cual da la bienvenida e introduce en el mundo del UdlaVerso

Nota. En esta tabla se puede visualizar los 7 escenarios dentro del UdlaVerso y la descripción de cada uno. Fuente: elaboración propia.

Evaluación Heurística

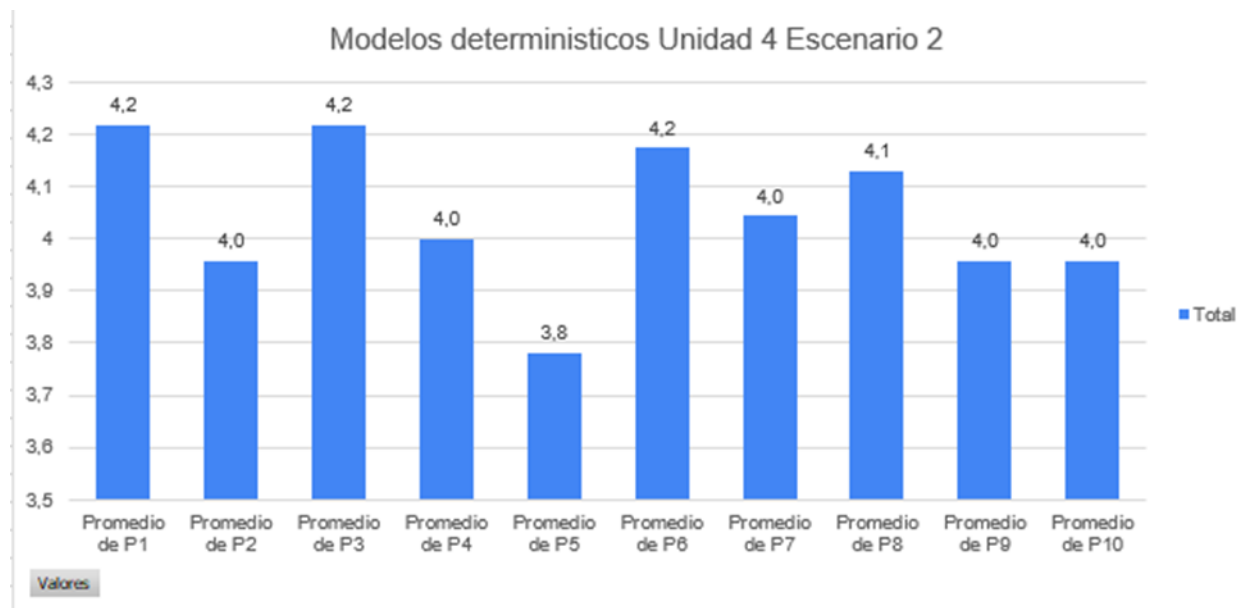
A continuación, se presentan los resultados de la evaluación heurística realizada por usuarios calificados, cada figura presenta los resultados de usabilidad de los diferentes escenarios realizados en el software y su correspondiente evaluación. La técnica utilizada para recopilar estos datos está basada en la heurística de Nielsen, el cual presenta diez principios representados en el eje de las x con la nomenclatura Promedio P1... Promedio P10. La escala definida en el eje de las y fue un valor de 0 a 5, donde 0 representa que no se cumple con el principio de usabilidad y 5 que se cumple plenamente. Por ultimo las gráficas muestra es el promedio de un grupo de 25 usuarios expertos que evaluaron la aplicación.

Figura 10. Resultados de evaluación heurística del escenario 1



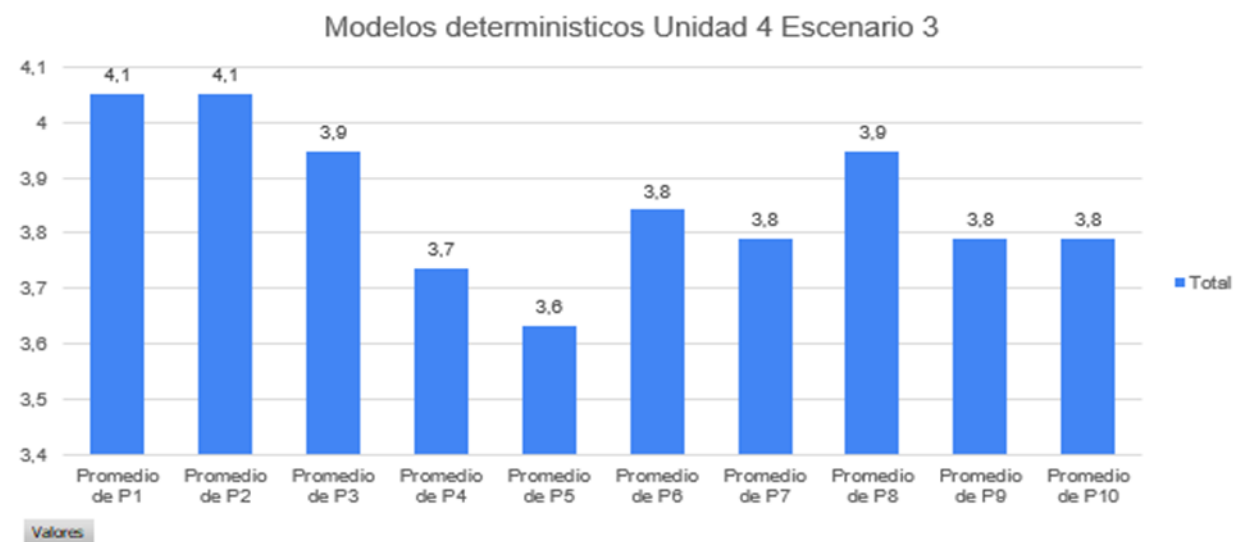
Nota. En la figura se muestran los resultados de la evaluación del escenario 1. Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Resultados de evaluación heurística del escenario 2.



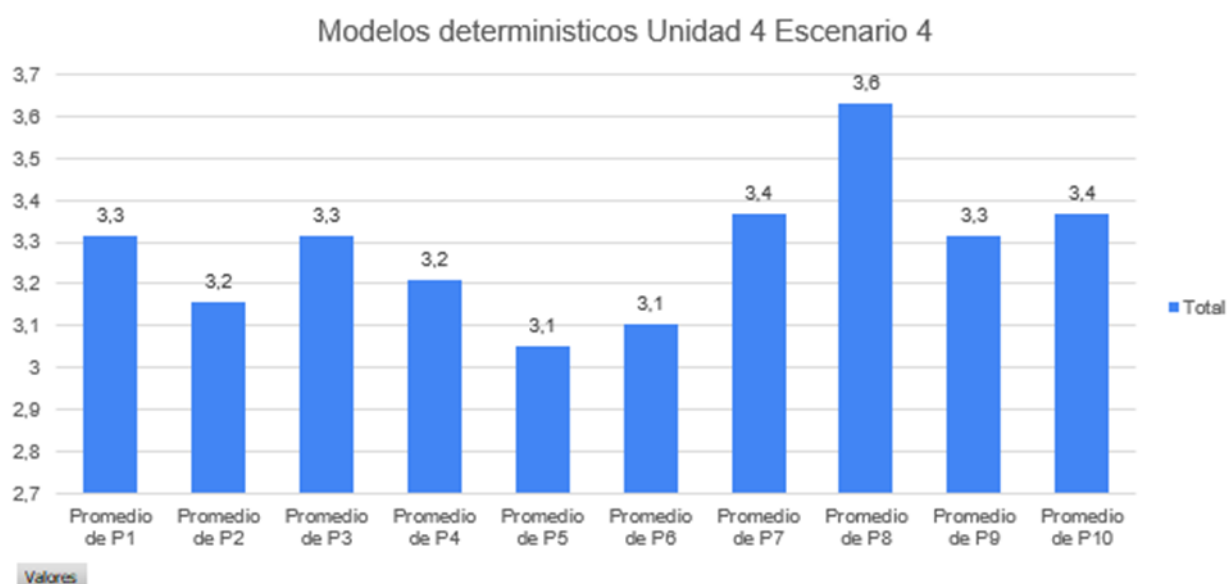
Nota. En la figura se muestran los resultados de la evaluación del escenario 2. Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Resultados de evaluación heurística del escenario 3.



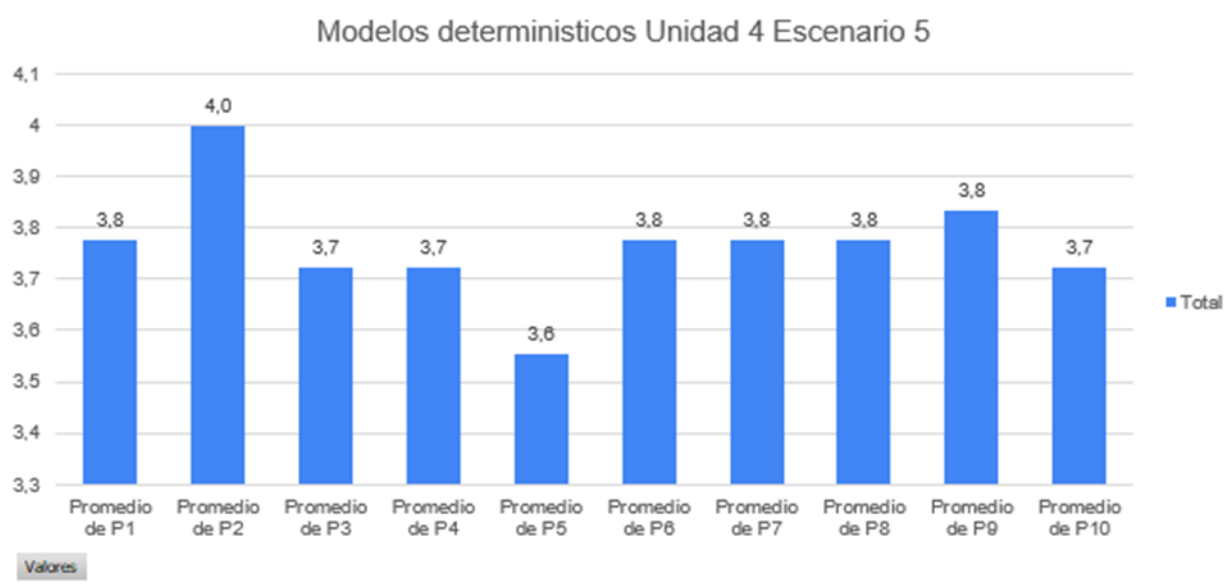
Nota. En la figura se muestran los resultados de la evaluación del escenario 2. Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Resultados de evaluación heurística del escenario 4



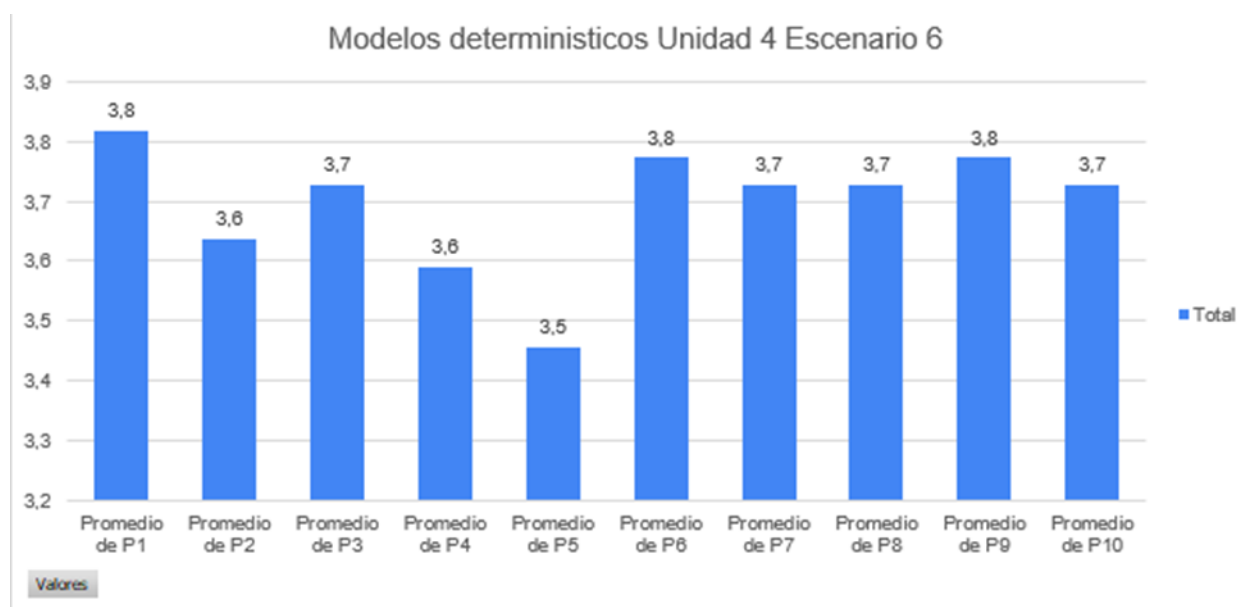
Nota. En la figura se muestran los resultados de la evaluación del escenario 4. Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Resultados de evaluación heurística del escenario 5.



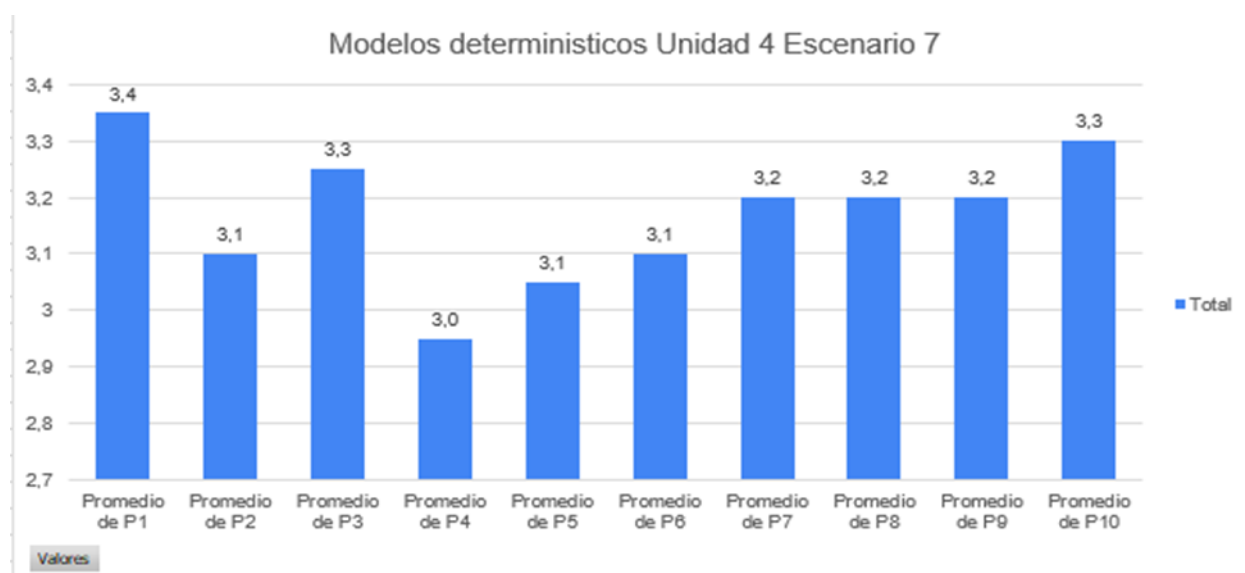
Nota. En la figura se muestran los resultados de la evaluación del escenario 5. Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Resultados de evaluación heurística del escenario 6.



Nota. En la figura se muestran los resultados de la evaluación del escenario 6. Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Resultados de evaluación heurística del escenario 7.



Nota. En la figura se muestran los resultados de la evaluación del escenario 7. Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la evaluación se pueden evidenciar una deficiencia en el control de errores en la todos los escenarios, es de los puntos más críticos en conjunto de todos, esto significa los usuarios identifican dificultades y no encuentran manera de resolverlos de rápida o fácil, falta mejorar ese aspecto para que anticipe posibles causas de error, por ende, mejorar esta usabilidad para futuras actualizaciones, por general los resultados arrojan diseño y estética de mejor manera más positiva, acercándose a la enseñanza y falta mejorar en aspectos de prevención de errores para elevar la experiencia de usuario, esto ayuda a la percepción general del sistema recibida de la mejor manera. Según Pressman (2010) la prevención de errores en el desarrollo de cualquier software es esencial garantizar la fiabilidad a los usuarios y la calidad de los resultados buscados.

Conclusiones

El desarrollo del entorno virtual “UdlaVerso” para la enseñanza de programación dinámica en modelos determinísticos ha demostrado ser una solución efectiva y adaptada a las necesidades educativas actuales en el ámbito de la ingeniería. Atraves de este entorno inmersivo se logra percibir la mejora de aprendizaje complejos pudiendo los usuarios interesados utilizando explorar e interactuar activamente al aprendizaje teórico practico (Bustos A, 2010). Se utilizaron tecnologías avanzadas como el visor FireStorm y los scripts en el lenguaje de LSL (Linden Scripting Language), lo permitió crear escenarios interactivos y dinámicos para acercan a los estudiantes y personas interesada, a una experiencia de aprendizaje inmersiva. Estos escenarios enriquecen la teoría y su aplicación práctica ampliando el conocimiento, ayudando a los estudiantes experimentar, editar, y mejorar directamente con los conceptos, lo cual incrementa significativamente su comprensión y retención de conocimientos, permitiendo desarrollar una comprensión más profunda de los algoritmos y comportamientos internos de la programación dinámica (Guzmán, 2022).

Los resultados obtenidos muestran que el “Udlaverso” es una herramienta valiosa que no solo para mejorar la comprensión de las temáticas a usuarios interesados, sino que el componente innovador y alterno al aprendizaje tradicional capta la atención a querer aprender estos conceptos (Devolder, 2012). Es importante resaltar que esta

metodología puede ser replicada en otros campos de acción contrayéndolos y adaptarlos en otras áreas del conocimiento, lo que hay un potencial para transformar la enseñanza tradicional a una experiencia diferente el cual puede ser complementaria y acompañante en los procesos de enseñanza modernos (Fariñas, 2004).

Para terminar, el “Udlaverso” ofrece una respuesta oportuna a la falta de una herramienta complementaria y a la medida para el aprendizaje de conceptos complejos, sino que también amplía la visión del aprendizaje moderno, lo cual es importante también al fomento del desarrollo de nuevos campos de acciones al futuro y a la contribución de las habilidades críticas a los estudiantes. Este proyecto se establece como un referente en la aplicación de tecnología avanzada en educación, subrayando la importancia de metodologías innovadoras y escenarios de aprendizaje interactivo para abordar conceptos complejos en ingeniería y ciencias aplicadas.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, A. S. (2019). Programación dinámica en el cálculo de la ruta óptima de una topología de red: Caso de estudio. *Revista Espacios*.
- Andrade, H. G. (2005). Teaching with rubrics: The good, the bad, and the ugly.
- Burgués, J. E. (2018). Aprende a Modelar Aplicaciones con UML-Tercera Edición. IT campus academy.
- Bustos A, C. C. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje.
- Ceballos, D. E. (2021). Método de selección de técnicas de levantamiento de requerimientos para el desarrollo de software con un enfoque de experiencia de usuario.
- Devolder, A. B. (2012). Los ambientes virtuales de aprendizaje: una revisión de la literatura. *Revista de Educación a Distancia*.
- Gama E, H. R. (SF). Design Patterns Elements of Reusable Object-Oriented Software.
- García-Peñalvo, F. J.-G.-H.-I. (2021). Unified Modeling Language.
- Grau, X. F. (2008). Desarrollo orientado a objetos con UML.
- Guzmán, M. C. (2022). La didáctica en los entornos virtuales de aprendizaje. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*.
- López, D. A. (2018). Programación orientada a objetos I. Servicio de Publicaciones de la Universidad Católica de Ávila.
- Peña, V. R. (2020). La inteligencia artificial en la educación. Dominio de las Ciencias. Dominio de las Ciencias.
- Salamanca Aguado, V. (2020). Desarrollo de un portal educativo Web en Joomla! aplicando métrica V3. 89.
- Trujillo, D. B. (2019). Uso de simuladores 3D como estrategia tecnopedagógica para la transferencia de conocimiento en el aprendizaje de la anatomía animal.
- Y, B. (2015). La simulación expresiva como herramienta didáctica en entornos virtuales para la enseñanza de la segunda ley de Newton en grado décimo: Estudio de caso en la Institución Educativa Sor Juana Inés De La Cruz del municipio de Medellín.

CAPÍTULO 4. Modulo Interactivo en el Campus Virtual 3D ‘UdlaVerso’ para el Aprendizaje de las Leyes de Newton.

<https://doi.org/10.64325/bz7r8275>

Autores

Edwar Andrés Salazar Núñez

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0000-0002-0694-9132>

Edwin Eduardo Millán Rojas

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0000-0002-4258-4601>

Fredy Antonio Verastegui González

Universidad de la Amazonia

<https://orcid.org/0000-0002-0525-6879>

Como citar: Salazar Núñez, E. A., Millán Rojas, E. E., & Verastegui González, F. A. (2025). Modulo Interactivo en el Campus Virtual 3D ‘UdlaVerso’ para el Aprendizaje de las Leyes de Newton. En E. E. Millán Rojas (Ed.), *Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas* (pp. 102-161). Editorial Didaxis. <https://doi.org/10.64325/bz7r8275>

Resumen

En este capítulo podrá conocer cada proceso que se realizó para poder desarrollar el módulo interactivo en el udlaverso, el cual tiene como objetivo facilitar la enseñanza y comprensión de las leyes de newton para docentes y estudiantes. Se desarrolló bajo la métrica V3 la cual apporto para poder dividir en 3 fases este proyecto, las cuales fueron, fase de requerimientos, fase de diseño y la fase de elaboración. Así mismo se debió hacer los respectivos diagramas de clases, casos de uso y de despliegue para una mejor comprensión a nivel de documentación para su desarrollo. Ya pasando al desarrollo se debió instalar el visualizador firestorm para así poder construir los 7 escenarios propuesto para abordar cada una de las leyes de Newton, así como sus evaluaciones. Ya en cada uno de los escenarios se podrá interactuar con diferentes objetos las variables de masa, aceleración y obviamente la acción y reacción de cada uno de estos. Todo esto se hace con el simple hecho de sumergir a cada persona en un ambiente interesante y fuera de la monotonía para observar los impactos positivos para con la enseñanza y aprendizaje de los diferentes temas físicos matemáticos.

Palabras claves: Leyes de Newton; Entornos virtuales de aprendizaje; Simulación tridimensional; Enseñanza de la física.

Abstract

In this chapter, you will learn about each process that was carried out to develop the interactive module in the udlaverso, which aims to facilitate the teaching and understanding of Newton's laws for teachers and students. It was developed under the V3 metric, which allowed this project to be divided into three phases: the requirements phase, the design phase, and the development phase. Likewise, the respective class, use case, and deployment diagrams had to be made for a better understanding at the documentation level for its development. Moving on to the development, the Firestorm visualizer had to be installed in order to build the seven scenarios proposed to address each of Newton's laws, as well as their evaluations. In each of the scenarios, it will be possible to interact with different objects, the variables of mass, acceleration, and, obviously, the action and reaction of each of these. All this is done by simply immersing each person in an interesting environment that breaks the monotony in order to observe the positive impacts on the teaching and learning of different mathematical physics topics.

Keywords: Newton's laws; Virtual learning environments; Three-dimensional simulation; Teaching physics

Introducción

Este capítulo se relacionará con un tema muy conocido en la física matemática, llamado las leyes de newton, pero desde el ámbito de la ingeniería de sistemas se creará un módulo interactivo para aquellos docente y estudiantes puedan interactuar y así enriquecer sus conocimientos mediante un sistema didáctico. En particular, aborda los temas de inercia; relación entre la fuerza y aceleración y el principio de la acción y reacción que son tres apoyos fundamentales pertenecientes a ellas. Así mismo, trata directamente los tres pilares básicos de la física técnica que inician en el tratamiento de los procesos de movimiento, por lo que es de vital importancia para una adecuada formación técnica que imparta los principios básicos.

El presente modulo interactivo responde a la problemática de la comprensión de los conceptos abstractos de la física, en concreto de las leyes de Newton, por parte de los estudiantes. Como bien se ha venido observando la mayoría de los temas de la física matemática son complejos para enseñarlos y aprenderlos, este módulo a partir de simulaciones en un entorno virtual busca poder apoyar esas falencias que a lo largo de los años por situaciones adversas a nuestra voluntad pues se ha venido incrementando. Como se sabe en todo tipo de proyecto se busca una estrategia para así poder abarcar todos los temas requeridos para un módulo de esta magnitud. Es por ello en este caso

se utilizó la métrica V3, la cual es muy reconocida en el mundo del software. Así mismo se enfatizó en tres etapas las cuales fueron, requisitos, diseño y desarrollo. Por otra parte, también se implementó los famosos diagramas de casos de uso y de clases.

Después de una investigación exhaustiva se llegó a conocer la significativa falta de comprensión por parte de los estudiantes y el gran desafío que tienen los educadores para poder enseñar esta clase de temas. Por ello, así como se ha venido conociendo las tecnologías son precisamente para poder ayudar a mitigar esta clase de comportamientos que se presenta al momento de hablar sobre las leyes de Newton que es nuestro caso (González Suarez, 2006; Wieman & Perkins, 2005). En este capítulo se tiene un orden peculiar el cual comienza con una evolución sobre el tema en cuestión, por otro lado, se hace un detallado análisis por parte de los resultados de dicha evaluación el cual nos podrá dar una idea más clara para así poder llevarlas a cabo en cada una de las fases que hemos propuesto.

Después del análisis se podría observar las ventajas que tendría un módulo como el que se plantea ya que con la ayuda de las encuestas realizadas y las diferentes pruebas con usuarios que están pasando por la problemática ya mencionada, pues se puede llegar a que este tipo de módulos interactivos son la clara solución para este tipo de problemáticas. De la misma forma se culmina teniendo una serie de pros y contras para la implementación en el ámbito educativo.

Por último, el capítulo se basa en la importancia de esta clase de herramientas tanto para los docentes como para los estudiantes. Es por ello por lo que las diferentes pruebas con el 'udlaverso' han arrojado una clara solución para así llevar a un nivel superior el entendimiento de esta clase de temas tan importantes en la vida laboral para un ingeniero o cualquier persona que base sus investigaciones en esta clase de temas tan reconocidos en el mundo.

Materiales y Métodos

En esta ocasión la métrica V3 utilizada en este módulo, se basa en una minuciosa planificación y análisis, pero siempre con una serie de pasos muy asertivos a la hora de encontrar estrategias para una solución eficaz. Así mismo muchas entidades la utilizan para la creación de proyectos similares al que se plantea en este capítulo. La convierte en la mejor herramienta para la creación de este módulo interactivo. El mantenimiento se ocupa de arreglar las cosas y mejorarlas más adelante, y el soporte se asegura de que los proyectos se observen y manejen correctamente. Además, métrica V3 fomenta el empleo de herramientas de documentación de sistemas estandarizados como UML para delinear y caracterizar partes del sistema, garantizando un desarrollo bien organizado y suficientemente documentado.

Esta parte examina el proyecto de estudio “modulo interactiva en el ‘udlaverso’ para el aprendizaje de las leyes de Newton”, elaborado bajo el esquema de estudios de sistemas de la universidad de la amazonia. Se entregó un cuestionario a tres estudiantes para evaluar sus habilidades a con el tema en cuestión. Así mismo, se integró chatGPT como experto en el tema obteniendo el papel de tutor. Por consiguiente, se hizo uso del lenguaje unificado de modelado (UML) para así poder emplear los diagramas de casos de uso, clases y despliegue. Ya para poder iniciar con el proyecto se hizo la debida instalación del visor 3D firestorm que este permite el acceso al servidor correspondiente para crear el módulo. El cautivador modulo interactivo proporciona escenarios cinestésicos, lo que permite a los alumnos comunicarse de primera mano con las teorías que están explorando, mejorando la comprensión a través de la participación práctica. Investigaciones previas, como la de Weman y Perkins (2005) validan este método para el entrenamiento físico.

Fase de requerimiento

En esta tabla se puede observar los temas que son directamente relacionados con las leyes de newton. Este tema es uno de los fundamentos clave de la física matemática, ya que ofrece respuestas fundamentales sobre el comportamiento de los objetos y las fuerzas que los influyen en distintos contextos.

Tabla 1. Contenido temático Física 1, Unidad 3.

Unidad 3: las Leyes de Newton	Descripción
Concepto de fuerza	Introducción al concepto de fuerza en física.
Primera ley de Newton y marcos de referencia	Explicación de la primera ley de Newton. Distinción entre masa inercial y masa gravitacional, y definición del peso.
Segunda ley de Newton	Descripción de la relación entre fuerza, masa y aceleración.
Tercera ley de Newton	Presentación del principio de acción y reacción.
Aplicaciones de las leyes de Newton	Ejemplos de aplicación práctica de las tres leyes.
Concepto de fuerzas de fricción	Descripción de la fricción estática y dinámica.
Segunda ley de Newton aplicada al movimiento circular	Uso de la segunda ley de Newton para explicar el movimiento circular uniforme y no uniforme.

Nota. Contenido temático del área de Física 1, Unidad 3. Fuente: Universidad de la Amazonia.

El módulo interactivo del programa educativo llamado "Módulo interactivo en el 'UdlaVerso' para el aprendizaje de las Leyes de Newton" se utilizó para avanzar un cuestionario de 15 preguntas para estudiantes recién familiarizados con el tema, y se creó un formulario distinto para el guía experto, adaptando los objetivos relevantes al punto de vista de cada grupo. Aquí se detalla cada una de las preguntas las cuales se usaron para recopilar la información, enfatizando las consultas formuladas y su disposición metódica para probar la comprensión y la capacidad de implementar los principios fundamentales de Newton en situaciones tanto reales como artificiales.

Tabla 1. Preguntas dirigidas al experto en el tema de las leyes de Newton.

¿Qué aspectos de las Leyes de Newton suelen ser más difíciles de enseñar en un aula tradicional?
¿Cómo sueles explicar la Primera Ley de Newton a tus estudiantes para que la comprendan bien?
¿Qué ejemplos prácticos utilizas para enseñar la Segunda Ley de Newton y cómo te gustaría verlos representados en un entorno virtual?
¿Cómo abordan la enseñanza de la Tercera Ley de Newton y crees que una simulación podría ayudar a los estudiantes a entenderla mejor?
¿Qué herramientas o recursos visuales utilizas actualmente para enseñar las Leyes de Newton?
¿Cómo evalúas si los estudiantes han comprendido correctamente cada una de las Leyes de Newton?
¿Qué desafíos enfrentas al enseñar sobre la relación entre la masa, la fuerza y la aceleración?
¿Cómo crees que una simulación en un metaverso podría mejorar la enseñanza de la inercia?
¿Qué tipos de experimentos o demostraciones te gustaría realizar en un entorno virtual para ilustrar las Leyes de Newton?

¿Cómo te gustaría que los estudiantes interactuaran con los conceptos de acción y reacción en un metaverso?

¿Qué situaciones de la vida real sueles usar para explicar las Leyes de Newton y cómo podrían integrarse en un entorno virtual?

¿Cómo te imaginas que un laboratorio virtual podría ayudar a los estudiantes a entender mejor la fricción en relación con las Leyes de Newton?

¿Qué expectativas tienes sobre el uso de un metaverso para enseñar las Leyes de Newton?

¿Cómo te gustaría que se integraran actividades prácticas en el “UdlaVerso” para mejorar el aprendizaje de estos conceptos?

¿Qué métodos usarías en un entorno virtual para asegurarte de que los estudiantes comprenden las Leyes de Newton?

Nota. Preguntas para el docente experto. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Preguntas dirigidas a los estudiantes

¿Qué aspectos de las Leyes de Newton te resultaron más difíciles de entender en clase?

¿Cómo preferirías que se explicara la Primera Ley de Newton en un entorno virtual?

¿Qué ejemplos te ayudaron más a comprender la Segunda Ley de Newton y cómo te gustaría experimentarlos en un metaverso?

¿Qué parte de la Tercera Ley de Newton te pareció más complicada y cómo te gustaría que se explicara en el “UdlaVerso”?

¿Qué actividades o simulaciones crees que te ayudarían a entender mejor las Leyes de Newton?

¿Cómo te gustaría experimentar el concepto de inercia en un entorno virtual?

¿Qué recursos visuales o interactivos preferirías usar para aprender sobre la relación entre fuerza, masa y aceleración?

¿Cómo crees que un entorno virtual podría hacer más claro el concepto de acción y reacción?

¿Qué tipo de experimentos virtuales te gustaría hacer para entender mejor la fricción en relación con las Leyes de Newton?

¿Cómo te imaginas que un entorno virtual podría ayudarte a aplicar las Leyes de Newton a situaciones de la vida real?

¿Qué simulaciones o actividades en el “UdlaVerso” te motivarían más a aprender sobre las Leyes de Newton?

¿Cómo te gustaría que se evaluara tu comprensión de las Leyes de Newton en un metaverso?

¿Qué dificultades tuviste al aprender las Leyes de Newton y cómo crees que un entorno virtual podría ayudarte a superarlas?

¿Cómo preferirías que se presentaran los conceptos de fricción estática y dinámica en el “UdlaVerso”?

¿Qué elementos visuales o interactivos te ayudarían más a entender las Leyes de Newton en un entorno virtual?

Nota. Preguntas para los estudiantes. Fuente: elaboración propia.

Así mismo, después de crear los dos formularios tanto para el docente experto como para los tres estudiantes encuestados. Se presentó a un experto en el tema del ‘UdlaVerso’ que radica en la universidad de la amazonia. La situación por la cual se presentó a esta persona es para hacer la debida revisión a cada una de las encuestas a realizar, para así poder encontrar lo que realmente se necesita para poder así plasmarlo en el módulo. Después de haber sido validada la encuesta se presenta a cada uno de los usuarios, para así poder llevar toda la información recolectada a un lenguaje natural. Por otra parte, para evitar serie de mala información o repetitiva, se llevó a cabo la especificación de requerimientos para así tener un orden más específico y poder atender las necesidades de cada uno de los usuarios en cuestión. Lo que nos arrojaría una detallada lista de cada una de las necesidades cruciales para poder darles la debida solución en el módulo interactivo.

Fase de diseño

Para esta fase, se diseñó un diagrama de clases para así poder facilitar la comprensión sobre los diferentes atributos y métodos necesarios para una correcta codificación de cada una de las actividades que se desarrollaran en cada uno de los escenarios. De la misma forma se graficó un diagrama de despliegue para al igual que el anterior poder tener en claro los diferentes hardware y software necesarios para el correcto funcionamiento del módulo en cuestión. Después se realizó dibujos a lápiz para poder plasmar las ideas de diseño para cada uno de los escenarios ya que de esta forma podemos esclarecer que elementos son los necesarios para que el módulo sea gratificante a simple vista.

Así mismo, para poder tener una lluvia de ideas en la cuestión de diseño, se utilizaron diferentes herramientas de la web que se dedican a crear imágenes, lo único necesario es poder describir como queremos cada uno de los escenarios para que estas nos den una imagen semejante a lo descrito por cada uno. De la misma forma se diseñó el diagrama de clases, este tiene como objetivo poder tener en claro las diferentes actividades que deben completar cada uno de los usuarios. Es más, ayuda a clarificar como se le puede facilitar al usuario la navegación por cada uno de los escenarios disponibles para su formación a con el tema de las leyes de Newton. Además, cada caso de uso se le hizo la debida especificación para clarificar cada uno de los aspectos importantes como los actores, secuencia de eventos, excepciones, rendimiento y demás características necesarias para el óptimo desarrollo del módulo.

Fase de elaboración

Para poder explorar el módulo es necesario instalar el visor firestorm, su debida descarga se debe hacer desde el sitio oficial para no incurrir en problemas como virus y demás malwares. Después de su descarga, se requiere seguir el paso a paso para poder llegar a su instalación optima y sin ningún contra tiempo.

La estructura arquitectónica del edificio que alojara cada uno de los escenarios es de forma triangular. Así mismo, el usuario tendrá un sendero el cual lo dirigirá hacia la entrada principal donde encontrará el primer escenario el cual en su derecha tendrá

los diferentes Teleports los cuales lo dirigirán a los demás escenarios. Ya en su lado izquierdo habrá un auditorio con sillas y una pantalla en la cual habrá un video el cual es reforzar el tema de las leyes de Newton.

En forma general cada uno de los 7 escenarios fue equipado con elementos fundamentales para el desarrollo de enseñanza y aprendizaje de las leyes de Newton. Cada uno de ellos fue programado minuciosamente para que cumpla con cada una de las funciones necesarias y así cumplir el objetivo del módulo. Por otro lado, se conformó un grupo de expertos en estos temas de módulos 3D para que evaluaran cada uno de los módulos y sus actividades. Para esto se basaron en el principio de Nielsen. De la misma forma se creó una encuesta en Google forms con una escala en cada una de las preguntas de 1 a 5.

Resultados

En esta sección se podrán encontrar cada uno de los resultados que se pudieron evidenciar en cada una de las fases anteriormente ya planteadas y sus actividades que aplican en cada una de ellas. Así mismo, podrán visualizar cada respuesta de los estudiantes y profesor en las encuestas planteadas al principio del este capítulo, de la misma forma, habrá imágenes de cada escenario para su mejor visualización. Los resultados mostraron que los estudiantes mejoraron significativamente su comprensión de los conceptos físicos, lo que concuerda con lo que Ma y Nickerson (2006) ya observaron en 2006. Destacaron el impacto positivo de los laboratorios virtuales y la simulación en el aprendizaje. Además, las interfaces inmersivas utilizadas en este módulo permitieron a los estudiantes sentirse más involucrados, más involucrados y comprender mejor los temas científicos, que desde había planteado anteriormente en 2009.

Por otro lado, estudios como el de Jong, Linn y Zacharia (2013) demostraron que los laboratorios virtuales son una herramienta muy útil para el aprendizaje a través de la investigación, ya que se adaptan a las necesidades específicas de cada estudiante. Estos hallazgos refuerzan la idea de que las simulaciones y los entornos interactivos son recursos pedagógicos valiosos, especialmente cuando se trata de enseñar conceptos

científicos complejos. En definitiva, estas herramientas no sólo facilitan el aprendizaje, sino que también lo hacen más dinámico e interesante para los estudiantes.

Resultados de la Fase de requerimiento

Para poder encontrar la problemática en la enseñanza y aprendizaje sobre las leyes de Newton, se hizo la recolección de las diferentes respuestas de los 3 estudiantes y el docente experto en el tema. De esta forma se puede evidenciar el punto de vista de los usuarios que principalmente pondrán a prueba el módulo interactivo. Así mismo, se podrá desarrollar la debida solución para con el problema en cuestión.

Tabla 3. Respuestas del experto

Los conceptos abstractos, como la inercia y la relación entre la fuerza y la aceleración, suelen ser los más difíciles de transmitir en un aula. Muchos estudiantes tienen problemas para visualizar cómo se comporta un objeto en diferentes condiciones, y explicar estos conceptos solo con ejemplos teóricos a veces no es suficiente. (ChatGPT, 2024)
Para que comprendan bien la Primera Ley de Newton, suelo utilizar ejemplos de la vida cotidiana, como un libro que permanece sobre una mesa hasta que se le aplica una fuerza para moverlo. Sin embargo, creo que una simulación que permita a los estudiantes ver cómo actúa la inercia en diferentes condiciones, sería más efectiva. Algo como lo que estás proponiendo en tu proyecto, donde los estudiantes puedan manipular las condiciones y observar los efectos, facilitaría su comprensión. (ChatGPT, 2024)
Suelo usar ejemplos como empujar un carrito de supermercado o lanzar una pelota, donde se pueda observar cómo la fuerza aplicada afecta la aceleración. En un entorno virtual, me gustaría que los estudiantes pudieran modificar las variables de fuerza y masa para ver cómo cambia la aceleración en tiempo real. (ChatGPT, 2024)
La Tercera Ley de Newton la explico usando ejemplos como el retroceso de una pistola o empujar una pared. Estoy convencido de que una simulación donde los estudiantes puedan experimentar directamente con fuerzas de acción y reacción, como empujar objetos y ver cómo estos reaccionan, facilitaría muchísimo su comprensión. (ChatGPT, 2024)
Actualmente uso diagramas en pizarra, videos de YouTube, y demostraciones en clase, pero estos tienen sus limitaciones. Poder contar con una plataforma que permita a los estudiantes interactuar directamente con los conceptos sería un cambio significativo, ya que les daría la oportunidad de experimentar con las Leyes de Newton en un entorno controlado. (ChatGPT, 2024)
Uso cuestionarios teóricos y problemas prácticos en los que los estudiantes deben aplicar las leyes a situaciones cotidianas. No obstante, en un entorno como el que propones, podría evaluar su comprensión directamente a través de ejercicios interactivos donde manipulen fuerzas, masas y vean los resultados en tiempo real. (ChatGPT, 2024)

El mayor desafío es que los estudiantes suelen tener dificultades para entender cómo la masa influye en la aceleración cuando se aplica una fuerza. En tu proyecto, la capacidad de cambiar esos valores en una simulación y ver los resultados de manera inmediata sería una solución excelente para superar este desafío. (ChatGPT, 2024)

Una simulación en un metaverso permitiría a los estudiantes experimentar cómo un objeto en reposo o en movimiento permanece en ese estado hasta que se le aplique una fuerza externa. Poder ver esto en un entorno interactivo como el que propones en tu proyecto definitivamente mejoraría la comprensión de este concepto, ya que los estudiantes podrían experimentar de primera mano cómo funciona la inercia. (ChatGPT, 2024)

Me gustaría que los estudiantes pudieran realizar experimentos como empujar objetos de diferentes masas, observar el efecto de la fricción o manipular la aceleración de un objeto. (ChatGPT, 2024)

Me gustaría que los estudiantes pudieran aplicar fuerzas a diferentes objetos y observar directamente la reacción que producen. Por ejemplo, podrían empujar un muro y ver cómo este "empuja" de vuelta. (ChatGPT, 2024)

Suelo usar situaciones como un coche que acelera o un balón que es pateado para explicar las leyes. En un entorno virtual, estas mismas situaciones podrían integrarse como simulaciones donde los estudiantes experimenten con las variables en tiempo real. (ChatGPT, 2024)

En un laboratorio virtual, los estudiantes podrían modificar el coeficiente de fricción entre dos superficies y observar cómo afecta el movimiento de un objeto. Esto sería una excelente manera de enseñarles cómo la fricción influye en la aplicación de las Leyes de Newton. (ChatGPT, 2024)

Mis expectativas son que los estudiantes puedan interactuar con los conceptos de manera directa y práctica, haciendo que el aprendizaje sea más intuitivo. Con un entorno como el que describes en tu proyecto, podríamos superar muchas de las limitaciones del aula tradicional. (ChatGPT, 2024)

Me gustaría ver actividades donde los estudiantes puedan realizar simulaciones personalizadas, cambiar variables como fuerza y masa, y recibir retroalimentación inmediata, las actividades prácticas serían esenciales para consolidar el aprendizaje. (ChatGPT, 2024)

Utilizaría evaluaciones integradas dentro de las simulaciones, como preguntas prácticas y ejercicios interactivos donde los estudiantes apliquen las leyes directamente. Los métodos propuestos en tu proyecto, como el uso de evaluaciones al final de cada simulación, me parecen adecuados para garantizar la comprensión. (ChatGPT, 2024)

Nota. Respuestas obtenidas a partir de la aplicación del formulario (tabla 2) diseñado para expertos en la enseñanza de las Leyes de Newton. Fuente: ChatGpt.

Tabla 4. *Respuestas del estudiante #1 en relación con el aprendizaje de las leyes de Newton*

Considero que una de las cosas que más se me dificultó, fue entender la Tercera Ley de Newton y cómo aplicarla a situaciones del mundo real. La idea de que cada acción tiene una reacción opuesta se me hizo confusa en la práctica, especialmente cuando intentaba visualizar cómo actúan estas fuerzas en direcciones opuestas, pero con la misma magnitud. Por ejemplo, recuerdo ejercicios que planteaban situaciones como empujar una pared o saltar desde el suelo, y me costaba entender cómo exactamente la pared me empuja de vuelta o cómo el suelo aplica una fuerza hacia arriba para impulsarme. Otro aspecto que me costó para la Segunda ley de Newton fue cómo la fricción y otras fuerzas de resistencia (como la resistencia del aire) afectan el movimiento. No siempre fue claro cómo calcular o predecir la cantidad de fricción y cómo esta influye en el resultado final del movimiento de un objeto.

Me gustaría que la primera Ley de Newton se explicara con un video interactivo donde se pueda ver ejemplos de objetos en movimiento y en reposo, y cómo se comportan sin ninguna fuerza actuando sobre ellos. También, sería genial poder experimentar el "pausar" o "arrancar" un objeto virtual para ver cómo la inercia realmente funciona.

Los ejemplos que más me ayudaron a comprender este tema fueron con los coches acelerando y frenando. Por su parte, en el metaverso, me gustaría mucho tener la oportunidad de "manejar" un auto donde pudiera ajustar diferentes variables, como su masa o la potencia del motor, para ver cómo eso afecta la aceleración; es decir, tipo un simulador de carreras donde se puede experimentar con estas cosas y al mismo tiempo divertirse haciendo una carrera de autos. Considero que esto, ayudaría a entender mejor cómo la fuerza y la masa realmente afectan el movimiento en situaciones del mundo real. Sería como una forma interactiva de experimentar esta ley de Newton.

Lo que me resultó más complicado fue entender cómo la Tercera Ley de Newton se aplica en situaciones cotidianas, especialmente cuando no se pueden ver las reacciones inmediatas. Recuerdo mucho un ejercicio sobre un trampolín que se me dificultó resolver, pues cuando se salta de un trampolín, uno siente que se impulsa hacia arriba, pero no siempre es claro cómo la fuerza que aplica al trampolín se traduce en el movimiento. Me gustaría que en el UDLA-verso hubiera una simulación que muestre de manera clara, sencilla y visual cómo la fuerza que aplicamos a un objeto genera una reacción igual y opuesta, usando ejemplos cotidianos como saltar, empujar o lanzar algo.

Simulaciones donde se pueda cambiar variables como la masa de los objetos, la fuerza, y ver los resultados en tiempo real; pues, sería interesante experimentar con simulaciones que muestren cómo la variación de una variable influye en el comportamiento de los objetos en tiempo real para que nos ayude a visualizar los efectos inmediatos y las interacciones entre fuerza, masa y aceleración, facilitando una comprensión más clara y directa de estas leyes.

Para experimentar el concepto de inercia en un entorno virtual, sería muy interesante tener una simulación donde pueda moverse dentro de un tren o carro virtual y observar cómo la inercia afecta mi movimiento al arrancar, acelerar o frenar. Poder "sentir" el tirón hacia atrás o adelante en el juego cuando el tren o coche cambia de velocidad sería muy útil para entender cómo la inercia actúa en situaciones de la vida cotidiana. También, imagino que una simulación en un parque de diversiones virtual sería de mucha ayuda para comprender a profundidad el concepto de inercia; que tipo se pueda experimentar la inercia mientras se sube y baja en montañas rusas, en la rueda o cosas así; por ejemplo, cuando la montaña rusa acelera, desacelera o cambia de dirección.

Me gustaría experimentar con diferentes superficies y objetos para ver cómo la fricción cambia según el material. También sería genial, que se permita deslizar ciertos objetos, sobre superficies en condiciones diversas, por ejemplo, sobre el hielo o arena, y ajustar la fuerza aplicada para ver cómo varía el movimiento.

Podría ser demasiado útil ver ejemplos de la vida diaria, como manejar un auto o empujar una caja, lanzar un balón, etc en un entorno virtual. Así podría practicar y entender cómo aplicar las leyes a lo que se hace todos los días y también porque estos son ejemplos muy comunes y con los que se suelen explicar, practicar y evaluar estos temas.

Competencias interactivas o juegos donde aplico las leyes para completar desafíos, como mover objetos en una carrera o resolver problemas para desbloquear nuevos niveles.

Gráficos que muestren cómo cambian estas variables en tiempo real cuando ajusto alguna de ellas. Un simulador donde pueda aplicar diferentes fuerzas a objetos de distintas masas para ver cómo afecta la aceleración también sería genial.

Poder participar en experimentos en situaciones o actividades de la vida real, en donde pueda interactuar con objetos que reaccionan a mis acciones, a lo que yo como usuario indique. Por ejemplo, poder elegir diferentes objetos y aplicar diversas fuerzas sobre ellos para observar cómo reaccionan, o también una simulación donde pueda visualizar el empuje de una caja, ajustar la fuerza aplicada y ver cómo la caja se mueve y cómo la fuerza de reacción actúa. Sería muy útil tener la opción de experimentar con otros escenarios, como lanzar una pelota contra una pared y observar cómo la pelota rebota y la fuerza que se ejerce en la dirección opuesta, o interactuar con mecanismos como resortes y poleas para ver cómo las fuerzas se equilibran y se contrarrestan. Ya que este tipo de situaciones son las más comunes a la hora que se está explicando estos temas y poder visualizarlas, e interactuar con ellas nos permitiría entender más.

Me gustaría que la evaluación de mi comprensión de las Leyes de Newton en un metaverso se realizara a través de simulaciones interactivas y escenarios prácticos en los que pudiera aplicar los conceptos en situaciones del mundo real. Por ejemplo, podría resolver desafíos que involucren el uso de las tres leyes en contextos variados, como el movimiento de vehículos, el lanzamiento de proyectiles o la interacción de objetos en diferentes superficies. También podría haber cuestionarios o problemas prácticos al final de cada simulación para evaluar mi comprensión y habilidades para aplicar las leyes en diferentes contextos y darme una puntuación de cada problema resuelto. Este enfoque práctico y visual permitiría demostrar el dominio de los conceptos de una manera más efectiva y comprensible de estas leyes.

En muchas ocasiones me costó imaginar, visualizar cómo las fuerzas afectan a los objetos. Entonces, un entorno virtual sería clave para ayudar a interpretar, entender y sobre todo ver y manipular esas fuerzas de manera directa interactiva y divertida, haciendo que los conceptos sean más fáciles de entender.

En el 'UdlaVerso', preferiría que los conceptos de fricción estática y dinámica se presentaran a través de simulaciones interactivas donde pudiera experimentar con una variedad de objetos sobre diferentes superficies. Por ejemplo, tener la opción de empujar objetos en superficies como hielo, asfalto, arena, y observar cómo varía la resistencia al movimiento. La simulación podría mostrar claramente la fricción estática al intentar iniciar el movimiento de un objeto que está en reposo, y la fricción dinámica al mantener el objeto en movimiento. Además, contar con gráficos y datos en tiempo real sobre la fuerza de fricción y su impacto en el movimiento me ayudaría a comprender mejor las diferencias entre ambos tipos de fricción y cómo se manifiestan en situaciones reales.

Gráficos interactivos, la posibilidad de modificar variables para ver cómo afectan los resultados y también sería increíble visualizar e interactuar con gráficos en 3D. Considero necesario, que se implementen actividades prácticas donde se pueda aplicar lo aprendido para resolver problemas o completar tareas en el entorno virtual.

Nota. Respuestas obtenidas a partir de la aplicación del formulario (tabla 3) diseñado para estudiantes en el aprendizaje de las leyes de Newton. Fuente: estudiante #1.

Tabla 5. *Respuestas del estudiante #2 en relación con el aprendizaje de las leyes de Newton*

Lo más complejo inicialmente es identificar o visualizar que fuerzas actúan sobre un cuerpo o como están involucradas dependiendo de la dirección.

Creo que sería bueno que se ilustrara de manera virtual mediante el uso de simuladores, con ejemplos de la vida cotidiana, no solo entornos aislados, sino que dentro de las ilustraciones se simulen situaciones de la vida real que ejemplifiquen la primera ley de Newton.

No considero que haya un ejemplo puntual que me haya ayudado a entender mejor, sin embargo, el hecho de buscar distintos ejemplos y ejercicios de los libros de física y realizarlos, empezando por ilustrarlos fue muy importante, lo que más me ayudó fue hacer dibujos y entender primero la situación antes de iniciar a resolver lo que se pedía. Sería genial que mediante un metaverso estas ilustraciones visuales sean mucho más simples, entendibles y permitan una mejor comprensión al estudiante.

Nuevamente creo que lo más complejo fue identificar el cómo actuaban las fuerzas y en qué dirección lo hacían. Que se explicara de una manera más didáctica, visual y animada en el UDLA-verso sería de mucha ayuda para una mayor comprensión.

Experimentos simples, como empujar un objeto o lanzarlo, también realizar juegos con objetos como pelotas o carros de diferentes pesos o masa, para hacer comparaciones de cómo las fuerzas intervienen en su movimiento y demás.

Me gustaría observar o poder realizar anotaciones o aclaraciones sobre simulaciones de experimentos que ejemplifican esta ley, como el de tirar de un mantel que tiene encima varios objetos, entonces me gustaría ver anotaciones de cómo ocurre esto, en los momentos justos.

Cualquiera que tenga relación con la cotidianidad, como carros, pelotas, llantas y demás, sin embargo, teniendo una gran variedad de estos con características un poco distintas, que varíen en masa, o que se le agregue mayor fuerza, para ver cómo se relacionan estas y cómo varían dependiendo del valor de esta o como les afecta a los diferentes objetos.

También haciendo uso de una visualización más clara de la intervención de las fuerzas de acción y reacción de una manera gráfica y dinámica que ejemplifique con situaciones de la cotidianidad como las fuerzas actúan casi que en parejas y tienen el mismo valor, pero con direcciones contrarias. Además de que las simulaciones puedan ser repetidas en momentos precisos para mayor comprensión.

Simulaciones con diferentes superficies que tengan distintos coeficientes de fricción.

Con la ilustración de situaciones y escenarios reales se podrían observar entornos que simulen los movimientos de vehículos de deportes construcciones y demás que nos permitan saber cómo influyen las diferentes fuerzas en estas situaciones de la vida real.

Aparte de las simulaciones podrían incluirse juegos que nos permitan comprender cómo estas fuerzas actúan en situaciones cotidianas o reales de nuestro interés e incluso en condiciones peligrosas que no podemos reproducir en la vida real como choques de carros o lanzamientos de cohetes.

Mediante test interactivos, que permitan hacer uso de un contenido audiovisual y responder preguntas de manera puntual.

Nuevamente la visualización de las fuerzas y la identificación de ellas fue lo más complicado entonces anotaciones puntuales sobre la intervención de estas fuerzas en simulaciones permitiría una comprensión mucho más sencilla.

Con ejemplos que permitan interactuar con una gran variedad de condiciones como distintas superficies, distintas inclinaciones del plano, variación en la aplicación de fuerzas o terrenos variados y gran variedad de objetos.

Una gran variedad de objetos y variación de sus mismas características, además anotaciones bien precisas sobre cada simulación.

Nota. Respuestas obtenidas a partir de la aplicación del formulario (tabla 4.3) diseñado para estudiantes en el aprendizaje de las leyes de Newton. Fuente: estudiante #2.

Tabla 6. *Respuestas del estudiante #3 en relación con el aprendizaje de las leyes de Newton*

La relación entre masa, fuerza y aceleración.
Con algún tipo de desafío donde se deba aplicar la ley.
El de lanzar una pelota con distintas masas y observar como la aceleración iba cambiando cuando se aplicaba la misma fuerza con un simulador donde se logre hacer gráficos y mostrar los resultados de cómo cambia la aceleración.
Entender cómo las fuerzas de acción y reacción actúan de manera simultánea, pero en cuerpos diferentes, se podrían hacer simulaciones con un cohete ya que los gases expulsados hacia abajo ejercen una fuerza hacia arriba lo que impulsa el cohete.
Laboratorios virtuales, simuladores de caída libre.
Sería bueno tener simulaciones y actividades interactivas que se logre que la inercia se sienta de manera más tangible y visual.
Gráficos dinámicos en tiempo real, videos explicativos.
Con mayor interacción en simulaciones, con videos explicativos, diferentes juegos para hacer más dinámico el aprendizaje.
Experimentos de cuerpos en pendiente, simulaciones de frenado de vehículos, experimentos de fuerza normal y fricción.
Resolución de problemas en tiempo real.
Competencias de ingeniería virtual.
Resolviendo alguna simulación.
No lograba entender muy bien el tema los ejercicios no los lograba comprender de una manera clara, creo que mirando videos y haciendo más actividades didácticas.
Escenarios de resolución de problemas.
Videos explicativos y laboratorios donde se puedan realizar diferentes simulaciones.

Nota. Respuestas obtenidas a partir de la aplicación del formulario (tabla 3) diseñado para estudiantes en el aprendizaje de las leyes de Newton. Fuente: estudiante #3.

En total, se obtuvieron 45 respuestas de los tres estudiantes encuestados y 15 del docente, alcanzando un total de 60 respuestas, lo cual proporcionó una base significativa para extraer los requerimientos e iniciar la construcción del módulo. Tras aplicar el formulario a los participantes, se llevó a cabo un análisis detallado para identificar las peticiones y necesidades específicas de los usuarios respecto al aprendizaje de las leyes de Newton.

Tabla 8. *Requisitos funcionales en lenguaje natural.*

n°	descripción	origen
RF-01	El sistema debe presentar de manera clara los conceptos de la Primera, Segunda y Tercera Ley de Newton, utilizando ejemplos visuales y explicativos.	Pregunta 1 (Profesor)
RF-02	El sistema debe permitir la simulación del principio de inercia, donde los estudiantes puedan observar cómo un objeto en reposo o en movimiento continúa en ese estado a menos que una fuerza externa actúe sobre él.	Pregunta 2 (Profesor)
RF-03	El sistema debe permitir a los estudiantes experimentar con diferentes masas y fuerzas para observar cómo estos factores afectan la aceleración de un objeto, según la Segunda Ley de Newton ($F = ma$).	Pregunta 3 (Profesor)
RF-04	El sistema debe simular situaciones donde se aplique la Tercera Ley de Newton, mostrando cómo cada acción tiene una reacción igual y opuesta, por ejemplo, cuando un objeto empuja contra una pared y la pared empuja de vuelta.	Pregunta 4 (Profesor)

RF-05	El sistema debe incluir ejercicios prácticos donde los estudiantes puedan aplicar las Leyes de Newton en diferentes escenarios, resolviendo problemas relacionados con movimiento, fuerza y aceleración.	Pregunta 9 (Profesor)
RF-06	Al final de cada lección, el sistema debe ofrecer una evaluación para medir la comprensión de los estudiantes sobre las Leyes de Newton.	Pregunta 6 (Profesor)
RF-07	El sistema debe registrar los resultados de las evaluaciones, permitiendo a los estudiantes revisar su rendimiento y a los educadores monitorear el progreso.	Pregunta 6 (Profesor)
RF-08	El sistema debe permitir a los educadores modificar los parámetros de las simulaciones, como la fuerza aplicada o la masa de los objetos, para adaptar los ejercicios a diferentes niveles de dificultad.	Pregunta 14 (Profesor)
RF-09	El sistema debe ser capaz de generar reportes detallados sobre el progreso de los estudiantes, destacando áreas de fortaleza y debilidad en la comprensión de las Leyes de Newton.	Pregunta 6 (Profesor)
RF-010	El sistema debe proporcionar retroalimentación inmediata durante los ejercicios prácticos, indicando a los estudiantes si están aplicando correctamente las Leyes de Newton.	Pregunta 15 (Profesor)

RF-011	El sistema debe ofrecer acceso a recursos complementarios, como lecturas y videos, que profundicen en los conceptos enseñados.	Pregunta 5 (Profesor)
RF-012	El sistema debe incluir un soporte técnico accesible para ayudar a los usuarios en caso de problemas durante el uso de las simulaciones y ejercicios.	Física 1, Unidad 3, Leyes de Newton
RF-013	El sistema debe permitir la visualización de gráficos y tablas que representen la relación entre fuerza, masa y aceleración, ayudando a los estudiantes a interpretar los resultados de las simulaciones.	Pregunta 7 (Profesor)
RF-014	El sistema debe permitir la configuración del idioma de la interfaz y del contenido educativo para adaptarse a diferentes grupos de estudiantes.	Física 1, Unidad 3, Leyes de Newton
RF-015	El sistema debe permitir a los estudiantes acceder a sus evaluaciones anteriores para revisar respuestas y aprender de sus errores.	Pregunta 15 (Profesor)

Nota. Requisitos funcionales en lenguaje natural. Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, los requerimientos fueron especificados mediante un enfoque orientado a objetos, detallando para cada uno aspectos como código, nombre, descripción, prioridad, origen y usuario. De esta forma se encontró una mejor claridad ante las peticiones recolectadas en las respuestas anteriores por parte de los estudiantes y docente experto. Así mismo, se especificaron 15 requerimientos.

Tabla 9. *Especificación de requisitos funcionales*

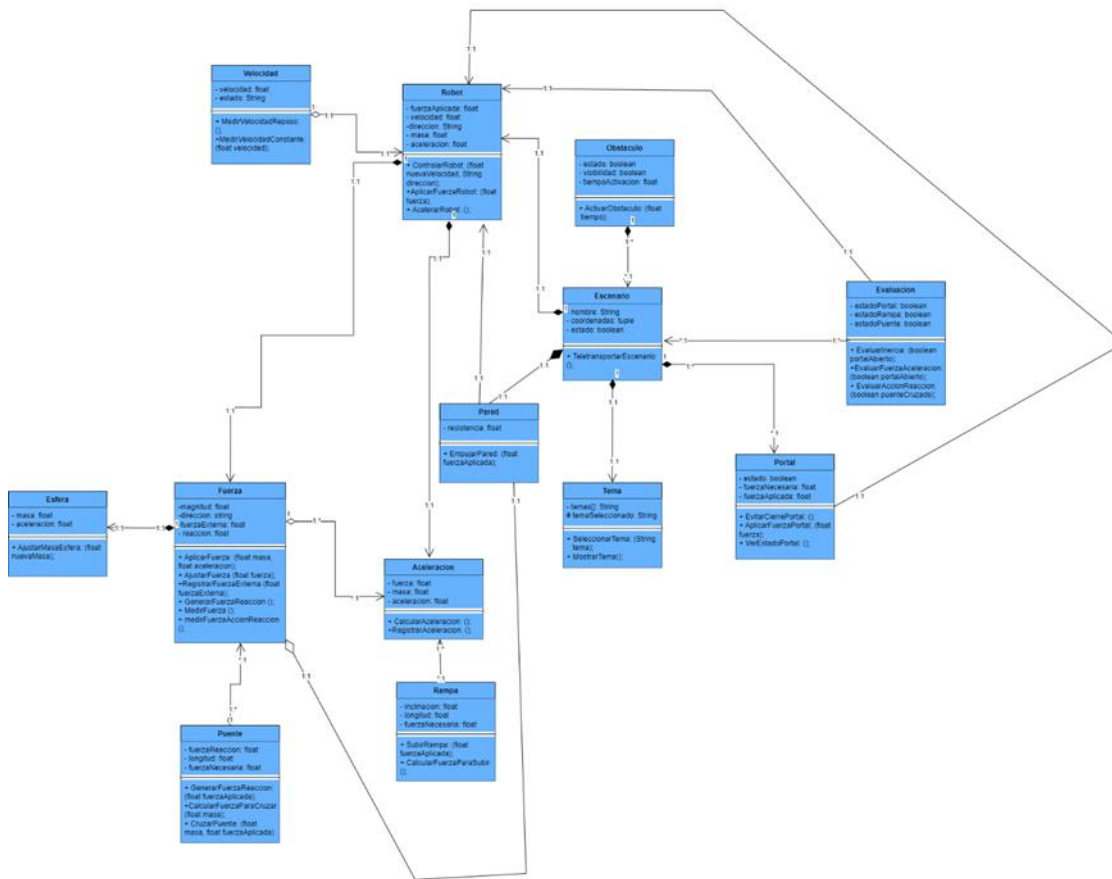
código	RF-02
nombre	Simulación de inercia
descripción	El sistema debe incorporar la capacidad de simular el principio de inercia, permitiendo a los estudiantes observar cómo un objeto permanece en reposo o en movimiento uniforme hasta que una fuerza externa intervenga para modificar su estado. Esta funcionalidad busca facilitar la comprensión práctica de este principio fundamental de las Leyes de Newton.
prioridad	Alta
origen	Pregunta 2 (Profesor)
usuarios	Estudiante

Nota. Modelo de especificación de requisitos. Fuente: elaboración propia.

Resultados de la Fase de diseño

Ya para esta fase se evidencia el diagrama de clases estructurado y creado para facilitar al codificador los diferentes atributos y clases que son requeridos para el óptimo desarrollo del módulo interactivo. Se muestra puntos clave que se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar cada uno de los escenarios y sus elementos que tendrá alguna programación para que el usuario interactúe con ellos.

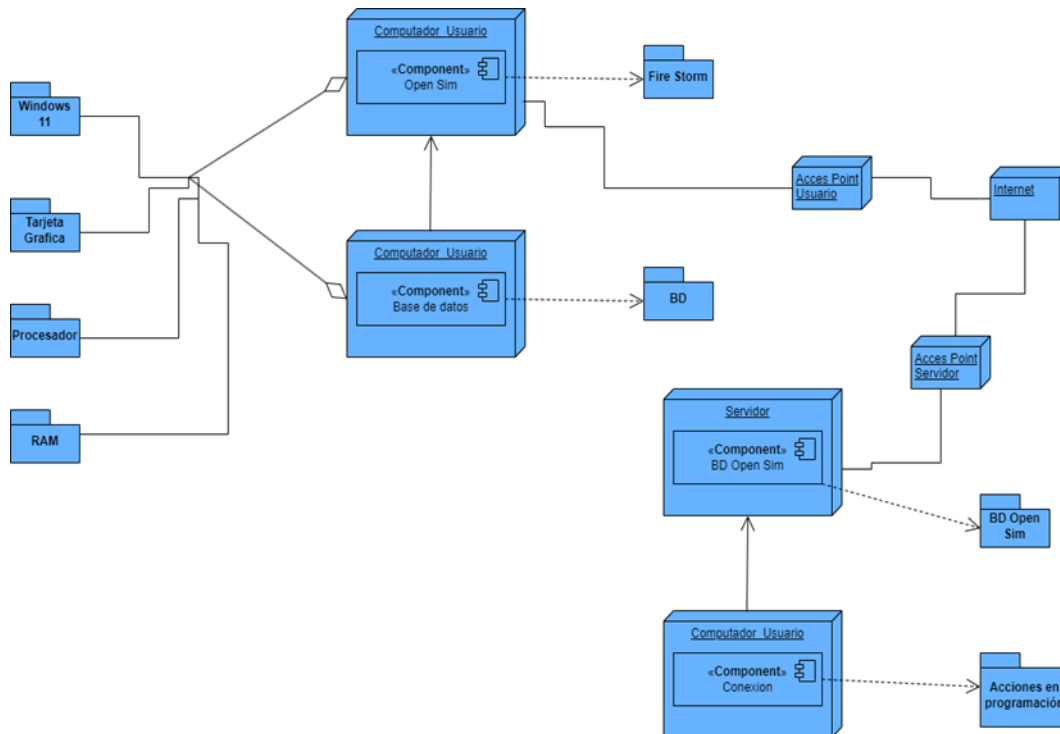
Figura 1. Diagrama de Clases del Proyecto



Nota. Diagrama de clases. Fuente: elaboración propia en la página draw.io.

De la misma forma se diseñó un diagrama de secuencia el cual nos evidencia la interacción que tiene cada software y hardware utilizados para el desarrollo del módulo en cuestión. Es muy necesario ya que nos aclara las herramientas que se deben estar a la mano para su utilidad ya que sin estas difícilmente se podría cumplir con el objetivo de cada escenario planteado.

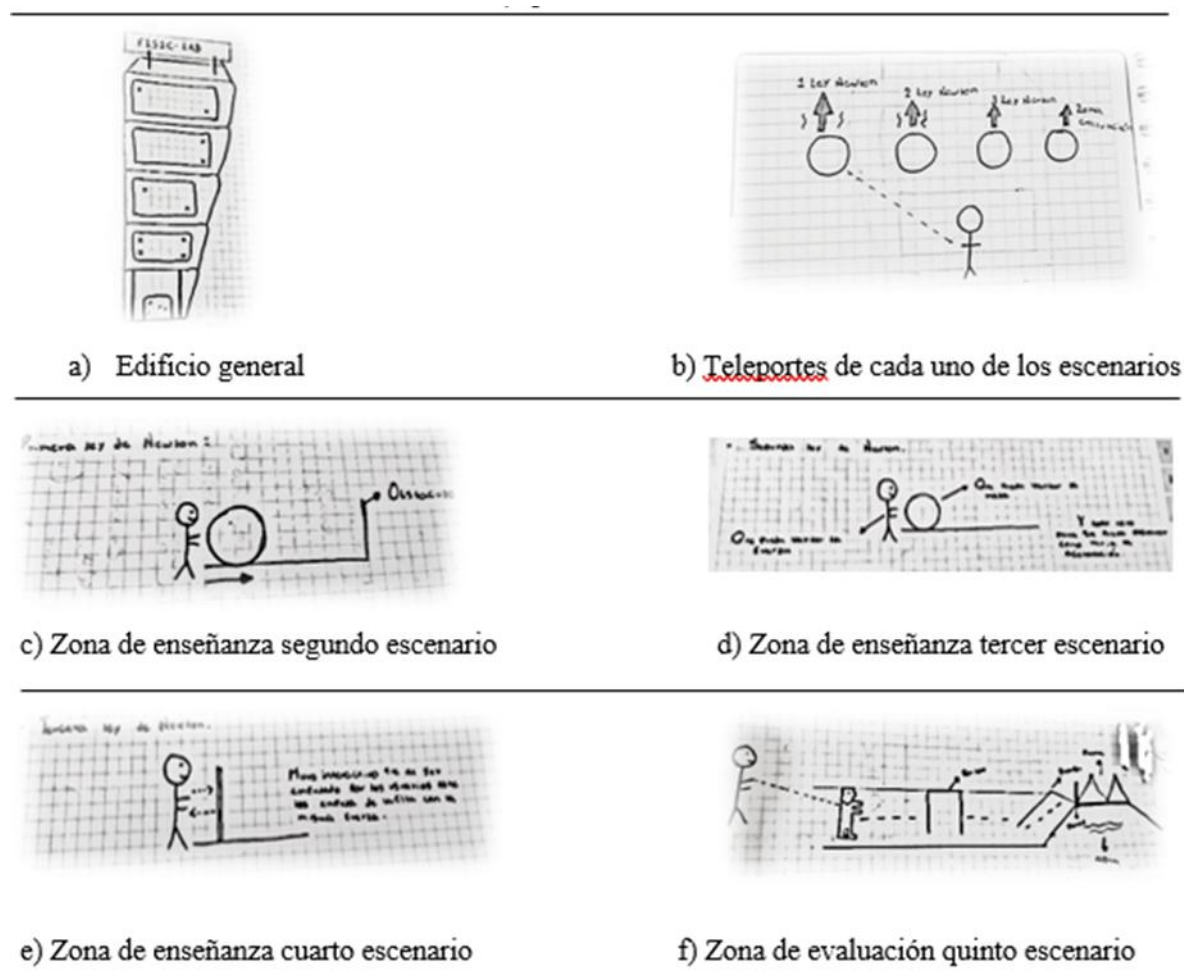
Figura 2. Diagrama de secuencia del modulo



Nota. Diagrama de secuencia. Fuente: elaboración propia en la página draw.io.

Para el diseño arquitectónico del edificio y de cada uno de los escenarios, se realizaron bocetos a mano alzada los cuales ayudaron a tener una mínima idea de cómo se construirían cada uno. Así mismo, es fundamental esta clase de ejercicios para encontrar errores y poderlos solucionar a tiempo. Al igual que poder encontrar rutas fáciles para la navegación de cada uno de los usuarios que usen este módulo.

Figura 3. Bocetos a mano alzada de los escenarios a implementar.



Nota. Bocetos iniciales a mano alzada. Fuente: elaboración propia.

Así como anteriormente plasmamos las ideas arquitectónicas para cada uno de los escenarios pues de la misma forma se describió a las diferentes herramientas creadoras de imágenes que nos brindaran ilustraciones que cumplieran con los elementos necesarios para cada módulo. De esta forma, se brindan diferentes ideas de diseños para poder implementarlos ya en el ‘udlaverso’. Fue muy enriquecedora ya que nos permite poder analizar y mejorar cada uno de los diseños ya planteados en papel y lápiz.

Figura 4. Imágenes generadas por la IA de los elementos necesarios para cada escenario



a) Edificio general



b) Escenario uno teleportes



c) Movimiento de la esfera



d) Ajuste de masa esfera



e) Pared interactiva



f) Control robot



g) Ajuste de velocidad robot



h) Acción y reacción robot



i) Entrada del edificio



j) Sala de espera escenario 1



k) Teleportes escenario 1



l) Zona de activar muro escenario 2



m) Velocidad esfera escenario 1



n) Masa de esfera



ñ) Ajuste de fuerza del avatar



o) Variación velocidad



p) Muestra de acción y reacción



q) Empuje de muro



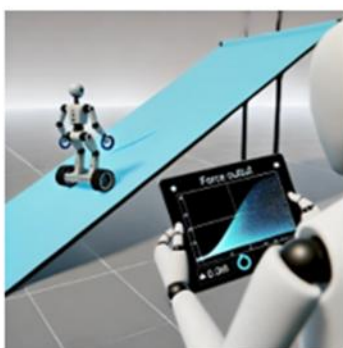
r) Manejo de robot



s) Aplicación de fuerza al robot



t) Ajuste aceleración robot



u) Ajuste fuerza, subir rampa



v) Robot empujando pared

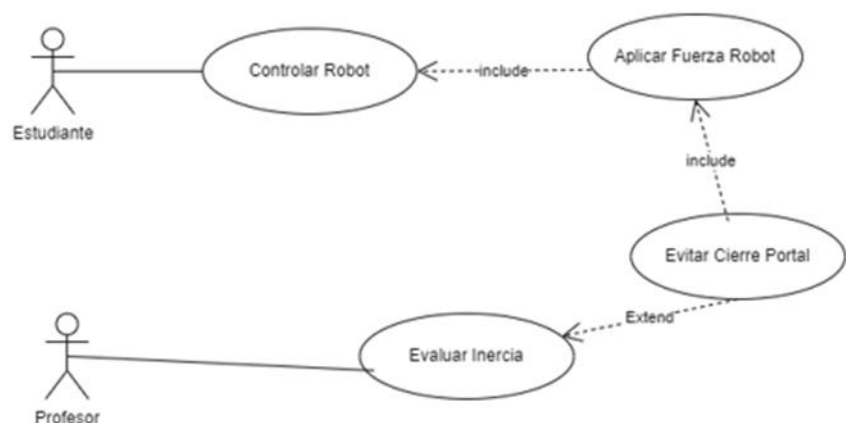


w) Visualización acción y reacción

Nota. Imágenes creadas. Fuente: ChatGpt-4.

En esta sección se diseñó el diagrama de casos de uso para el óptimo flujo que tendrá cada una de las acciones en los diferentes escenarios. Se presenta un ejemplo en donde hay una interacción entre docente y estudiante ya que es donde se evaluará el concepto de la inercia. En este claro modelo de casos de uso, se muestra en detalle la acción del estudiante para ser evaluado por el docente, ya que este debe poder manipular el robot para que cumpla con una serie de retos en donde pondrá a prueba la inercia.

Figura 5. Diagrama de casos de uso del proceso de inercia



Nota. Ejemplo de diagrama de casos de uso sobre la inercia. Fuente: elaboración propia en la página draw.io.

Por otra parte, se evidencia a continuación la especificación del caso de uso que tomamos de ejemplo anteriormente, aquí se podrá detallar detenidamente cada uno de los aspectos a tener en cuenta al momento de llevar estas acciones al módulo. Gracias a esto, se podrá interpretar mejor lo que hay que hacer al momento de entrar a manipular cada elemento en este escenario.

Tabla 10. Formato de especificación de casos

cu-016	controlar robot
Versión	1.0
Autores	Edwar Salazar
Fuentes	RF-005
Actores:	Estudiante
Objetivos Asociados	Controlar el movimiento del robot.
Casos de uso Asociados	N/A
Descripción	El estudiante controla el movimiento del robot en la simulación.
Precondición	El robot está operativo y preparado para recibir comandos de control.

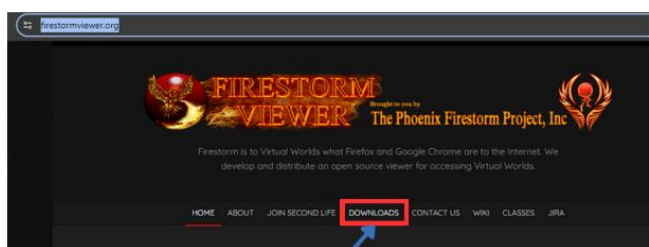
Atributos	Velocidad: float Dirección: String	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El estudiante activa el control del robot.
	2	El robot sigue los comandos dados por el estudiante.
Postcondición	El robot se mueve de acuerdo con los comandos.	
Excepciones	Paso	Acción
	1	Error en el control o la respuesta del robot.
Rendimiento	Control en tiempo real.	
Importancia	Alta	
Urgencia	Alta	
Estado	En desarrollo	
Estabilidad	Estable	

Nota. Especificación del caso de uso “controlar Robot”. Fuente: elaboración propia.

Resultados de la Fase de elaboración

Para poder entrar al entorno de aprendizaje de las leyes de Newton, se debe hacer uso de plataformas que sirven de visor para el metaverso, en este caso se hace uso de Firestorm, el cual se debe de descargar como se muestra en la figura 4.6. A continuación el link de descarga: <https://www.firestormviewer.org/>.

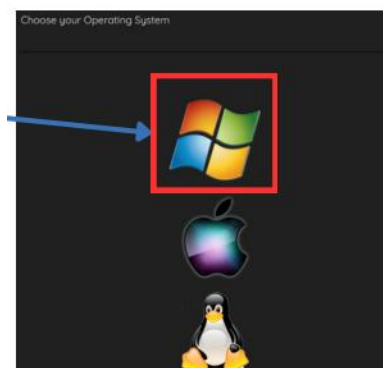
Figura 6. Procedimiento de descarga e instalación



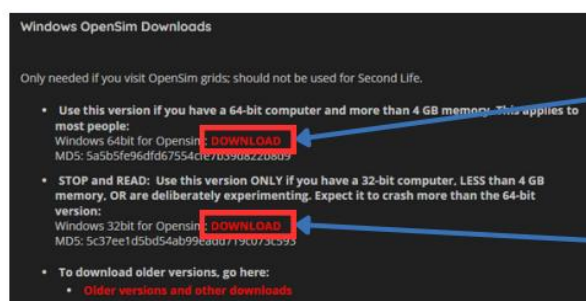
a) Dar clic en downloads



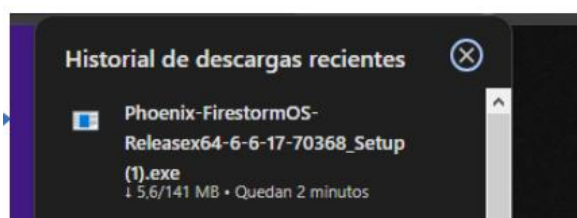
b) Dar clic en Open Simulator



c) Elegir tu sistema operativo



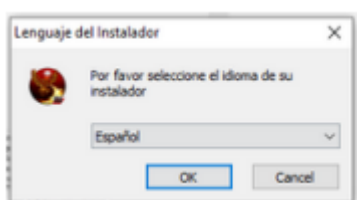
d) Clic en los bits de tu sistema operativo



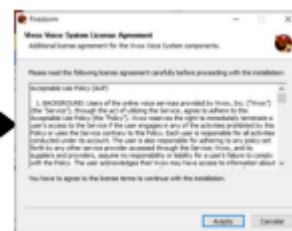
e) Descargar iniciada



f) Clic en el programa ya descargado



g) Seleccionar lenguaje y clic en “Ok”



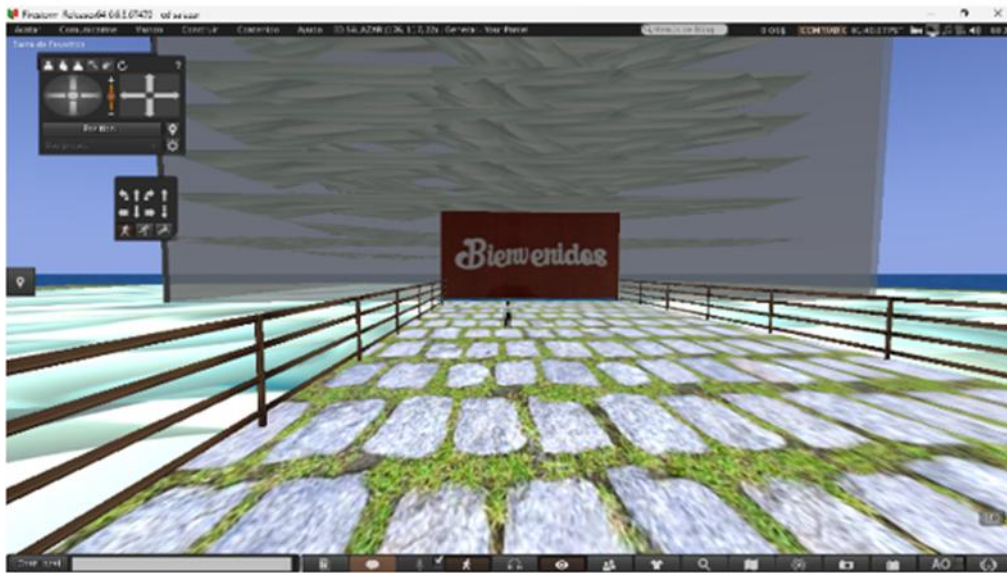
h) Aceptar términos y condiciones

Nota. Paso a paso para la descarga e instalación del firestorm. Fuente: sitio web oficial de Firestorm (<https://www.firestormviewer.org>).

Escenarios generales:

Las figuras 4.7 a 4.15 presentan una visión general de los escenarios desarrollados para el aprendizaje de las Leyes de Newton. Cada uno de estos escenarios está diseñado para abordar conceptos clave específicos, proporcionando una estructura interactiva e inmersiva que facilita la comprensión de los principios físicos. Ya en cada una de las ilustraciones se podrá ver cómo están distribuidos cada módulo. En la siguiente figura se evidencia el edificio en forma triangular, así como su puerta con sensor en el tapete para hacer el ingreso más fácil para el usuario. A los lados tenemos una especie de cerca para evitar que los estudiantes se desvíen del camino. Vale aclarar que en toda la isla habrá diferentes teleportes por si hay inconvenientes en encontrar la entrada al edificio. Cada uno de estos está programado para llevarlos al sitio correspondiente para el ingreso.

Figura 7. Vista de la entrada principal



Nota. Construcción del edificio y su entrada. Fuente: elaboración propia.

Para dar un ejemplo de codificación se evidencia a continuación un script el cual es el que abre la puerta automáticamente cada vez que se pise el tapete.

```
default
{
    collision_start(integer num)
    {
        llSay(0, "Avatar ha pisado el tapete"); // Verificación en el chat local
        llRegionSay(-4235, "open"); // Enviar mensaje a las puertas
    }
}
```

Área de video:

Al haber entrado a mano derecha se podrá encontrar una especie de auditorio el cual está equipado con script para que el avatar se pueda sentar y ver el video de retroalimentación en la pantalla de al frente. De esta forma se hace sentir la sensación de que los estudiantes están inversos en el ‘udlaverso’.

Figura 8. Área de video en el escenario uno.



Nota. Zona de retroalimentación en forma de video en el escenario 1. Fuente: elaboración propia.

Así mismo, se evidencia un ejemplo de código para poder sentarse:

```
default
{
    state_entry()
    {
        vector sitPosition = <-0.4, 0.5, 0.5>; // Posición de asiento relativa al objeto
        rotation sitRotation = llEuler2Rot(<0, 0, 90> * DEG_TO_RAD); // Rotación de 180 grados para
        orientar al avatar de frente

        llSitTarget(sitPosition, sitRotation);
        llSetSitText("Siéntate aquí");
    }

    touch_start(integer total_number)
    {
        llSay(0, "Haz clic derecho en el avatar y selecciona 'Levantarse.'");
    }
}
```

Área de Teleports:

En este mismo escenario 1, se podrá encontrar a mano izquierda la sección de Teleports, estos son los encargados de poder teletransportar a cada uno de los avatares a cualquiera de los escenarios que prefieran interactuar. Tienen aspecto brillante para así captar la atención de cada uno de los usuarios que estén navegando en el módulo.

Figura 9. Zona de teleports escenario uno



Nota. Teleportes ubicados en el escenario 1. Fuente: elaboración propia.

Así como anteriormente se mostraron ejemplos de los scripts, aquí podremos observar la estructura del programa para teletransportar un avatar.

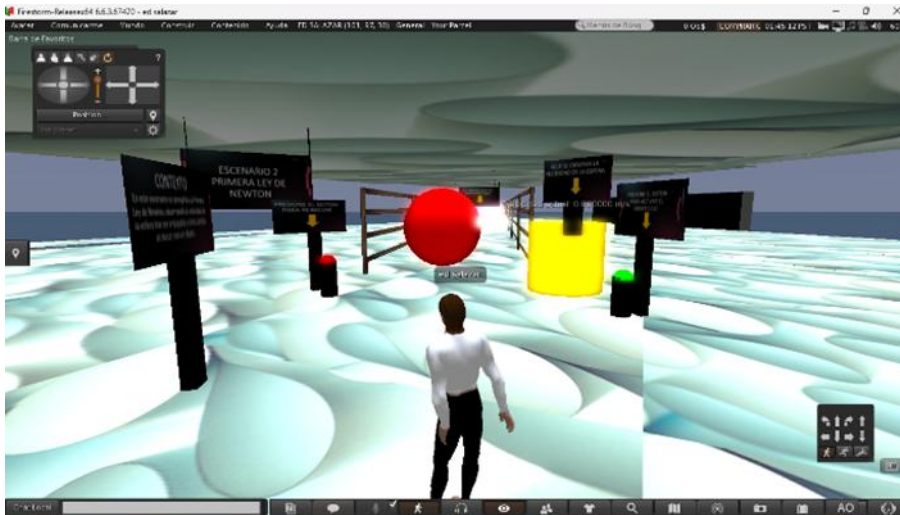
```
vector destination = <104.0, 100.0, 30.0>;  
key avatarID;  
  
default  
{  
    touch_start(integer num_detected)  
    {  
        avatarID = llDetectedKey(0);  
        if (llDetectedType(0) & AGENT)  
        {  
            llRequestPermissions(avatarID, PERMISSION_TELEPORT);  
        }  
    }  
  
    run_time_permissions(integer perm)  
    {  
        if (perm & PERMISSION_TELEPORT)  
        {  
            llTeleportAgent(avatarID, "", destination, ZERO_VECTOR);  
        }  
        else  
        {  
            llSay(0, "No se otorgaron permisos de teletransporte.");  
        }  
    }  
}
```

Escenario dos (2) primera ley de Newton:

Ya para este escenario se contará con una actividad capaz de poder conocer de forma didáctica la inercia, es por ello habrá una bola roja, la cual al ser manipulada por el usuario mostrará en un elemento de color amarillo la velocidad con que se está

desplazando. Además, un botón rojo permite restablecer la posición de la esfera, brindando la posibilidad de repetir el ejercicio cuantas veces sea necesario. Finalmente, se cuenta con una sección de teleportes para facilitar el traslado a otros escenarios.

Figura 10. Zona de enseñanza de la primera ley de newton



Nota. Zona de práctica del escenario 2 todo basado en la primera ley de Newton. Fuente: elaboración propia.

Se evidencia un ejemplo de script para poder mostrar la velocidad de la esfera:

```
float intervalo = 0.5; // Intervalo de actualización en segundos
integer canal = -5555; // Canal compartido entre la esfera y el cubo

default
{
    state_entry()
    {
        // Activar la física para que la esfera se mueva libremente
        llSetStatus(STATUS_PHYSICS, TRUE);

        // Comenzar un bucle que actualizará la velocidad en tiempo real
        llSetTimerEvent(intervalo);
    }

    timer()
    {

```

```

// Obtener la velocidad actual de la esfera
vector velocidad = llGetVel();
float velocidadMagnitud = llVecMag(velocidad);

// Enviar la velocidad al cubo (pantalla) en el canal compartido
llRegionSay(canal, (string)velocidadMagnitud);
}

// Otras funciones que ya tienes en el script, como listen y touch_start
}

```

Zona de practica segunda ley de Newton:

En este escenario tres (3) se desarrollará la segunda ley de newton que hace referencia a que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa. Es por ello por lo que habrá un botón de color azul celeste en donde podrá el usuario ajustar la masa de la esfera y en el objeto amarillo ver cómo cambia su velocidad. Así mismo habrá un botón rojo en donde podrá reiniciar el ejercicio. Por último, habrá una sección de teleportes.

Figura 11. Zona de enseñanza de la segunda ley de newton



Nota. Zona de práctica del escenario 3 todo basado en la segunda ley de Newton. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se evidencia un ejemplo para poder reiniciar el juego:

```
integer canal = -1111; // Canal por donde se enviará el mensaje a la esfera  
  
default  
{  
    touch_start(integer total_number)  
    {  
        // Enviar un mensaje en el canal compartido para que la esfera vuelva a su  
        posición inicial  
        llRegionSay(canal, "regresar");  
    }  
}
```

Zona de practica Tercera ley de Newton:

El escenario 4 está diseñado para ilustrar la Tercera Ley de Newton. En este espacio, los usuarios pueden observar cómo, al empujar un cubo, este devuelve una fuerza equivalente en dirección opuesta, ejemplificando el principio de que "para cada acción, existe una reacción igual y opuesta." Además, el sistema muestra en tiempo real las fuerzas de acción y reacción actuando sobre el cubo, proporcionando una visualización clara y directa de estos conceptos físicos. Por último, habrá una sección de Teleports.

Figura 12. Zona de enseñanza de la tercera ley de newton



Nota. Zona de práctica del escenario 4 todo basado en la tercera ley de Newton. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se evidencia un script de ejemplo para mostrar la acción y reacción:

```
vector start_pos; // Variable para almacenar la posición inicial
```

```
default
```

```
{
```

```
    state_entry()
```

```
    {
```

```
        start_pos = llGetPos(); // Guarda la posición inicial
```

```
        llSetStatus(STATUS_PHYSICS, TRUE); // Activa la física del objeto
```

```
        llCollisionSound("", 0.0); // Desactiva el sonido de colisión por defecto
```

```
    }
```

```
collision_start(integer total_number)
```

```
{
```

```
    vector vel = llGetVel();
```

```
    // Si la velocidad es muy baja, ignoramos el impacto
```

```
    if(llVecMag(vel) < 0.1) return;
```

```
    // Calculamos la dirección del impacto y fuerza base del impacto
```

```
    vector impact_dir = llVecNorm(vel);
```

```
    float impact_force = llVecMag(vel) * llGetMass();
```

```
    // Si el objeto se desplaza hacia adelante, invertimos la dirección de reacción
```

```
    vector reaction;
```

```
    if (llGetPos().x > start_pos.x) // Comprobamos si la posición x es mayor que
```

```
la inicial
```

```
    {
```

```
        reaction = -impact_dir * impact_force * 2.0; // Multiplicador ajustable
```

```
    }
```

```
    else
```

```
    {
```

```
        reaction = impact_dir * impact_force * 2.0;
```

```
    }
```

```
    // Aplicamos la fuerza de reacción
```

```
    llSetForce(reaction, FALSE);
```

```

// Mostramos los valores de acción y reacción
string msg = "Impacto: " + (string)llRound(impact_force) + "N\n";
msg += "Reacción: " + (string)llRound(llVecMag(reaction)) + "N\n";
msg += "Velocidad: " + (string)llRound(llVecMag(vel) * 10) + " m/s";
llSetText(msg, <1,0,0>, 1.0);

// Limpiamos el texto y eliminamos la fuerza aplicada tras 2 segundos
llSetTimerEvent(2.0);
}

timer()
{
    llSetText("", ZERO_VECTOR, 0.0);
    llSetTimerEvent(0.0);
    llSetForce(ZERO_VECTOR, FALSE); // Eliminamos la fuerza continua
}

touch_start(integer total_number)
{
    // Reseteamos el objeto a su posición inicial y eliminamos cualquier fuerza o
    velocidad aplicada
    llSetPos(start_pos);
    llSetText("", ZERO_VECTOR, 0.0);
    llSetForce(ZERO_VECTOR, FALSE);
    llSetVelocity(ZERO_VECTOR, FALSE);
    llSetAngularVelocity(ZERO_VECTOR, FALSE);
}
}

```

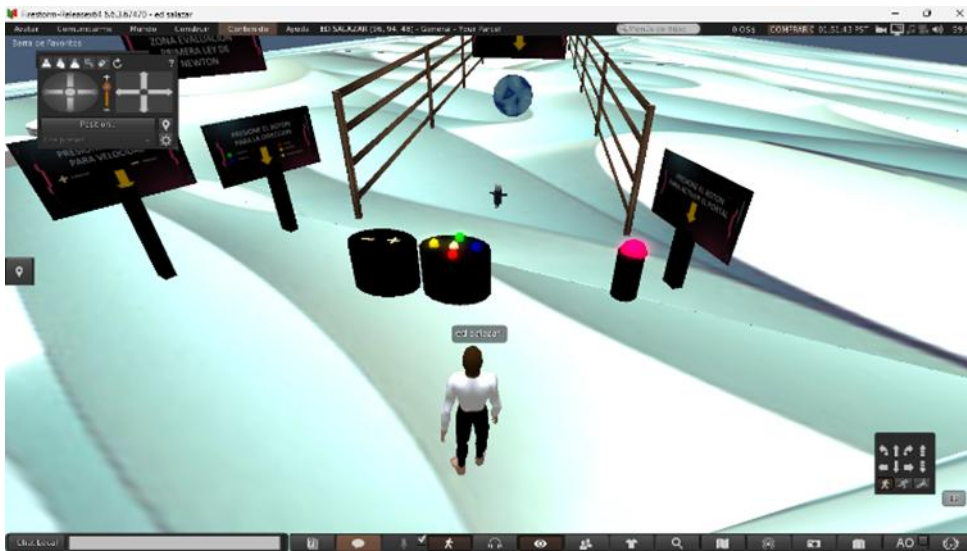
Zona de evaluación primera ley de Newton:

El escenario cinco (5) es una zona de evaluación dedicada a la Primera Ley de Newton, diseñada para que los usuarios pongan a prueba sus conocimientos en un entorno controlado. En este espacio, los usuarios disponen de varios elementos interactivos, como un botón rosado que activa o desactiva un portal y una consola de control con botones de diferentes colores: el botón amarillo dirige el robot hacia la derecha, el verde hacia adelante, el azul hacia la izquierda, el rojo hacia atrás y el blanco reinicia su posición. Además, el usuario puede ajustar la velocidad del robot

utilizando botones con signos de más y menos para incrementarla o disminuirla, respectivamente.

El objetivo es guiar al robot hasta el portal en un máximo de dos minutos; si no logra alcanzarlo en este tiempo, el robot desaparecerá y el ejercicio se considerará fallido. Este escenario permite evaluar la comprensión de la Primera Ley de Newton mediante una experiencia práctica y desafiante. Finalmente, este escenario incluye una sección de teleportes para facilitar la navegación entre diferentes áreas.

Figura 13. *Escenario de evaluación primera ley de newton*



Nota. Zona de evaluación del escenario 5 todo basado en la primera ley de Newton.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se evidencia un ejemplo para cambiar la velocidad del robot:
integer canalVelocidad = -5557; // Canal específico para ajustar la velocidad
float velocidad = 0.2; // Velocidad inicial (se comparte con el script de dirección)

```
default
{
    state_entry()
    {
        llListen(canalVelocidad, "", NULL_KEY, ""); // Escucha los comandos de
        velocidad
    }
}
```

```

listen(integer channel, string name, key id, string message)
{
  if (message == "aumentar_velocidad")
  {
    velocidad += 0.1; // Incrementa la velocidad
  }
  else if (message == "disminuir_velocidad")
  {
    velocidad -= 0.1; // Decrementa la velocidad
    if (velocidad < 0.1) velocidad = 0.1; // Establece un límite mínimo
  }
}
}

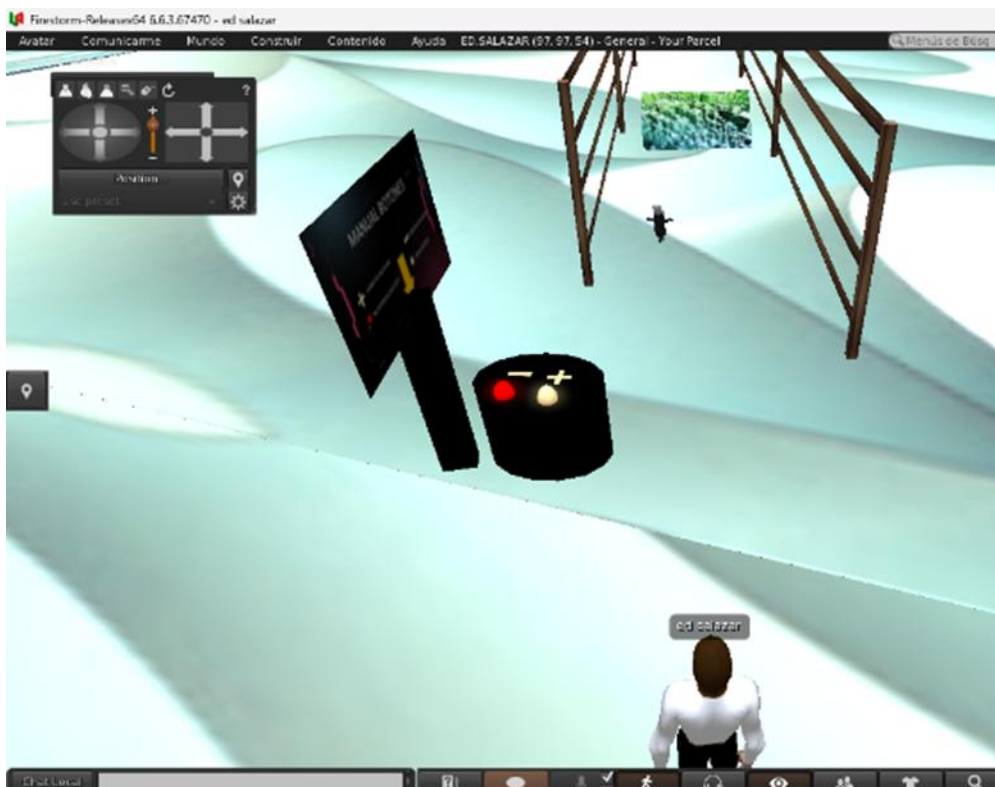
```

Zona de evaluación segunda ley de Newton:

En el escenario seis (6) el cual es zona de evaluación segunda ley de Newton, los usuarios encontrarán una rampa que presenta el desafío de ajustar la velocidad del robot para que pueda subirla correctamente. Para controlar este aspecto, se dispone de botones con signo más y menos, que permiten incrementar o reducir la velocidad del robot según sea necesario. Un botón rojo está diseñado para pausar y reiniciar el movimiento del robot, mientras que un botón blanco reinicia el escenario completo, permitiendo repetir la actividad desde el inicio.

Este escenario ofrece una práctica aplicada del control de movimiento en pendientes. Por último, cuenta con sección de teleportes.

Figura 14. *Escenario de evaluación segunda ley de newton*



Nota. Zona de evaluación del escenario 6 todo basado en la segunda ley de Newton.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se evidencia un ejemplo para la dirección del robot:

```
integer canal = -7777; // Canal compartido para dirección
```

```
float velocidad = 0.2; // Velocidad inicial
```

```
default
```

```
{
```

```
    state_entry()
```

```
    {
```

```
        llListen(canal, "", NULL_KEY, ""); // Escucha los comandos de dirección
```

```
    }
```

```
listen(integer channel, string name, key id, string message)
```

```
{
```

```
    vector movimiento;
```

```
    if (message == "adelante")
```

```
    {
```

```

        movimiento = <velocidad, 0, 0>; // Mueve hacia adelante
    }
    else if (message == "atras")
    {
        movimiento = <-velocidad, 0, 0>; // Mueve hacia atrás
    }
    else if (message == "izquierda")
    {
        movimiento = <0, velocidad, 0>; // Mueve hacia la izquierda
    }
    else if (message == "derecha")
    {
        movimiento = <0, -velocidad, 0>; // Mueve hacia la derecha
    }

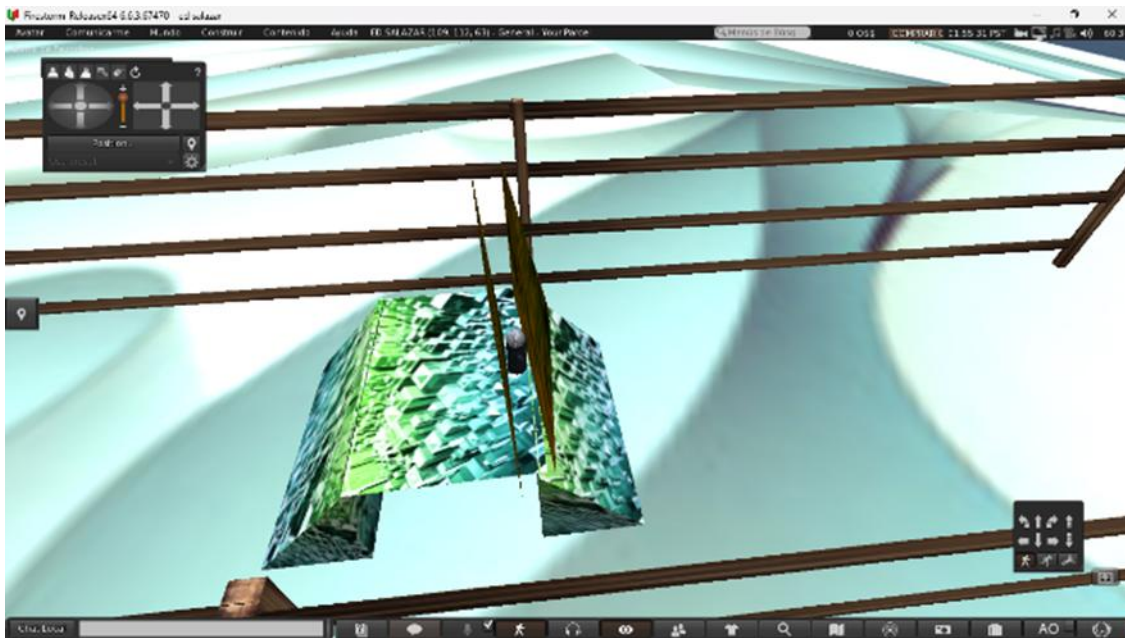
    // Aplica el movimiento si es un comando de dirección
    if (message == "adelante" || message == "atras" || message == "izquierda" ||
message == "derecha")
    {
        llSetPos(llGetPos() + movimiento);
    }
}
}

```

Zona de evaluación tercera ley de Newton:

Finalmente, el escenario siete (7) constituye la zona de evaluación para la Tercera Ley de Newton. En este espacio, se ha dispuesto un puente con el robot posicionado entre dos paredes. El objetivo es que el robot empuje la pared frontal, lo que generará una fuerza de reacción en la pared trasera que lo empujará hacia adelante con la misma intensidad, permitiéndole avanzar y cruzar el puente. Esta actividad brinda una experiencia práctica para que los usuarios comprendan y apliquen el principio de acción y reacción.

Figura 15. *Escenario de evaluación tercera ley de newton*



Nota. Zona de evaluación del escenario 7 todo basado en la tercera ley de Newton. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se evidencia un ejemplo para subir la rampa:

```
default
{
    state_entry()
    {
        llListen(canalRegreso, "", NULL_KEY, ""); // Escucha el comando de
regreso/iniciar
        llListen(canalPausa, "", NULL_KEY, ""); // Escucha el comando de
pausa/continuación
        llListen(canalAumentarVelocidad, "", NULL_KEY, ""); // Escucha el comando
para aumentar velocidad
        llListen(canalDisminuirVelocidad, "", NULL_KEY, ""); // Escucha el comando
para disminuir velocidad
        llSetTimerEvent(0); // Inicia el temporizador apagado
    }

    listen(integer channel, string name, key id, string message)
    {
        // Comando de regreso/iniciar
        if (channel == canalRegreso && message == "regresar")
```

```

{
  if (enMovimiento || enPausa)
  {
    // Si está en movimiento o en pausa, regresa al origen y se detiene
    llSetPos(posicionInicial);
    enMovimiento = FALSE;
    enPausa = FALSE;
    llSetTimerEvent(0); // Detener el temporizador
    llSay(0, "El robot ha regresado a la posición inicial y está detenido.");
    haPasadoRampa = FALSE; // Reinicia el estado de la rampa
  }
  else
  {
    // Si está detenido, comienza a moverse hacia la rampa
    enMovimiento = TRUE;
    llResetTime(); // Reinicia el temporizador de tiempo límite
    llSetTimerEvent(0.1); // Activa el temporizador para movimiento
    llSay(0, "El robot ha sido reiniciado y comenzará a moverse.");
  }
  return;
}

```

Elementos importantes de cada escenario:

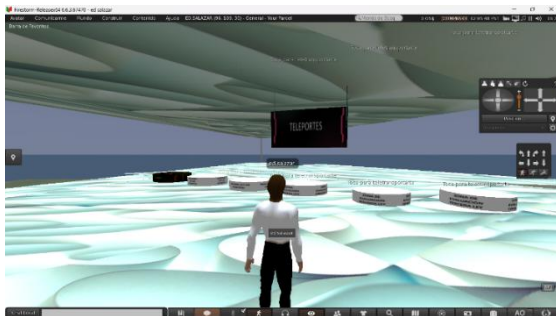
Los elementos de cada escenario, que se pueden observar en las figuras 8, han sido diseñados específicamente para facilitar la comprensión práctica de las Leyes de Newton mediante interacciones directas. Cada escenario incluye componentes como esferas, rampas y superficies de diferentes texturas y materiales, que permiten experimentar con conceptos como la inercia, la aceleración y el principio de acción-reacción. Además, estos elementos son ajustables, lo que posibilita modificar variables como la masa, la fuerza aplicada y la fricción, permitiendo a los usuarios observar los efectos en tiempo real.

Figura 16. Elementos de cada escenario



a) Zona de retroalimentación (escenario 1)

b) Teleportes para ir a cada escenario (escenario 1)



Teleportes para cada uno de los escenarios (escenario 2)

d) Velocidad esfera (escenario 2)



e) Botón para activar obstáculo (escenario 2)



f) Botón de reinicio (escenario 2)



g) Esfera de movimiento (escenario 2)



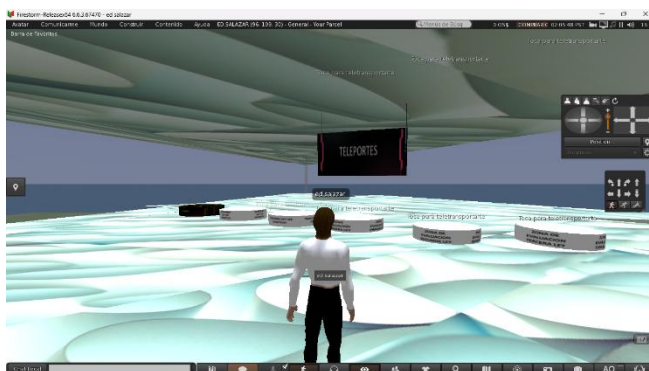
h) Obstáculo(escenario 2)



i) Velocidad de la esfera (escenario 3)



j) Botón de ajuste masa de la esfera (escenario 3)



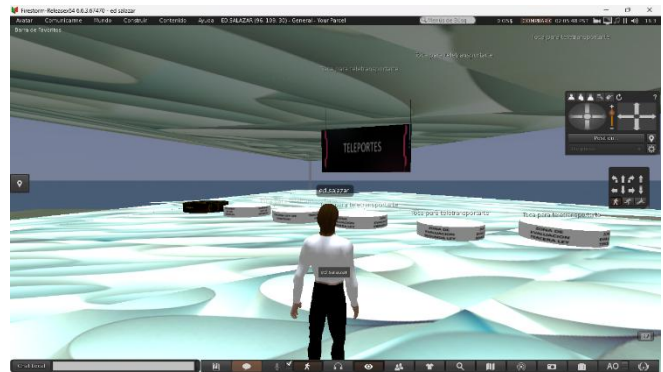
k) Teleportes escenario 3



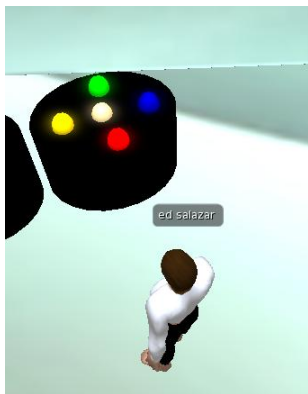
l) Reiniciar esfera (escenario 3)



m) Cubo acción y reacción (escenario 4)



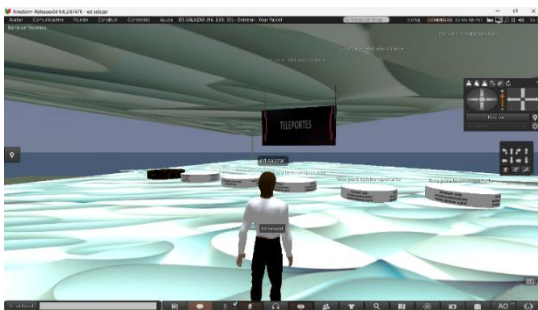
n) Teleportes escenario 4



ñ) Botones control robot (escenario 5)



o) Aumento y disminución velocidad robot (escenario 5)



p) Teleportes (escenario 5)



q) Robot (escenario 5)



r) Portal (escenario 5)



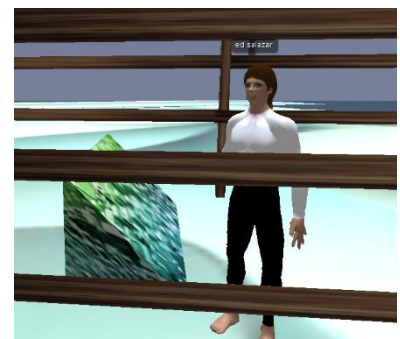
s) Botón para activar o desactivar el portal
(escenario 5)



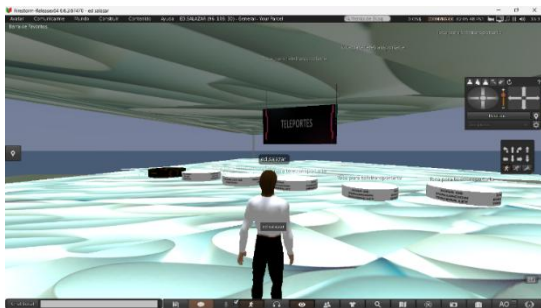
t) Botones para pausar, reiniciar, reanudar, aumentar fuerza y velocidad, disminuir fuerza y velocidad. (escenario 6)



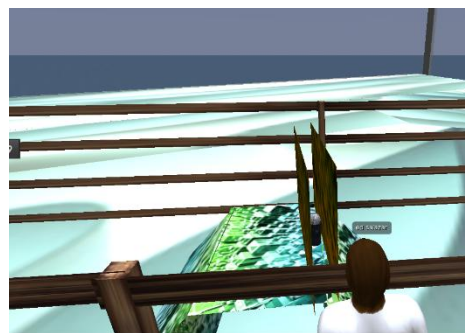
u) Robot (escenario 6)



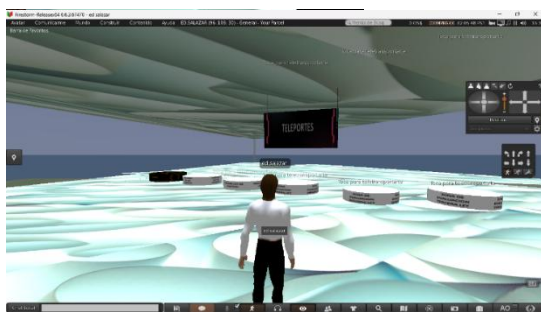
v) Rampa (escenario 6)



w) Teleportes (escenario 6)



x) Puente y robot con sus muros (escenario 7)



y) Teleportes (escenario 7)



z) Muestra de la acción y reacción (escenario 7)

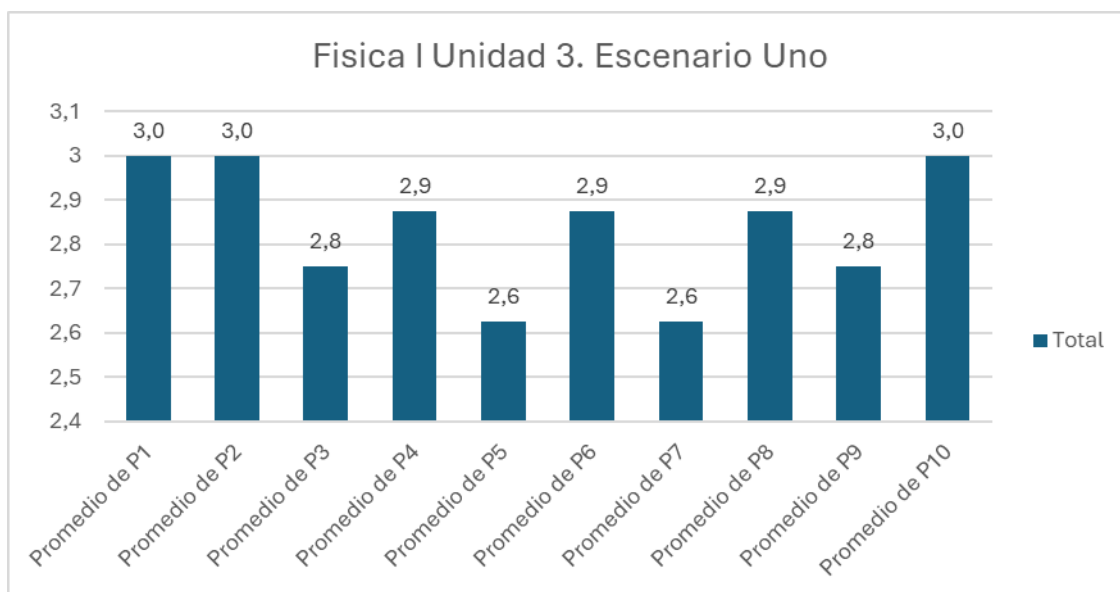
Nota. Elementos necesarios e importantes para llevar a cabo el objetivo de enseñar y aprender las leyes de Newton. Fuente: elaboración propia.

Evaluación heurística:

Se desarrolló un cuestionario en Google Forms para que cada persona involucrada en el proyecto realizara una evaluación subjetiva de cada escenario, teniendo en cuenta los siguientes criterios: visibilidad del estado del sistema, correspondencia entre el sistema y la realidad, libertad y control del usuario, consistencia y estándares, prevención de errores, reconocimiento en lugar de recuerdo, flexibilidad y eficiencia en el uso, diálogos estéticos y diseño minimalista, asistencia del sistema para reconocer, diagnosticar y recuperar errores, y disponibilidad de ayuda y documentación. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada figura. En la figura 17 se evidencia la evaluación del escenario uno (1) con un promedio básico, se debe aclarar

que para el momento de la ponderación hacía falta ajustes que para la terminación del libro ya se han realizado.

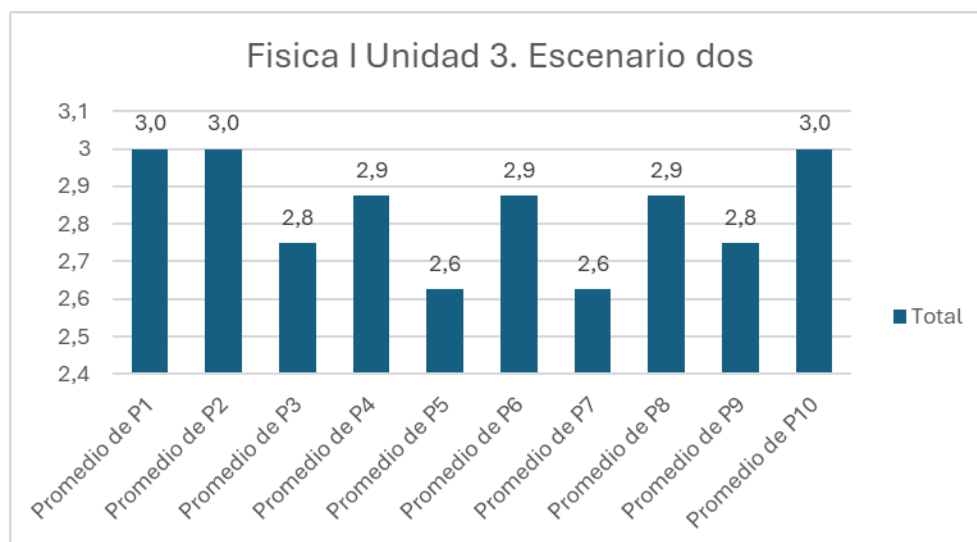
Figura 17. *Evaluación Escenario 1*



Nota. Evaluación del escenario uno (1) por parte de cada una de las personas involucradas.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 18 se evidencia la evaluación del escenario 2 con un promedio básico, se debe aclarar que para el momento de la ponderación hacía falta ajustes que para la terminación del libro ya se han realizado.

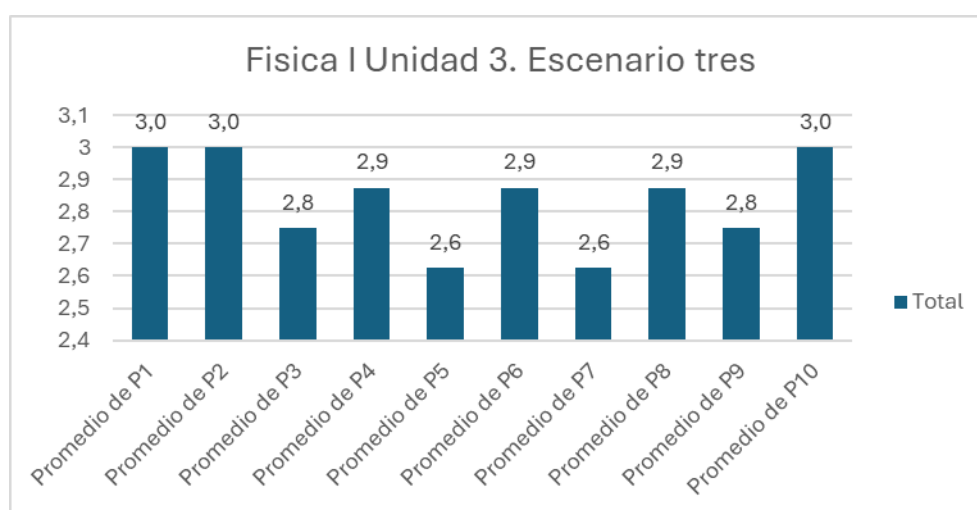
Figura 18. *Evaluación escenario dos*



Nota. Evaluación del escenario dos por parte de cada una de las personas involucradas.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 19 se evidencia la evaluación del escenario 3 con un promedio básico, se debe aclarar que para el momento de la ponderación hacía falta ajustes que para la terminación del libro ya se han realizado.

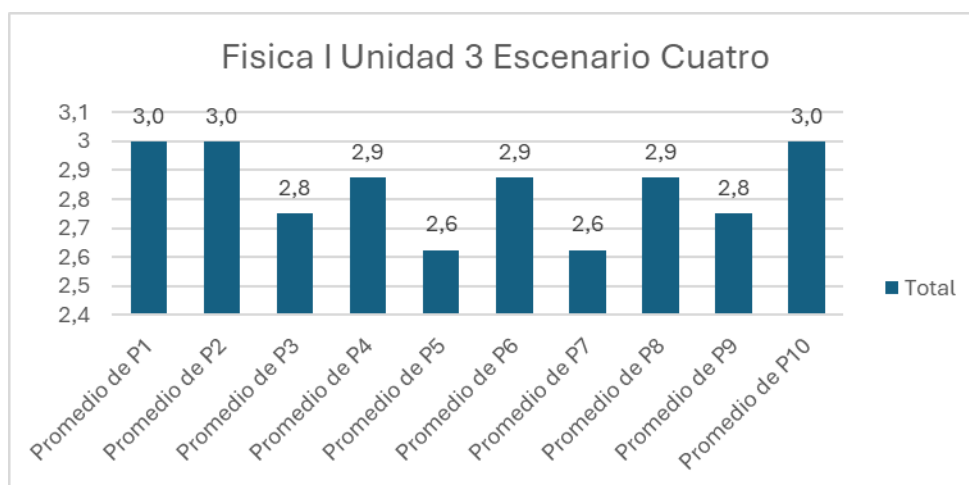
Figura 19. *Evaluación escenario tres*



Nota. Evaluación del escenario tres por parte de cada una de las personas involucradas.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 20 se evidencia la evaluación del escenario 4 con un promedio básico, se debe aclarar que para el momento de la ponderación hacía falta ajustes que para la terminación del libro ya se han realizado.

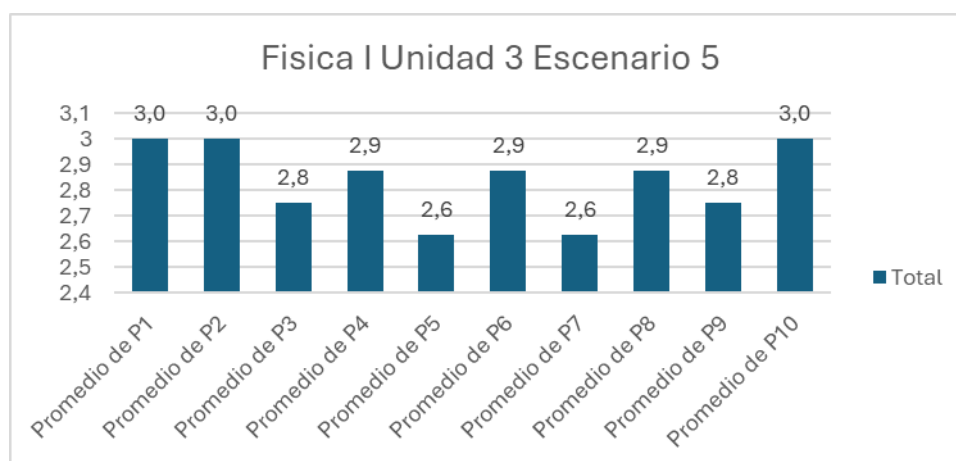
Figura 20. Evaluación escenario cuatro



Nota. Evaluación del escenario cuatro por parte de cada una de las personas involucradas.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 21 se evidencia la evaluación del escenario 5 con un promedio básico, se debe aclarar que para el momento de la ponderación hacía falta ajustes que para la terminación del libro ya se han realizado.

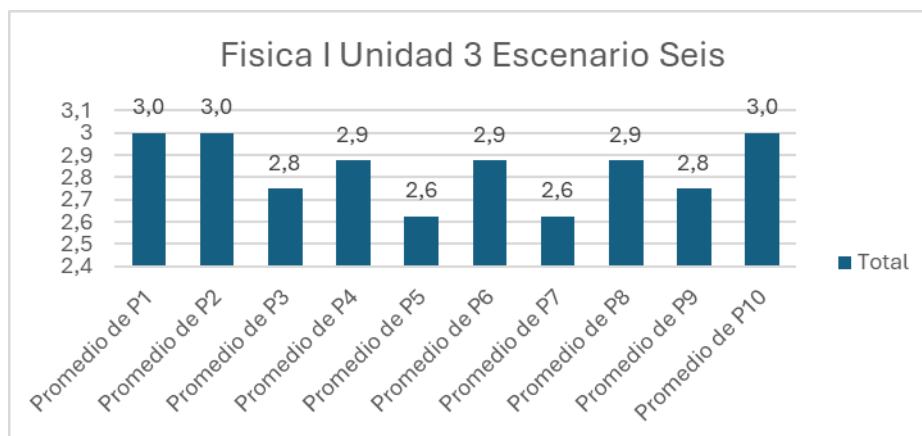
Figura 21. Evaluación escenario Cinco



Nota. Evaluación del escenario Cinco por parte de cada una de las personas involucradas.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 22 se evidencia la evaluación del escenario seis con un promedio básico, se debe aclarar que para el momento de la ponderación hacía falta ajustes que para la terminación del libro ya se han realizado.

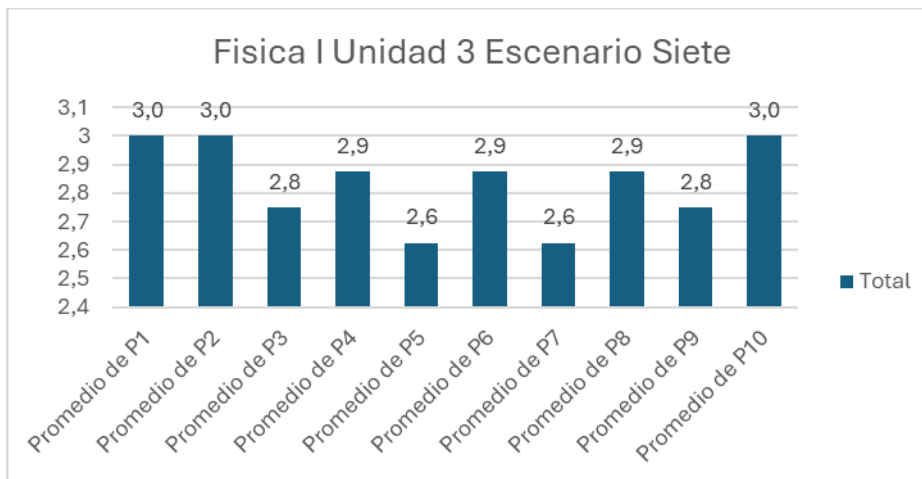
Figura 22. Evaluación escenario seis



Nota. Evaluación del escenario seis por parte de cada una de las personas involucradas.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 23 se evidencia la evaluación del escenario 7 con un promedio básico, se debe aclarar que para el momento de la ponderación hacía falta ajustes que para la terminación del libro ya se han realizado.

Figura 23. Evaluación escenario Siete



Nota. Evaluación del escenario Siete por parte de cada una de las personas involucradas.
Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

En la investigación realizada, uno de los desafíos principales específicos para los estudiantes es la dificultad en relacionarse con los conceptos abstractos detrás de las leyes de Newton. Los hallazgos llevaron a la conclusión de que las simulaciones visuales y las actividades prácticas en los módulos interactivos son fundamentales al momento de intentar simplificar la comprensión entorno a los principios básicos antes mencionados, la inercia, fuerza y reacción. Aplicaciones creadas específicamente para convertir los conceptos en experiencias, a través de un proceso de aprendizaje activo y útil.

Tanto aprendices como profesionales resaltaron en las entrevistas efectuadas, la significancia de disponer de la opción de modificar elementos esenciales como masa, fuerza y aceleración en el entorno de simulaciones. Este descubrimiento enfatiza la importancia de crear un sistema flexible y controlable, que posibilite apreciar en tiempo real como estas modificaciones influyen en la implementación de las leyes de Newton. La flexibilidad de estas capacidades contribuye a una comprensión más profunda y practica al facilitar a los usuarios el análisis directo de los efectos de cada variable en el comportamiento de los objetos simulados.

El desarrollo del diagrama de clases fue necesario para la estructuración y esquematización de los elementos principales del sistema. Esto permitió que los atributos y funciones que cada parte del entorno virtual debía tener fueran precisos en relación con un diseño organizado para fines educativos. También sirvió como guía para confirmar si se había logrado la operatividad y la unidad en la diversidad del sistema para sentar una base sólida en relación con la creación de cualquier entorno virtual productivo.

La evaluación de los diagramas de implementación y de los de caso de uso, puso de manifiesto la urgente necesidad de disponer una arquitectura avanzada que pudiera llevar a cabo simulaciones en tiempo real y que sean interacciones sencillas e intuitivas para el usuario. Por tal motivo se llevó a cabo la creación de un sistema robusto y eficaz que se adaptara de forma dinámica a las modificaciones introducidas en la simulación

sin menoscabar su rendimiento. El diseño fue capaz de ofrecer una experiencia interactiva y envolvente y responder a ella para promover el aprendizaje solo basándose en la exploración. Durante el desarrollo, pudimos utilizar todo lo que planeamos, incluidas funciones que permiten a los usuarios ver los principios de las leyes de Newton en situaciones reales y tangibles. Esta clasificación no solo nos ayudó a lograr los objetivos originales del proyecto, sino que también nos permitió identificar áreas y funciones a mejorar en relación con otras cosas, especialmente para un uso mejor y más eficiente. Además, probamos el rendimiento bajo diferentes niveles de carga durante el desarrollo, lo que nos permitió mejorar la velocidad y mejorar las características del módulo.

Gracias a estos esfuerzos, pudimos crear una unidad sólida, estable y completamente funcional, lista para ser instalada en entornos educativos. Este proyecto no sólo representa un hito importante, sino que también sienta las bases para el crecimiento futuro en otras áreas de la ciencia. Los experimentos han demostrado ser una herramienta poderosa para probar ideas complejas y estamos entusiasmados de ampliar su alcance en un futuro próximo, llevando estas innovaciones a nuevas áreas del conocimiento.

Referencias Bibliográficas

- Akpan, J. P., & Strayer, J. (2010). Which comes first the use of computer simulation or dissection? *Electronic Journal of Science Education*, 10(1).
<https://ejrsme.icrsme.com/article/view/7752>
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. *FabLearn Conference*.
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/2460625.2460630>
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
<https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>

- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1167311>
- González Suárez, E. (2006). Conocimiento e información científicos. *ACIMED*, 14(6), 1-10. Universidad de la Amazonia. (2010). 9900020 FÍSICA I. Florencia.
- Hennessey, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deane, R., & Brawn, R. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 98-110. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2729.2006.00215.x>
- Honey, M. A., & Hilton, M. (Eds.). (2011). Learning science through computer games and simulations. National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13078/learning-science-through-computer-games-and-simulations>
- Jong, T. de, & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201. <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/00346543068002179>
- Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 38(3), 7-es. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131515001311?via%3Dihub>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 14(1), 87-99. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959475210000319?via%3Dihub>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131513002108?via%3Dihub>

- Pellas, N., & Kazanidis, I. (2015). On the value of Second Life for students' engagement in a virtual learning environment. *Computers in Human Behavior*, 27, 116-124. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1013184611077>
- Pyatt, K., & Sims, R. (2012). Virtual and physical experimentation in inquiry-based science labs: Attitudes, performance and access. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 133-147. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-011-9291-6>
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131511001758?via%3Dihub>
- Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2005). Transforming physics education. *Physics Today*, 58(11), 36-41. <https://doi.org/10.1063/1.2155756>
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682-683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>
- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulatives: Investigating the effects of simulation and experimentation on students' conceptual understanding. *Learning and Instruction*, 21(3), 317-331. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959475210000319?via%3Dihub>

AUTORES

Edwin Eduardo Millán Rojas. Profesor titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Ingeniero de Sistemas, Especialista en Ingeniería de Software, Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Doctor en Ingeniería, Investigador. Director del Grupo de Investigación GITUA de la Universidad de la Amazonia.

Diego Alejandro Díaz Silva. Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Integrante del Grupo de Investigación en informática, Innovación y Tecnología de la Universidad de la Amazonia (GITUA).

Heriberto Fernando Vargas Losada. Profesor titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Ingeniero de Sistemas, Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Doctor en Educación y Cultura Ambiental, Investigador. Director del Grupo de Investigación GIECOM de la Universidad de la Amazonia.

Marcos Chacón Castro. Licenciado en Matemáticas (Universidad Industrial De Santander), Embajador Genially Latam, Magister En Educación, Doctor en Educación

Yuliana Andrea Trejos Bobadilla. Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Integrante del Grupo de Investigación en informática, Innovación y Tecnología de la Universidad de la Amazonia (GITUA).

Diva Natalia Vargas Tovar. Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Integrante del Grupo de Investigación en informática, Innovación y Tecnología de la Universidad de la Amazonia (GITUA).

Carlos Mauricio Roa Meneses. Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Integrante del Grupo de Investigación en informática, Innovación y Tecnología de la Universidad de la Amazonia (GITUA).

Fredy Antonio Verastegui González. Profesor titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Ingeniero de Sistemas, Especialista en Auditoria de Sistemas, Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Estudiante del Doctorado en Educación e Innovación, Investigador, Integrante del Grupo de Investigación GITUA de la Universidad de la Amazonia.

Lubeimar Eduardo Gallego Ruiz. Profesor Asistente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Ingeniero de Sistemas, Magister en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Estudiante del Doctorado en Informática, Investigador, Integrante del Grupo de Investigación GITUA de la Universidad de la Amazonia.

Edwar Andrés Salazar Núñez. Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Integrante del Grupo de Investigación en informática, Innovación y Tecnología de la Universidad de la Amazonia (GITUA).

Esta obra se publicó en primera edición durante el año 2025, como resultado de investigación de personal docente y estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Amazonia, Colombia.

Colección: Educación

Serie: Educación | Tecnología Educativa

DOI: 10.64325/eamh2270

ISBN: 978-9942-7422-7-8

Esta obra se edita bajo una Licencia Creative Commons BY.4.0

ISBN: 978-9942-7422-7-8

