

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 elaboro 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 partido 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*

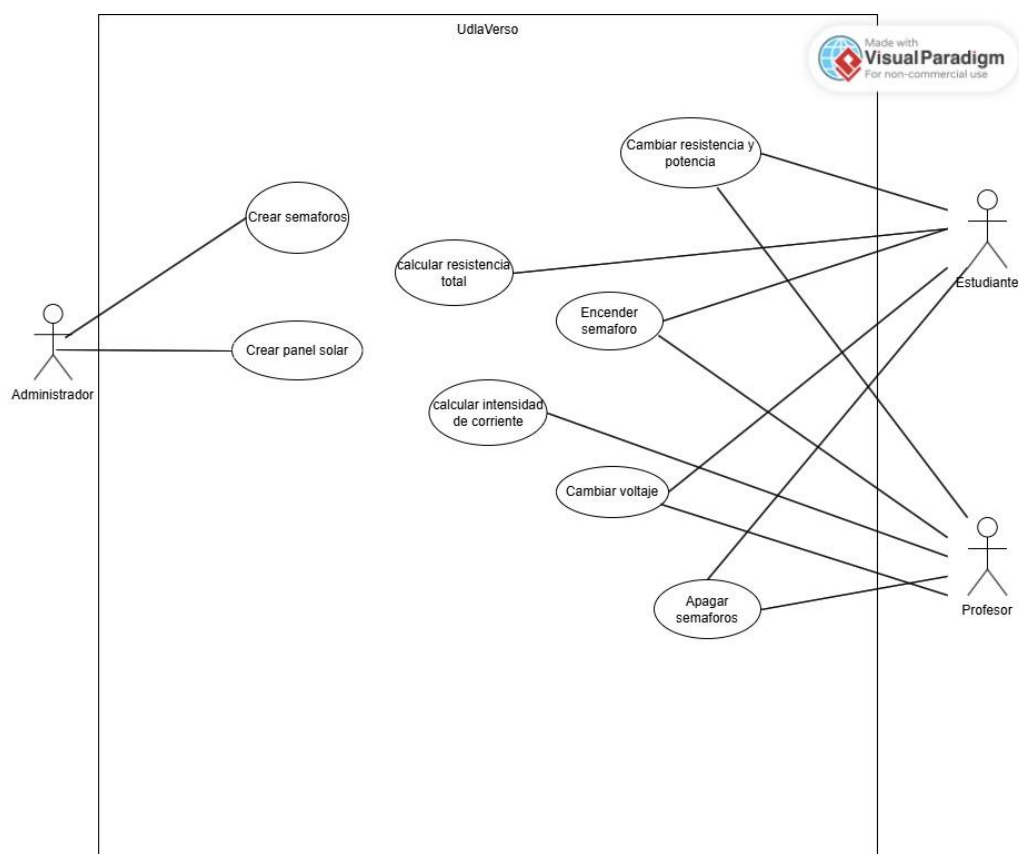
Código	RF-003
Nombre	Mostrar líneas de campo eléctrico
Descripción	El sistema mostrará líneas que representen el comportamiento de las líneas de campo eléctrico cuando el usuario ubique una

	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

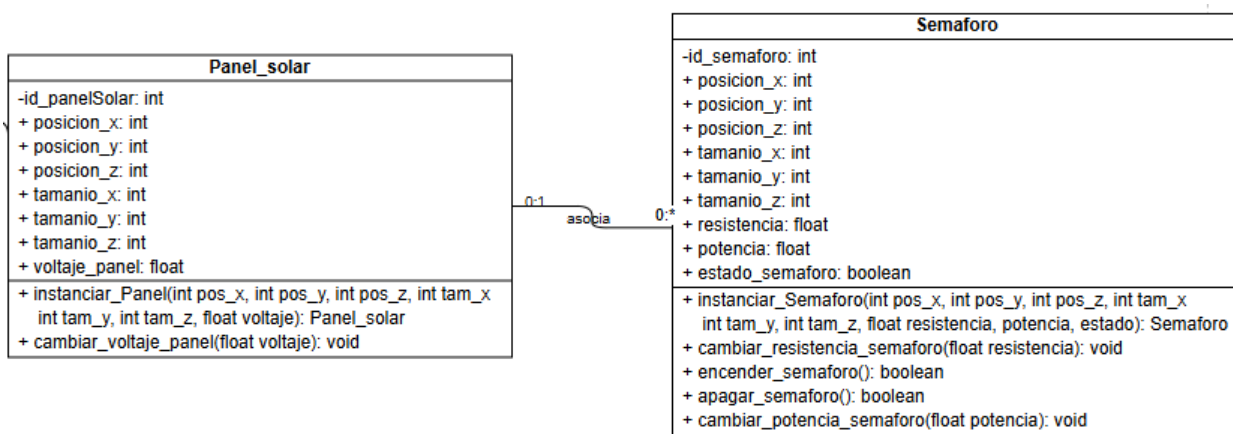
CU33	Encender semáforo	
Versión	1.0	
Fuentes	RF-030	
Actores	Estudiante, profesor	
Objetivos asociados	Encender el bombillo verde de un semáforo	
Casos de uso asociados	Encender semáforo	
Descripción	Una vez que el profesor o estudiante hayan conectado uno o más semáforos al panel solar. Todos los semáforos 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

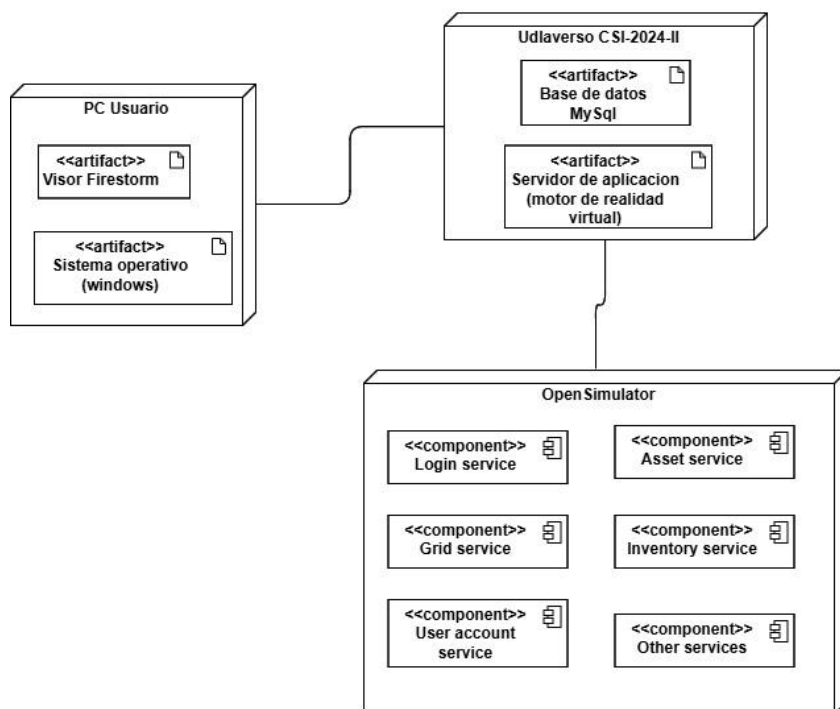


Nota. La figura representa un diagrama de clases compuesto por dos clases (la clase Panel_solar y la clase Semáforo). Fuente: elaboración propia con software Visual Paradigm.

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”.

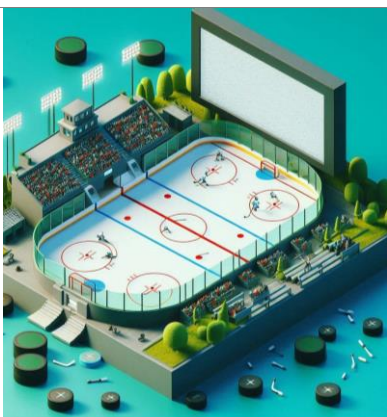
Figura 3. Diagrama de despliegue



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.

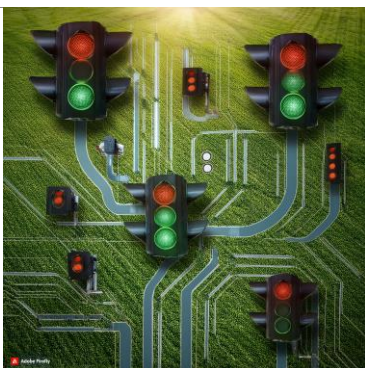
Tabla 6. Bocetos de los escenarios elaborados usando inteligencia artificial



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.

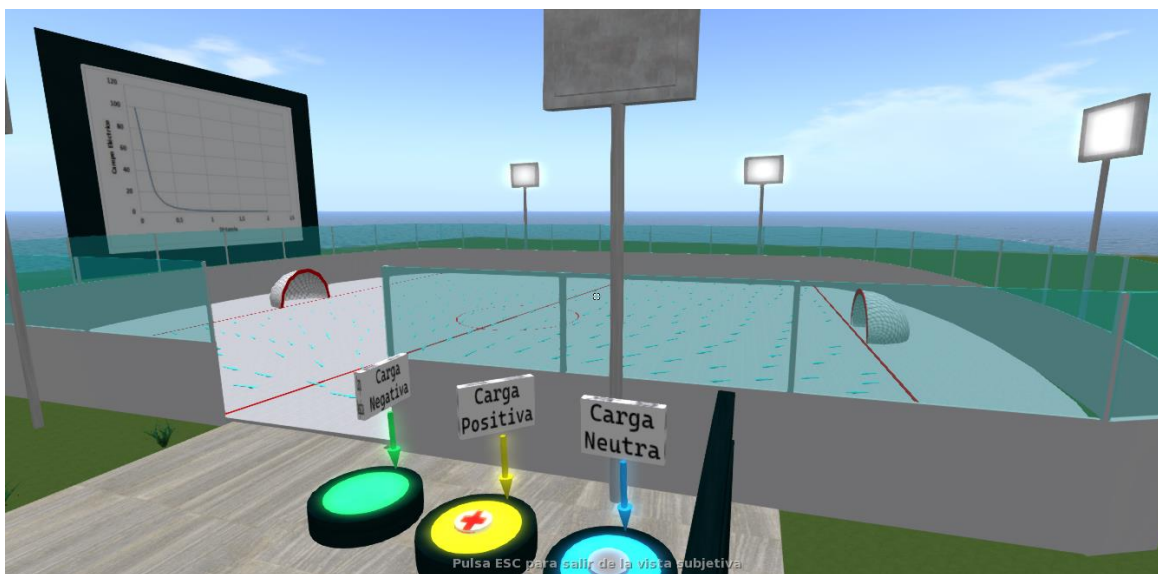
En la tabla 6 se puede observar el resultado final de los bocetos después de ingresar una serie de prompts a las herramientas de IA mencionadas anteriormente para generar imágenes que representarán lo que se requiere construir en cada uno de los escenarios. Aunque algunos bocetos no se acercan demasiado a lo pensado y maquettato 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.

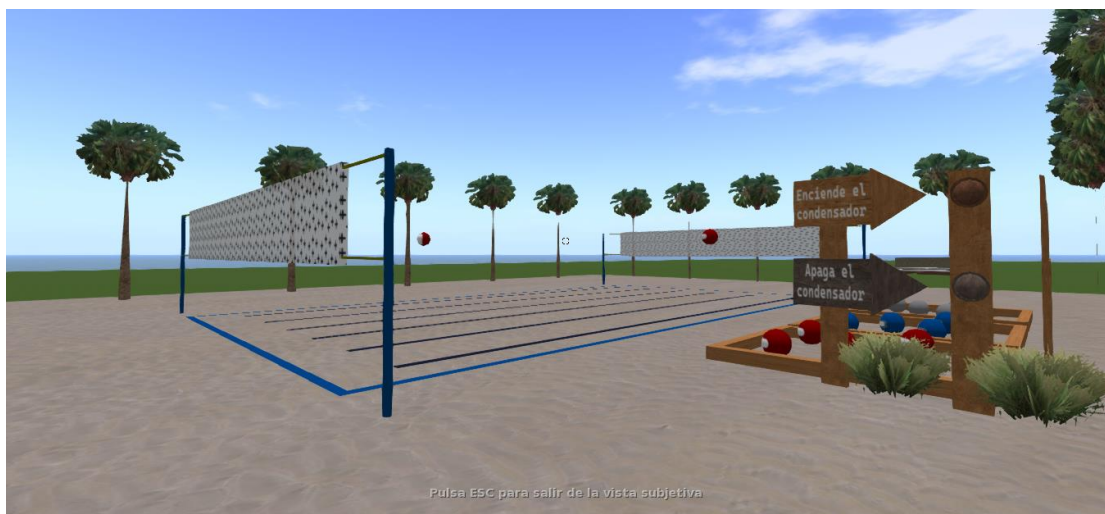
Figura 5. Circuito de semáforos para el aprendizaje de circuitos eléctricos



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

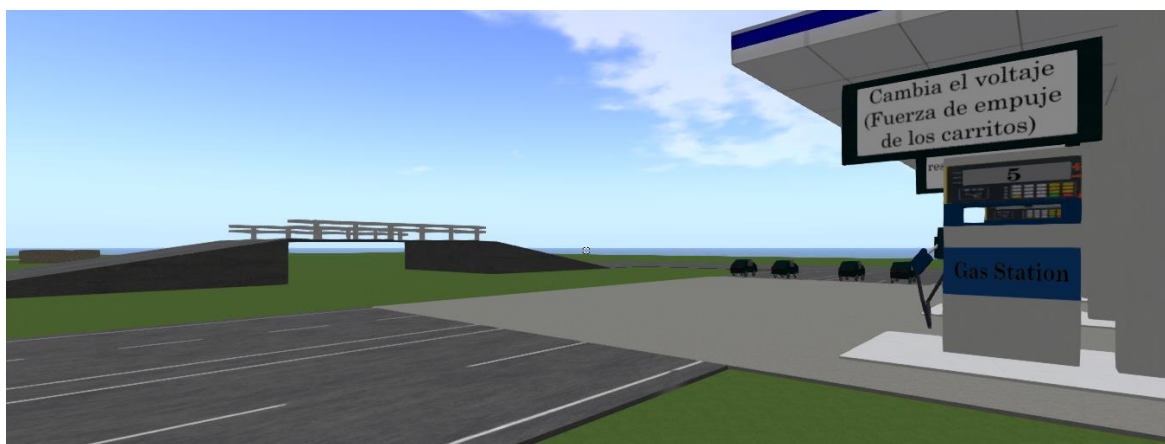


Nota. La figura muestra un entorno que representa un laboratorio de física donde se trabaja la ley de Ohm. Fuente: elaboración propia.

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