

CAPÍTULO 3

Construcción de un escenario virtual 3D de Series Infinitas en el 'UdlaVerso'



ENTORNO
3D



APRENDIZAJE
INMERSIVO



VISUALIZACIÓN
MATEMÁTICA



EXPLORACIÓN
VIRTUAL

Capítulo 3.

Construcción de un Escenario Virtual 3D de Series Infinitas en el “UdlaVerso”.

Cristhian Felipe De las Salas Falla⁷,
Heriberto Fernando Vargas Losada⁸
Lubeimar Eduardo Gallego Ruiz⁹

⁷ Estudiante del programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Amazonia, correo: c.delassalas@udla.edu.co.

⁸ Docente tiempo Completo del programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Amazonia, correo: heri.vargas@udla.edu.co

⁹ Docente tiempo Completo del programa de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Amazonia, correo: l.gallego@udla.edu.co

1. Resumen

La enseñanza de cálculo integral es compleja, suele exhibir dificultades para los estudiantes, regularmente en la concepción de temas teóricos los cuales demandan visualización y practica constante. La insuficiencia de metodologías transformadoras que dan paso a la interactividad e inmersión ha promovido la explotación de tecnologías de alta calidad en cuanto a la realidad virtual (VR) y los entornos 3D. Este trabajo está encaminado a facilitar el aprendizaje de estos temas mediante maniobras inmersas que hacen los conceptos difíciles más accesibles. La principal metodología utilizada fue la XP, la cual tiene un enfoque ágil, permitiendo adaptar de manera rápida y efectiva los requerimientos específicos del proyecto. Durante la primera fase se lograron identificar las necesidades educativas.

La fase de diseño incorporó principios fundamentales de POO, los cuales contribuyeron a la creación de escenarios organizados y estructurados. Finalmente, en la última etapa se enlazaron los componentes en un entorno funcional los cuales permitieron una experiencia eficaz y duradera, lo cual aseguro la experiencia de alta calidad. Ahora bien, el Udlaverso demostró ser un instrumento efectivo para la adquisición de conocimiento, la combinación de varios elementos ayudo a una mejor comprensión. Los proyectos como trabajos futuros deberían enfocarse en trabajar con tecnologías innovadoras, las cuales facilitan y brindan un enfoque futurista, proporcionando experiencias llamativas, donde se asegura un impacto elegante sobre los métodos tradicionales.

2. Introducción

Según Arteaga-Alcívar, et al (2022) la tecnología ha dado un paso importante, donde en casi todos los campos académicos está siendo utilizada, la cual brinda una técnica significativa para apoyar la adquisición y aprendizaje del conocimiento, donde la educación tradicional no es suficiente para abarcar cada uno de lo requerido en los campos de estudio, esto con el objetivo de tomar medidas para que los estudiantes

desarrollen habilidades y se preparen para las carreras del siglo. La calidad en la educación en las áreas internacionales determina el bajo índice en el que se localizan los estudiantes en el área de las matemáticas, partiendo del conocimiento con el que cuentan y los más recientes logros característicos se evidencia un caso de éxito mayor con apoyo de la realidad aumentada (Escobar, 2024). Partiendo de lo anterior es importante mencionar que cada una de las tecnologías innovadoras contribuyen al crecimiento personal y académico de los estudiantes.

La urgencia de elaborar este módulo empieza de la necesidad que enfrentan los estudiantes al pretender visualizar y emplear conceptos en un contexto real. El proyecto busca hacer mucho más accesible la enseñanza de cálculo integral, ayudando a la comprensión de temas como las series convergentes y divergentes, la iniciativa parte de un enfoque práctico y llamativo los cuales se apoyan en entornos 3D, donde podrían contribuir enormemente a asimilar conceptos complejos.

Los resultados que se obtuvieron indican que el uso de los entornos virtuales contribuye claramente en la comprensión de conceptos abstractos de las matemáticas avanzadas. Según Esteve Mon, et al (2014) los mundos virtuales 3D, son entidades en línea las cuales aparentan espacios del mundo real tridimensionales, esto permite a través de los avatares la interacción de los usuarios entre sí y el espacio, donde se puede manejar, organizar, y reemplazar objetos del mundo. El proyecto brinda una plataforma práctica, lo que lleva a pensar en una comprensión más profunda y duradera de los temas abordados.

El módulo en el Udlaverso se representa como una alternativa educativa reveladora para la enseñanza de cálculo integral. Al complementar los conceptos teóricos con tecnologías futuristas, el proyecto permite mejorar la comprensión de teoría básica, prometiendo un estilo educativo efectivo y contribuyente que se adapta a los nuevos cambios y necesidades que se presentan a través del tiempo. Este desarrollo planta un

precedente en la construcción de entornos virtuales, mostrando todo el potencial de las nuevas tecnologías para la educación superior.

3. Materiales y Métodos

La metodología utilizada fue la XP, la cual está enfocada en proseguir con algunas prácticas que se usaron tradicionalmente y las cuales son llevadas a un máximo, de ahí proviene su nombre. Con el fin de encontrar las mejores alternativas de desarrollo de software y con soportes bien fundamentados en la ingeniería de software, dicha técnica nos resalta diversos valores de los métodos ágiles, los cuales se fundamenta en la constante interacción entre el líder del proyecto y el cliente, donde la intervención clara entre todos los copartícipes es importante, de igual manera la espontaneidad en la busca de soluciones efectuadas y la audacia para saber sobrellevar los cambios que se presenten (Nuñez, 2011).

Ahora bien, observando la sensación de los distintos universos virtuales y la continua aplicación en las TIC en el ámbito educativo, se volvió necesario indagar y valorar cuales eran las características que contribuían a la adquisición de conocimiento a través de estos innovadores recursos. Se vio la necesidad de aplicar estas nuevas formas divertidas y maniobras pedagógicas en los procesos de enseñanza para que esos usuarios digitales sean atraídos y hagan parte de la transformación (Huertas & Ortiz, 2015).

La agregación de los mecanismos y técnicas informáticas, en el proceso de aprendizaje y enseñanza en la educación superior es una insuficiencia que se ve en la actualidad, lo cual apunta a que es un proceso independiente que mantiene una comprensión acentuada de la realidad y del autoconocimiento para la correcta retención del conocimiento (Rodríguez & Barragán, 2017).

Es importante recalcar que la obtención del conocimiento del área de las matemáticas a través de los años ha sido un poco compleja, más aún cuando no es de manera interactiva y se vuelve a través de los años enojosa. En el estudio y la enseñanza de las series infinitas, existe la creencia de que una serie es convergente cuando su término

general forma una sucesión monótona decreciente. Sin embargo, sabemos que esto no siempre es cierto, ya que solo se cumple en algunas series infinitas que presentan dicha característica. En estos casos, el término general de la serie es monótono decreciente, lo que lleva a suponer erróneamente que se puede determinar la suma total de la serie infinita basándose en la intuición o experiencia común, en lugar de emplear fundamentos matemáticos precisos (Ortega Arcega et al., 2023).

3.1. Fase de Planificación

Una vez establecida la unidad temática, nos sumergimos en un análisis profundo del contenido para dominar el tema a fondo. Con el fin de mantener la atención y optimizar el tiempo, decidimos formular un conjunto de preguntas concisas y directas. Para cada una de las investigaciones es inevitable cumplir con la fase de recolección de información, siendo así un avance primordial para lograr el éxito en cuanto a la obtención de los datos, el correcto uso de la recolección y saber escoger el instrumento acorde es una actividad que todo investigador debe de entender y dominar (Hernandez Mendoza & Duana Avila, 2020). Un ingeniero de software, en su rol de asesor, nos guio en la elección de la herramienta más adecuada para recopilar la información, la entrevista resultó ser una conversación fluida y eficiente, gracias al amplio conocimiento del entrevistado sobre el tema. La transcripción fue sencilla, pues las preguntas precisas nos permitieron extraer conclusiones claras y pertinentes para el proyecto.

Tras analizar detenidamente las respuestas, nos dedicamos a elaborar los requisitos funcionales. El equipo de desarrollo se centró en identificar los aspectos más relevantes y en presentarlos de manera clara y concisa, buscando siempre la simplicidad sin comprometer la eficacia. Nuestro objetivo principal era asegurar que los usuarios del Udlaverso pudieran comprender fácilmente los contenidos. Luego del análisis donde se estructuraba la cantidad y la calidad en las preguntas para la obtención de la información, la tabla 3.1 presenta cuales fueron dichos elementos que servirían como guía para el desarrollo en el Udlaverso. Esta clase de preguntas busca obtener una visión clara y

precisa de cuáles serían los elementos funcionales, de igual manera para asegurar que cada fase este organizada con las obligaciones del usuario, manteniendo la usabilidad como principal eje.

Tabla 3.1. Tabla de Preguntas.

Preguntas
Cómo cree que el uso del UdlaVerso puede contribuir tanto al aprendizaje del docente como del estudiante
Qué tipo de actividades dinámicas o interactivas le llamaría la atención ver en un escenario virtual para fortalecer el aprendizaje
Cuáles son las expectativas que tiene sobre el impacto que el UdlaVerso podría tener en el aprendizaje a largo plazo de sus estudiantes
Qué características del UdlaVerso le parecen más importantes para mantener a los estudiantes motivados y comprometidos
Cómo cree que la interacción en un escenario virtual puede ayudar a los usuarios a comprender mejor los conceptos de convergencia en series infinitas

Nota. Listado de preguntas claves formuladas para identificar y definir los requisitos del sistema, fundamentales para comprender las necesidades del usuario y asegurar que se cubrieran todos los aspectos funcionales, se aclara que fueron en total 15 preguntas. Fuente: elaboración propia.

3.2. Fase de Diseño

Según Calvillo Arbizu (2018) la POO representa una innovación primordial en la manera de crear el desarrollo de software, el cual nos permite observar y estructurar el código de una manera más próxima a como lo recibimos del mundo real, el cual modela las unidades del programa como objetos con sus específicas características y procedimientos. Durante la elaboración de la fase de diseño se contempló el concepto de paradigma orientado a objetos, lo que permitió distribuir organizadamente el sistema con base a las entidades que representan objetos del mundo real con este enfoque, fue posible identificar las funcionalidades del sistema, lo cual aseguró un diseño modular y escalable. Cada objeto fue diseñado y definido con sus atributos y métodos donde se incorporaba cada una de sus particularidades y funcionalidades.

Se identificaron los casos de uso junto con los actores adecuados para la elaboración de los escenarios. En su mayoría, se incluyó al actor usuario, quien interactúa en cada uno de los espacios. Los casos de uso concretaron las interacciones fundamentales entre los actores y el sistema, permitiendo evidenciar los contenidos temáticos, interactivos y las evaluaciones de los usuarios.

En la definición y especificación de los casos de uso, se detallaron los pasos o movimientos necesarios para su correcta ejecución. Se establecieron los flujos primordiales y alternativos de cada interacción, junto con las condiciones y precondiciones, asegurando una correcta interacción del usuario con el sistema. Además, se diseñaron y ejecutaron los diagramas de clase requeridos, los cuales representaban la estructura lógica. Se lograron identificar las principales clases, junto con sus métodos y atributos, y cómo estarían relacionadas entre ellas. Esto permitió asegurar que cada interacción fuera coherente con los casos de uso establecidos.

El diagrama de despliegue es una representación que está estructurada donde se evidencia cual es la arquitectura del sistema desde el punto de vista del despliegue de cada uno de los artefactos del software, estos incorporan cuales son los componentes determinados en el mundo real del cual se esperan los resultados a un proceso de desarrollo (Ramírez Jiménez et al., 2024).

Se creó un diagrama que ilustraba la constitución de los componentes del visor FireStorm, donde serían diseñados los escenarios correspondientes para el proyecto. Una vez diseñados y estructurados los elementos y componentes necesarios para la elaboración del sistema, se llevó a cabo una etapa de validación, durante esta fase se recibieron comentarios y mejoras sobre la usabilidad del sistema, la claridad con la que se manejarían los escenarios educativos y las funcionalidades de las interacciones del usuario dentro del entorno virtual. Estas validaciones sirvieron como métricas para ajustar el diseño, alineándolo mejor con las expectativas y necesidades de los usuarios finales, mejorando así la efectividad del sistema en el proceso educativo.

3.3. Fase de Construcción

El primer paso para la construcción fue la elaboración de bosquejos iniciales, los cuales fueron presentados en primera instancia en hojas de papel y a mano. Estos bocetos eran sumamente generales y no permitían establecer ni conocer cómo estarían interactuando los objetos principales. Teniendo esto en cuenta y con el fin de mejorar las condiciones técnicas y estructurales del proyecto, el ingeniero de software que estaba guiando el proceso tomó la decisión de utilizar una de las herramientas más poderosas en la actualidad que es la inteligencia artificial. La inteligencia artificial se define como la capacidad de los computadores para realizar acciones que regularmente necesitan de la inteligencia humana (Ramírez Alvarado, 2025). Contando con la IA como apoyo, se procedió a crear los Prompts concretos y específicos en los que se detallaban los requisitos de las imágenes para su eficaz visualización los diseños obtenidos fueron una ayuda importante y un paso fundamental para la elaboración de los bocetos.

Para poder utilizar el Udlaverso, que es el entorno virtual, fue necesario llevar a cabo la instalación de un archivo ejecutable llamado "UA3D-Viewer.exe". Una vez instalado, se configuraron las rutas necesarias para acceder, y se suministraron las credenciales asignadas por los administradores del servidor, quienes forman parte fundamental del proyecto al brindar soporte diario.

Después de recibir las indicaciones y comentarios de apoyo, se procedió a montar y construir el primer escenario. En este caso, el primer paso fue la creación de una base sólida sobre la cual se situó el edificio en general, luego de crear esta base, se construyó la estructura del primer piso, donde se encuentra la entrada principal junto con las paredes que forman parte de ella, posteriormente, tras haber creado el armazón, surgió la necesidad de diseñar los objetos principales para ese primer piso. El objeto primordial fue la Tierra, y a partir de este elemento se desarrollaron y ejecutaron las demás obras.

Técnica de evaluación heurística: De acuerdo con (Chanchi et al. p343, 2019) las técnicas de evaluación se fundamentan en diez principios elementales, el primero de ellos es la Visibilidad del estado del sistema; seguidamente el denominado Lenguaje de los usuarios. A continuación, se recalcan el Control y libertad de usuario; así como la Consistencia y los estándares; Ayuda a los usuarios para el reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores es otro de los principios fundamentales de Nielsen; Así mismo la Prevención de errores; Reconocimiento antes que cancelación; Flexibilidad y eficacia de uso; finalmente el Diseño estético y minimalista en conjunto con la; Ayuda y documentación.

Grupo de estudio: Se formó un equipo de estudiantes de la carrera de ingeniería de sistemas con alto volumen de experiencia en el desarrollo de entornos 3D, los cuales se encargaron de valorar cada uno de los escenarios de la aplicación “Construcción de un escenario virtual de Series Infinitas en el “Udlaverso”, aplicando los principios de usabilidad propuestos por Nielsen, previamente descritos.

Herramientas: Se diseñó un formulario en Google Forms que incluía cada uno de los escenarios de la aplicación, la cual permitía evaluar los principios de Nielsen por medio de una escala de valoración de 1 a 5, donde el 1 representaba un desempeño insuficiente y 5 un trabajo sobresaliente. Los escenarios fueron analizados de manera individual como colectiva, donde se considera el total de las evaluaciones realizadas por el grupo de estudio.

4. Resultados

El objetivo principal de este apartado es documentar los resultados conseguidos en cada una de las fases de planificación, diseño y construcción del entorno virtual 3D en el Udlaverso. Dicho ambiente está encaminado a otorgar facilidad en la enseñanza y aprendizaje de conceptos complejos de cálculo integral, que pertenecen a la asignatura Matemáticas II de ingeniería de sistemas, por medio de prácticas interactivas y visualmente inmersas.

4.1. Resultados de la Fase de Planificación

La entrevista exteriorizo que los expertos reconocen que el Udlaverso es una herramienta prometedora para fortalecer y perfeccionar el aprendizaje de conceptos complejos en matemáticas avanzadas. Se enfatizo como los usuarios pueden observar en tiempo real la conducta de los elementos de las series infinitas, entendiendo el conjunto de términos de una manera tangible. Se guarda la esperanza que esta inmersión en temas de cálculo integral complicados mediante objetos visuales e interactivos fomente el aprendizaje tanto en docentes como en estudiantes, convirtiendo la preocupación en experiencias visuales y comprensibles.

Tabla 3.2. Tabla de Respuestas.

Respuestas
UdlaVerso tiene el potencial de enriquecer el aprendizaje al permitir una inmersión total en conceptos matemáticos que, normalmente, son difíciles de visualizar. Por ejemplo, la forma en que los estudiantes pueden observar cómo los términos de una serie se suman mientras interactúan con el entorno puede cambiar completamente su percepción de conceptos teóricos. Al explorar, por ejemplo, la aparición de ciertos elementos, tanto estudiantes como docentes pueden desarrollar una comprensión más profunda de los conceptos.
Actividades donde los estudiantes puedan explorar y manipular directamente los elementos serían ideales. Por ejemplo, interactuar con un entorno donde elementos aparecen progresivamente, ilustrando el crecimiento de una serie, podría hacer que conceptos abstractos como la convergencia y divergencia se entiendan de forma más intuitiva y dinámica.
Espero que el UdlaVerso permita a los estudiantes visualizar y aplicar conceptos matemáticos de manera profunda y duradera. Escenarios como el de las estrellas en la órbita de la Tierra pueden ayudar a entender mejores conceptos como series divergentes y mejorar la retención a largo plazo.
La interactividad y la visualización atractiva son clave. Características como un bosque donde aparecen o brotan árboles donde se representen términos positivos pueden mantener a los estudiantes motivados al ofrecer una experiencia de aprendizaje inmersiva y participativa.
Interesante, lo que planteo es un escenario donde aparezcan satélites en la órbita de la Tierra, esto podría ser un ejemplo claro para representar una serie convergente, los satélites se irían sumando de manera controlada hasta alcanzar un número finito, donde no crecería indefinidamente.
...

Nota. Listado de respuestas donde se identificó cuáles serían los requerimientos del sistema y donde se entendían las necesidades del usuario, al igual que las preguntas fueron en total 15 respuestas. Fuente: elaboración propia.

En general, los resultados alcanzados a partir de la entrevista recalcan la posibilidad y el impacto innegable de un escenario virtual en la experiencia de conceptos matemáticos complejos. Además, se comprobaron los desafíos académicos y técnicos que guían el diseño de acciones adaptativas, valoraciones urgentes y recursos visuales de refuerzo, los cuales engrandecen el paso de la enseñanza y aprendizaje.

4.2. Resultado de la Fase de Diseño

La fase de diseño se enfocó en definir y organizar todas las funcionalidades del sistema teniendo en cuenta la POO, se tuvieron en cuenta todas y cada una de las respuestas que previamente se recogieron para construir los requerimientos, de igual manera esta etapa contribuyo para detallar las condiciones técnicas y de interacción que hacen parte del entorno virtual, lo cual asegura que cada unidad exprese de manera correcta las necesidades descritas en la fase anterior.

Elaboración de los Requisitos Funcionales: Las declaraciones que resultaron a partir de la entrevista sirvieron como pilar fundamental para plasmar los requerimientos funcionales del escenario virtual en el Udlaverso. Cada una de las respuestas apporto un punto de vista único sobre las exigencias y perspectivas, ratificando la identificación de elementos clave que el entorno virtual debe cumplir donde se legitime el aprendizaje efectivo y dinámico.

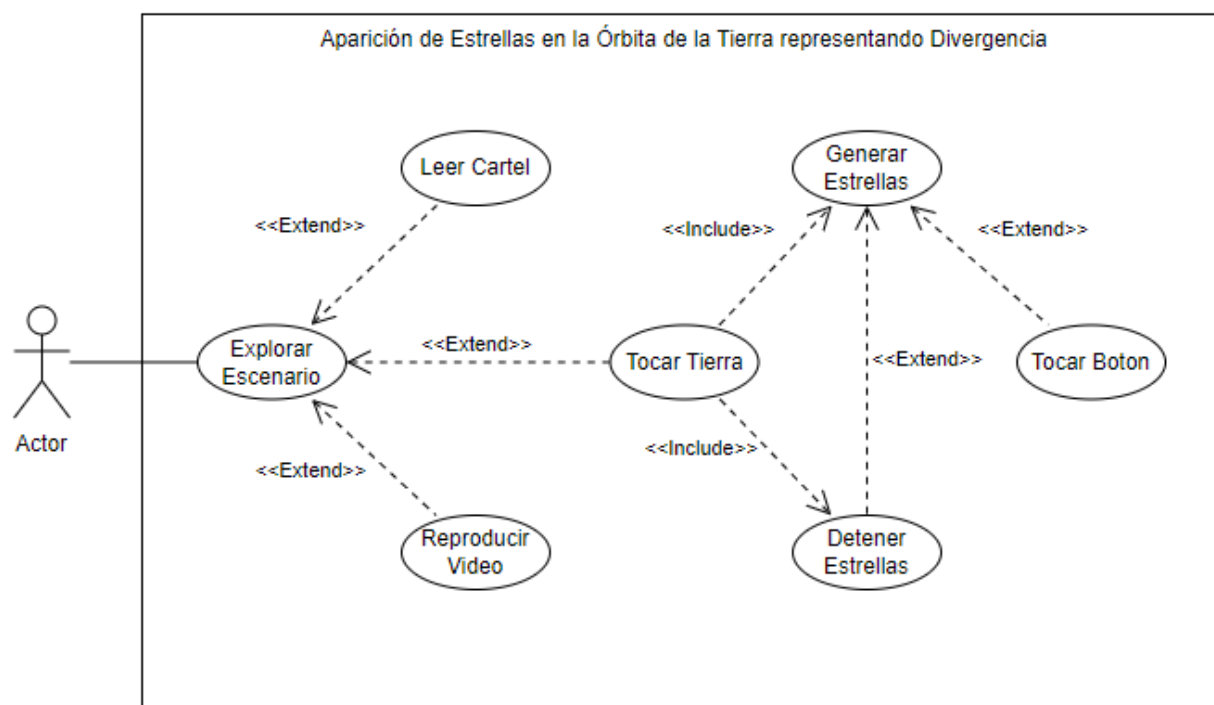
Tabla 3.3. *Tabla de Requerimientos Funcionales.*

Código	Nombre	Descripción	Origen
RF-001	Aparición continua e infinita de estrellas en la Órbita de la Tierra.	Simulación de un proceso mediante el cual nuevas estrellas aparecerán continuamente en la órbita de la Tierra. Los usuarios observaran como el número de estrellas seguirá aumentando hacia un límite infinito, simbolizando una serie Divergente.	R 1 y 11
RF-002	Aparición de Satélites en la Órbita de la Tierra para representar una Serie Convergente.	Los satélites aparecerán progresivamente en la órbita de la Tierra haciendo referencia a la cobertura global de internet, una vez alcanzado el número suficiente de satélites este proceso se ralentizará y se detendrá simbolizando una serie	R 14

			convergente. Los usuarios entenderán como una serie converge a un límite finito.	
RF-003	Aparición de Árboles en un bosque para representar Términos Positivos.	de	Se implementa en el escenario de un bosque donde el usuario podría interactuar con diferentes áreas de ese bosque para que la aparición de un objeto represente una serie de términos positivos.	R 3 y 12
...	...	...	...	...

Nota. Listado de requerimientos funcionales los cuales sirvieron como base para la elaboración de los escenarios virtuales 3D, salieron 9 requerimientos funcionales en total. Fuente: elaboración propia.

Figura 3.1. Diagrama de Casos de Uso: aparición de Estrellas en la Órbita de la Tierra.



Nota. Elaboración de los diagramas de casos de uso, ejemplo visual para el primer requerimiento funcional del sistema, en total se crearon 9 diagramas de casos de uso. Fuente: elaboración propia.

Los requisitos que se presentaron en la Tabla 3.3 son el soporte para la realización de los diagramas de casos de uso los cuales representan las interacciones del usuario implicado con el sistema. Estos diagramas detallan las acciones primordiales que cada usuario puede realizar, en la figura 3.1 se exhibe un ejemplo de casos de uso que retrata las operaciones clave del usuario y el sistema. Ahora bien, según García-Peñalvo et al. (2017) los casos de uso son prácticos a la hora de detallar los requerimientos funcionales

del sistema, los cuales están presentes en cada una de las acciones del ciclo de la vida de los procesos.

En total, se crearon nueve diagramas de casos de uso para completar la totalidad de los escenarios, cada uno representa las distintas interacciones que el usuario puede realizar dentro del sistema. Cada uno de ellos proyecta una labor específica, los cuales garantizan que todos los posibles actos y flujos de interacción estén correctamente detallados.

En cuanto a la especificación de cada uno de los casos de uso, son los medios en los cuales se describen específicamente las funcionalidades o acciones que cada uno de los usuarios podrían realizar dentro de cada uno de los escenarios construidos, cada uno de los casos de uso diseñados cuanto cuenta con su correspondiente detalle.

Tabla 3.4. *Especificación del Requerimiento Funcional uno del sistema.*

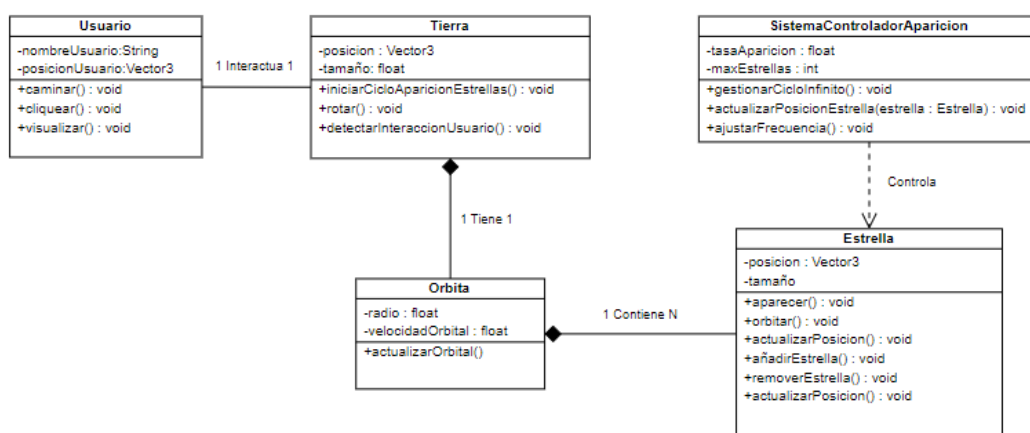
CU-<004>	Tocar Tierra
Versión	1.0
Autores	Cristhian Felipe De las Salas, Heriberto Fernando Vargas Losada y Lubeimar Eduardo Gallego Ruiz
Fuentes	RF-001
Actores:	Usuario.
Objetivos Asociados	Activar la generación de estrellas en la órbita.
Casos de uso Asociados	CU-<001> Explorar Escenario. CU-<005> Generar Estrellas. CU-<006> Detener Estrellas.
Descripción	El usuario interactúa con el objeto Tierra, lo que activa la generación de estrellas en la órbita.
Precondición	La Tierra está visible en el escenario.
Atributos	Posición de la Tierra. Estado de generación de estrellas.
Secuencia normal	Paso Acción
	1 El usuario se acerca a la Tierra.
	2 Toca la superficie.
	3 Se activa el proceso de generación de estrellas en la órbita.
Postcondición:	Las estrellas aparecen en la órbita de manera continua.
Excepciones	Paso Acción

	1	El objeto no responde.
Rendimiento	Paso	Tiempo máximo
	1	El proceso de generación debe iniciarse en menos de 30 segundo.
Importancia	Alta.	
Urgencia	Alta.	
Estado	Estable.	
Estabilidad	Estable.	
Comentarios	La generación de estrellas debe ser visualmente clara y fluida.	

Nota. Elaboración de la especificación de los casos de uso, ejemplo visual para el primero, Aparición de estrellas en la órbita de la Tierra, como para cada uno de los escenarios se especificó cada uno de ellos, en total se obtuvieron veinticuatro especificaciones de los casos de uso. Fuente: elaboración propia.

Según Bonaparte (2012) los diagramas de clase simbolizan cada una de las clases que hacen parte en el sistema, donde se destaca la importancia de sus relaciones y como es el proceso por el cual lo hacen. La figura 3.2 muestra como están representadas visualmente las clases que se implementaron en el primer escenario del sistema, esta representación gráfica nos evidencia como se estructuro y se elaboró cada uno de los atributos, métodos y relaciones el cual permite observar cada una de las interacciones dentro del Udlaverso.

Figura 3.1. Diagrama de Clases, escenario uno.

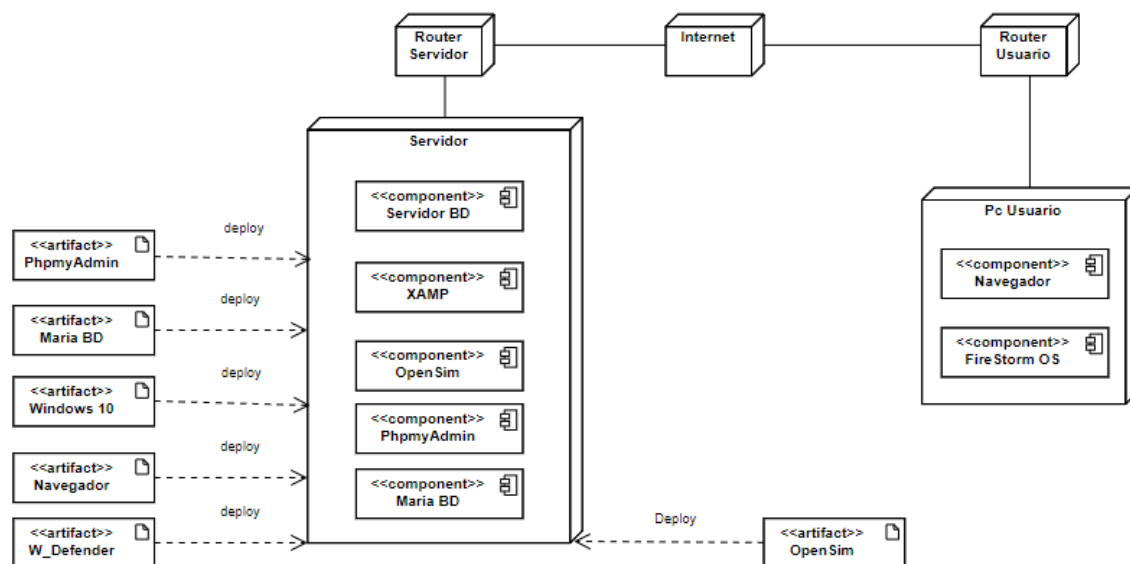


Nota. Elaboración del diagrama de clases para el escenario uno, Aparición de estrellas en la órbita de la Tierra, se tienen en total nueve diagramas de clases, seis para cada uno de los demás escenarios y los otros dos hacen parte del cuestionario y de los carteles informativos junto con los videos didácticos. Fuente: elaboración propia.

Según Debrauwer & Van der Heyde (2016) el diagrama de despliegue es un modelo estructural que representa la arquitectura del sistema proporcionando una idea de cómo se organizan los artefactos del software en los medios de la implementación, estos son componentes palpables del mundo real, que son creados mediante procesos de desarrollo. Esto permite entender cómo se lleva a cabo el proyecto en cuanto a elementos de software y hardware los cuales garantizan un rendimiento fluido dentro del entorno del sistema de OpenSim.

Según Millán Rojas et al. (2025) OpenSim trabaja como plataforma web en entornos 3D que básicamente cumple con tres representaciones primordiales, su limpieza en el Código abierto, la habilidad de soportar a distintos usuarios de forma pareja, y de igual manera la semejanza con distintas plataformas. Mediante el visor los usuarios pueden hacer parte del espacio virtual y generar distintas zonas digitales.

Figura 3.2. Diagrama de Despliegue.



Nota. Elaboración del diagrama de despliegue el cual representa los componentes del software y hardware del sistema. Fuente: elaboración propia.

Fase de Construcción: La fase de construcción presenta la edificación palpable del sistema, donde los elementos interactivos y visuales que se diseñaron en las fases anteriores se llevaron a producción. La etapa la constituyen la creación de modelos

abstractos y básicos hasta la programación y ejecución de Scripts que permiten la correcta y fluida visualización de cada uno de los escenarios. Cada uno de los componentes creados son contruidos con la finalidad de suplir las necesidades de los requerimientos planteados, los cuales aseguran la coherencia técnica y el cumplimiento de los objetivos educativos en el Udlaverso.

Tabla 3.5. *Nombre de los escenarios en el Udlaverso.*

No	Nombre	Prioridad	Riesgo
1	Series Divergentes	Alta	Bajo
2	Series Convergentes	Alta	Bajo
3	Serie de Términos Positivos	Alta	Bajo
4	Serie de Términos Negativos	Alta	Bajo
5	Series de Potencias	Alta	Bajo
6	Teorema de Taylor	Alta	Bajo
7	Teorema de Taylor con Residuo	Alta	Bajo

Nota. Elaboración de cada uno de los escenarios junto con sus nombres. Fuente: elaboración propia.

Como primer paso en la etapa de construcción, se diseñó un bosquejo a mano de cómo iba a estar constituido el edificio en general, este boceto sirvió como un indicador preliminar, donde se capturo la esencia estructural y visual del entorno virtual. Posteriormente se hizo uso de la inteligencia artificial para la creación de los elementos que iban a ir dentro de la edificación, la cual logro optimizar la calidad visual.

Tabla 3.6. *Bocetos realizados por la inteligencia artificial.*

Edificio a mano.	Edificio hecho por IA.	Escenario uno.	Escenario dos.
			

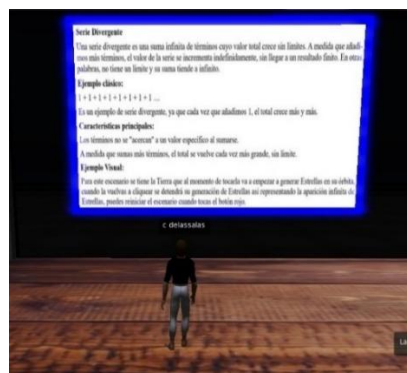


Nota. Elaboración de cada uno de los bocetos apoyados por la IA. Fuente: Elaboración propia, con asistencia de ChatGPT (OpenAI, 2024).

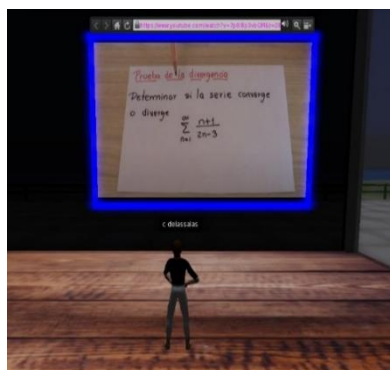
Luego de haber tenido el apoyo de la Inteligencia artificial para cada uno de los planos que se requerían se procedió a construir el edificio general, para así seguidamente construir el primer escenario que es el de las series divergentes, en la figura 3.5 se evidencia cual es la vista del usuario cuando está arriba de dicho escenario.

Figura 3.3. *Escenario divergente*

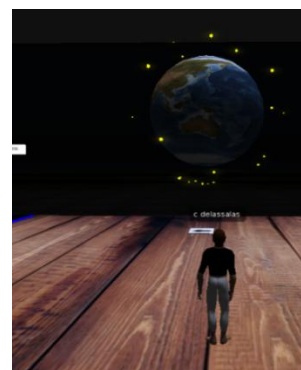
Cartel informativo.



Video explicativo.



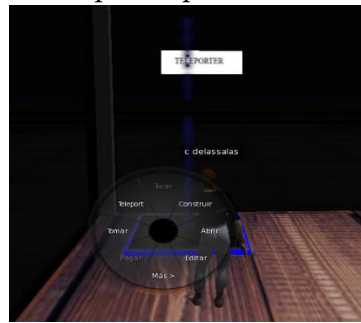
Objeto principal.



Cuestionario series divergentes.



Teleporter piso uno.

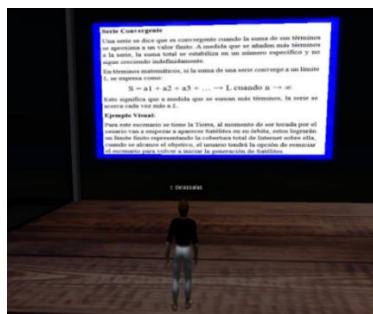


Nota. Visualización del usuario cuando entra al primer escenario de las series divergentes y explora todos los elementos que hacen parte de él. Fuente: elaboración propia.

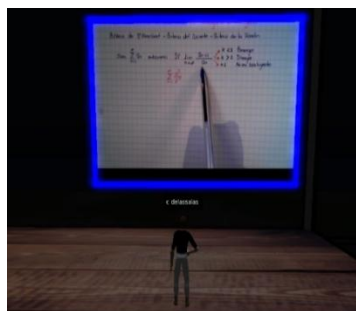
En cuanto a las series convergentes el espacio de trabajo simula la aparición controlada de satélites en la órbita de la Tierra, haciendo referencia a la cobertura total de internet en el mundo, estos satélites representan los términos y a medida que aumenta la suma se estabiliza. El comportamiento de esta serie permite al usuario observar que, a pesar de su crecimiento inicial, este alcanza un límite finito.

Figura 3.4. Escenario convergente

Cartel informativo.



Video explicativo.



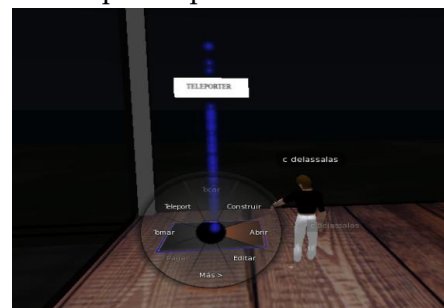
Objeto principal.



Cuestionario convergente.



Teleporter piso dos.



Nota. Panorama general del piso dos cuando el usuario arriba y hace uso de los componentes que hacen parte de él. Fuente: elaboración propia.

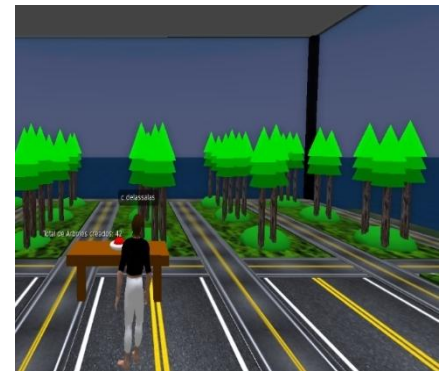
El escenario de los términos positivos está representado por zonas pequeñas con las cuales el usuario podrá interactuar, con cada una de las interacciones del usuario un nuevo árbol aparecerá los cuales representan términos de la serie, este enfoque contribuye a la comprensión de cómo se comporta una serie al acumular términos positivos.

Figura 3.5. Escenario términos positivos.

Cartel informativo.

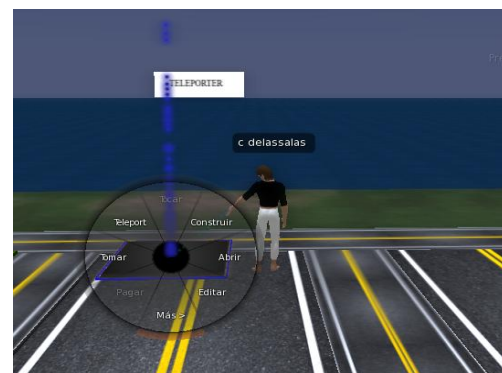
Antes de las interacciones.

Después de las interacciones.



Cuestionario términos positivos.

Teleporter piso tres.



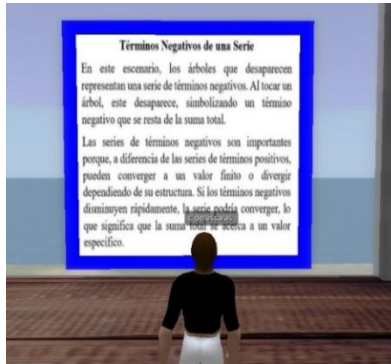
Nota. Visualización del usuario cuando se teleporta al tercer escenario de las series de términos positivos y explora todos los elementos que hacen parte de él. Fuente: elaboración propia.

En la figura 3.8 de las series de términos negativos el usuario podrá tocar los árboles que ahí están plantados y estos al ser tocados desaparecerán, los cuales estarían representando la resta de términos negativos de una serie, el entorno brinda una

experiencia visual atractiva y practica donde se estaría reforzando la concepción de que los términos negativos afectan la suma de una serie.

Figura 3.6. Escenario términos negativos

Cartel informativo
cuatro.



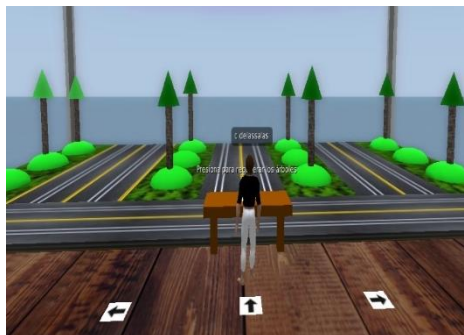
Interacción con los objetos.



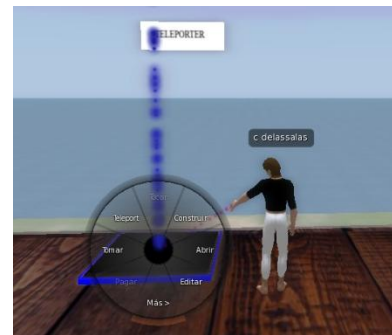
Cuestionario piso



Después de la interacción.



Teleporter piso

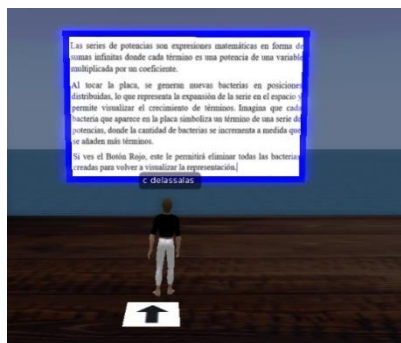


Nota. Visualización del usuario cuando se teleporta al cuarto escenario de las series de términos negativos y explora todos los elementos que hacen parte de él. Fuente: elaboración propia.

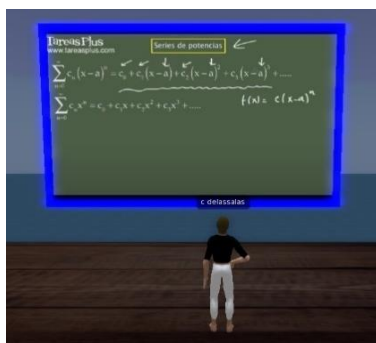
La figura 3.9 de las series de potencia el elemento principal es una placa de Petri, los usuarios pueden tocar esta placa en repetidas ocasiones para duplicar las bacterias que en ella reposan, a medida que este proceso se ejecuta se muestran como los términos (bacterias) crecen exponencialmente.

Figura 3.7. Escenario Series de potencia

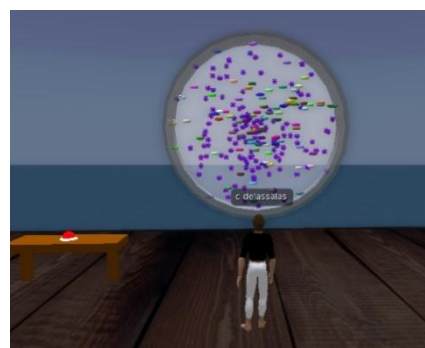
Cartel informativo



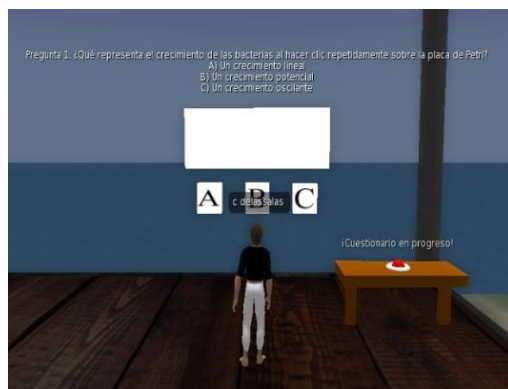
Video explicativo.



Objeto principal.



Cuestionario series de potencia.



Teleporter piso cinco.

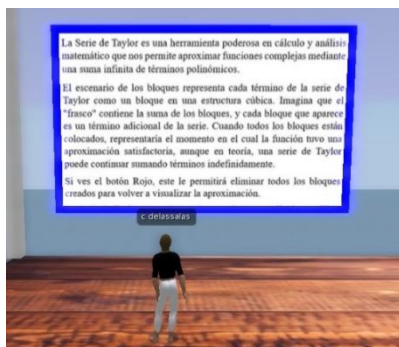


Nota. Visualización del usuario cuando se teleporta al quinto escenario de las series de potencia y explora todos los elementos que hacen parte de él. Fuente: elaboración propia.

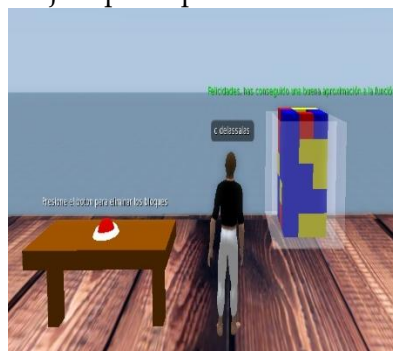
En el teorema de Taylor se hace uso de un frasco de cristal en el que los usuarios al tocarlo podrán visualizar como este se irá llenando con bloques de colores, cada uno de los bloques aproxima una función y observaran como la función (frasco) se aproxima mejor con la adición de más términos (bloques).

Figura 3.8. Escenario Teorema de Taylor.

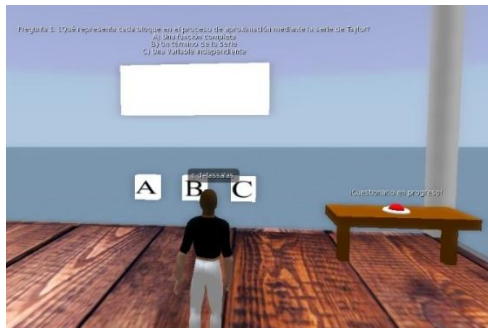
Cartel informativo.



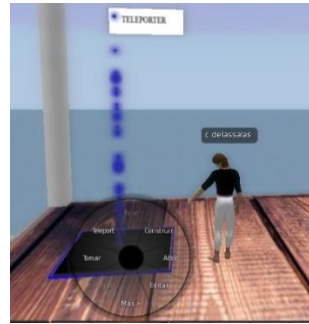
Objeto principal.



Cuestionario Teorema de Taylor.



Teleporter piso seis.



Nota. Visualización del usuario cuando se teleporta al sexto escenario del Teorema de Taylor y explora todos los elementos que hacen parte de él. Fuente: elaboración propia.

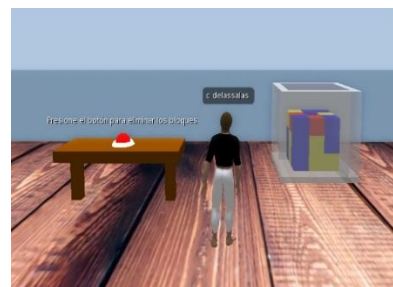
Por último, en el escenario del Teorema de Taylor con Residuo tiene casi el mismo enfoque que la figura 3.10 el usuario al interactuar con el frasco de cristal se le irán agregando bloques de colores con la única diferencia es que estos términos no serán los suficientes para llenar el frasco lo que representaría que hay un error, diferencia o residuo en la función real.

Figura 3.9. Escenario Teorema de Taylor con Residuo

Cartel informativo.



Objeto principal.



Cuestionario piso siete.



Teleporter piso siete.



Nota. Visualización del usuario cuando se teleporta al séptimo escenario del Teorema de Taylor con Residuo y explora todos los elementos que hacen parte de él. Fuente: elaboración propia.

En la figura 3.12 se logra evidenciar un script el cual permite la aparición continua e infinita de estrellas en el escenario de las series divergentes, este código está implementado en lenguaje SLS, donde de igual manera se diseñó para que específicamente los usuarios pudieran observar un concepto matemático de una serie que no converge, la adaptación de este script es fundamental para crear la experiencia inmersa en el aprendizaje de series infinitas.

Figura 3.10. *Script de la aparición de estrellas*

```
integer star_count = 0;
vector earth_position;
float orbit_radius = 2.0;
integer stars_active = FALSE;
default {
    state_entry() {
        earth_position = llGetPos();
        llSetTimerEvent(0.0);
        llOwnerSay("Escenario cargado: Haga clic en la Tierra para iniciar la creación de estrellas.");
    }

    touch_start(integer total_number) {
        if (stars_active == FALSE) {
            llSetTimerEvent(3.0);
            stars_active = TRUE;
            llOwnerSay("Creación de estrellas activada.");
        } else {
            // Detener la creación de estrellas
            llSetTimerEvent(0.0);
            stars_active = FALSE;
            llOwnerSay("Creación de estrellas detenida.");
        }
    }

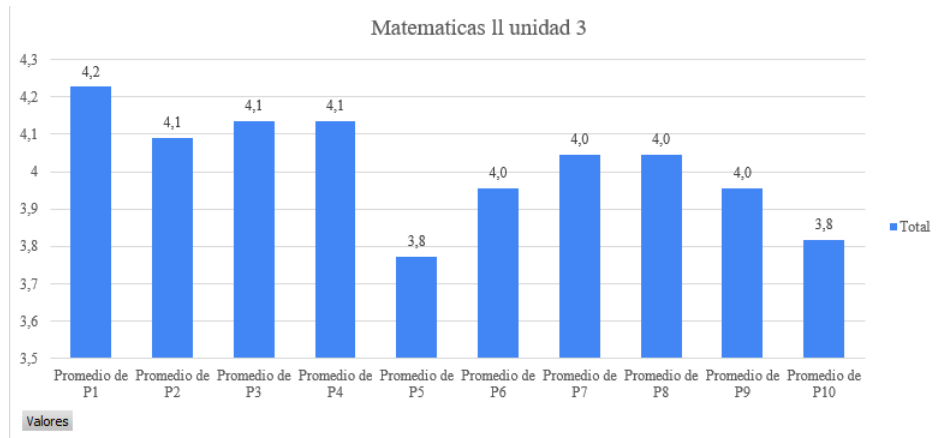
    timer() {
        float theta = llFrand(TWO_PI); // Ángulo azimutal
        float phi = llFrand(PI); // Ángulo polar
        vector random_offset = <orbit_radius * llCos(theta) * llSin(phi),
                                orbit_radius * llSin(theta) * llSin(phi),
                                orbit_radius * llCos(phi)>;
        vector star_position = earth_position + random_offset;
        llRezObject("Estrella", star_position, ZERO_VECTOR, llGetRot(), star_count);
        star_count++;
    }
}
```

Nota. Script que me permite visualizar la aparición continua e infinita de estrellas en la órbita de la Tierra, cabe recalcar que se tiene que ajustar para que el servidor no se sature ni pierda consistencia. Fuente: elaboración propia.

4.3. Evaluación Heurística

A partir de los formularios de Google Form, se resolvió la evaluación que corresponde a cada uno de los escenarios creados para la enseñanza de Series Infinitas dentro del Udlaverso.

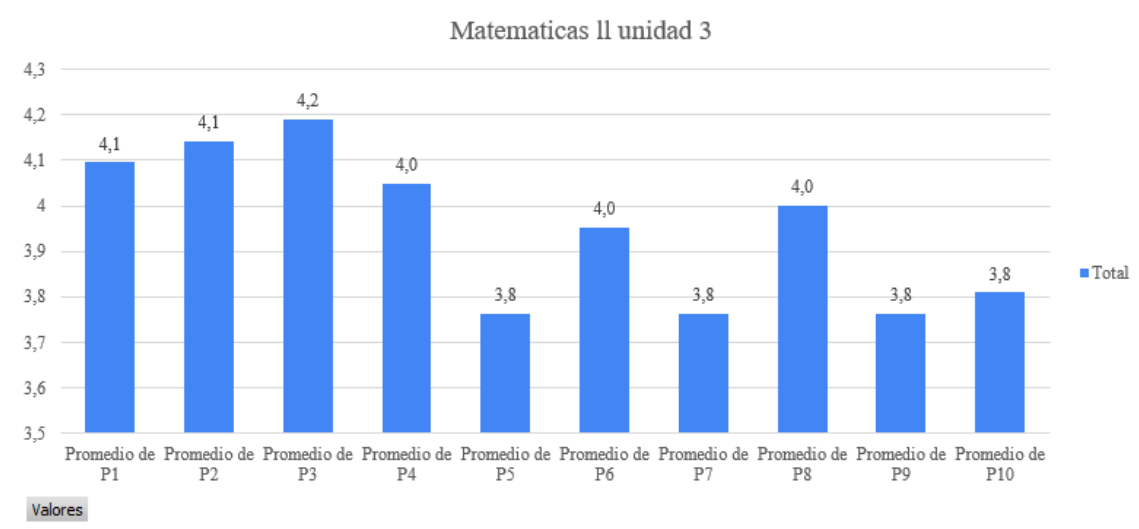
Figura 3.11 Resultado de la evaluación del escenario uno



Nota. Visualización de los puntajes asignados a cada uno de los principios de Nielsen tras la evaluación del escenario uno. Fuente: elaboración propia.

Para el escenario número uno en el Udlaverso se demostró una usabilidad satisfactoria, con calificaciones que rondan entre 3.8 y 4.2 lo que evidencia que el diseño y sus funcionalidades cumplen con los requerimientos principales de Nielsen. Sin embargo, es recomendado perfeccionar la prevención de errores para optimizar aún más el sistema, garantizando la experiencia del usuario y contribuyendo al aprendizaje dentro del entorno 3D.

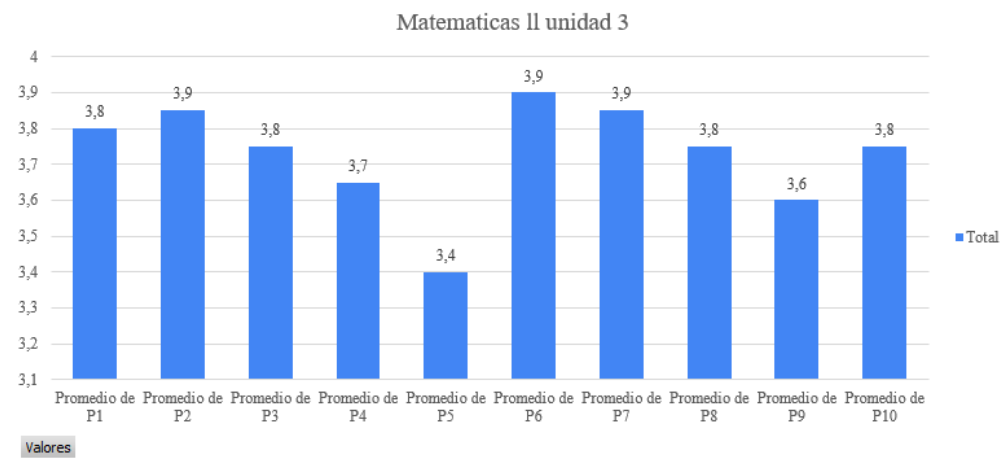
Figura 3.12. Resultado de la evaluación del escenario dos.



Nota. Visualización de los puntajes asignados a cada uno de los principios de Nielsen tras la evaluación del escenario dos. Fuente: elaboración propia.

En el segundo escenario que está basado en las series convergentes, se puede analizar que el entorno presenta una usabilidad adaptable, con un alto valor positivo en cuestiones de calidad, claridad, control y diseño, ratificando que la interfaz es intuitiva y que contiene una coherencia visual y que funciona a la perfección. Por el contrario de igual manera hay necesidad de optimizar aún más la prevención de errores junto con la flexibilidad del sistema, en general, aunque sigue manteniendo una buena usabilidad, los resultados arrojan que sería de gran ayuda fortalecer los mecanismos de ayuda para fortalecer la flexibilidad en la navegación y la experiencia del usuario.

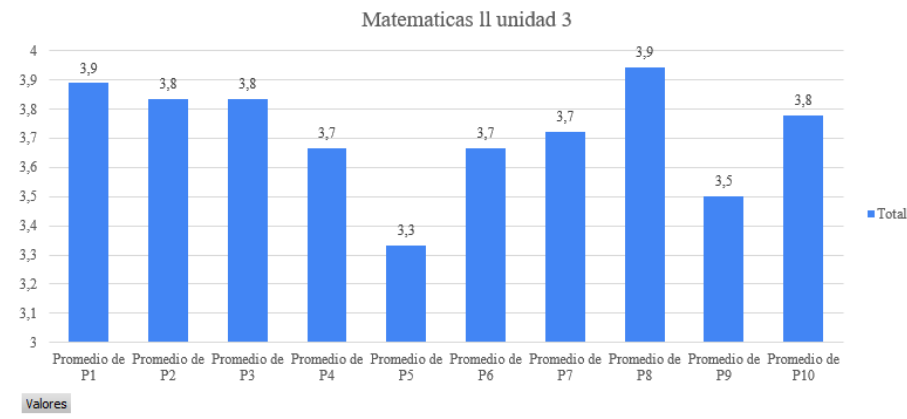
Figura 3.13. Resultado de la evaluación del escenario tres



Nota. Visualización de los puntajes asignados a cada uno de los principios de Nielsen tras la evaluación del escenario tres. Fuente: elaboración propia.

En comparación con los resultados de los análisis anteriores, donde la interfaz y usabilidad percibieron valoraciones más positivas, en este escenario parece ser que hubo una apreciación de mucha más complejidad o quizás la falta de accesibilidad en ciertos aspectos del diseño. Para perfeccionar la experiencia sería aconsejable examinar la presentación de la información, para mejorar los mecanismos de retroalimentación visual y endurecer la documentación dentro del entorno virtual, esto podría servir para que haya una mayor interacción que sea fluida y muy satisfactoria para cada uno de los usuarios.

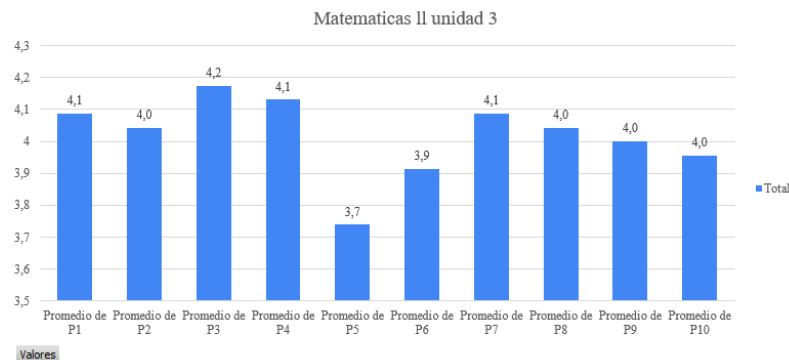
Figura 3.14. Resultado de la evaluación del escenario cuatro



Nota. Visualización de los puntajes asignados a cada uno de los principios de Nielsen tras la evaluación del escenario cuatro. Fuente: elaboración propia.

En el cuarto escenario del Udlaverso, los resultados obtenidos a través de la encuesta nos evidencian y nos traduce que la experiencia de los usuarios no ha sido tan satisfactoria, lo que indica que hay áreas donde se debe mejorar la interfaz y usabilidad del sistema. De igual solo dos preguntas han alcanzado una valoración de 3.9 que, aunque algunas perspectivas son tolerables aún no llegan a cumplir completamente con cada una de las experiencias de los usuarios. En comparación con los escenarios anteriores, presenta una valoración menos adecuada lo que representaría una mejora significativa. Plantear y ejecutar mejoras en estos aspectos aprobará engrandecer la experiencia y la percepción general del escenario.

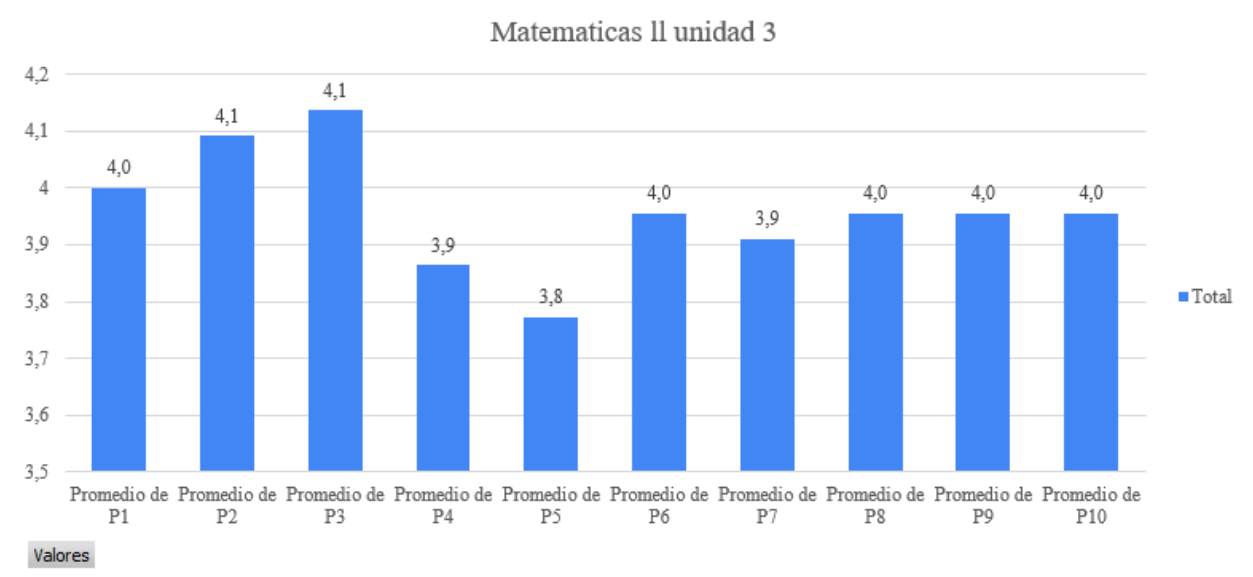
Figura 3.15. Resultado de la evaluación del escenario cinco



Nota. Visualización de los puntajes asignados a cada uno de los principios de Nielsen tras la evaluación del escenario cinco. Fuente: elaboración propia.

El quinto escenario del Udlaverso ha presentado un avance positivo en la mayoría de los aspectos evaluados lo que nos quiere decir que los que hicieron parte del escenario encontraron una interfaz llamativa, estructurada y funcional. En general este escenario manifiesta un progreso importante respecto a los anteriores, donde la evaluación es mucho más positiva y permanente. De igual manera sería recomendable analizar y solucionar el criterio numero 5 para así realizar los ajustes pertinentes en función de la retroalimentación de cada uno de los usuarios, lo que permitirá que el sistema siga avanzando significativamente donde se ofrezca una mayor experiencia de aprendizaje el cual sea eficiente e inmersiva.

Figura 3.16. Resultado de la evaluación del escenario seis



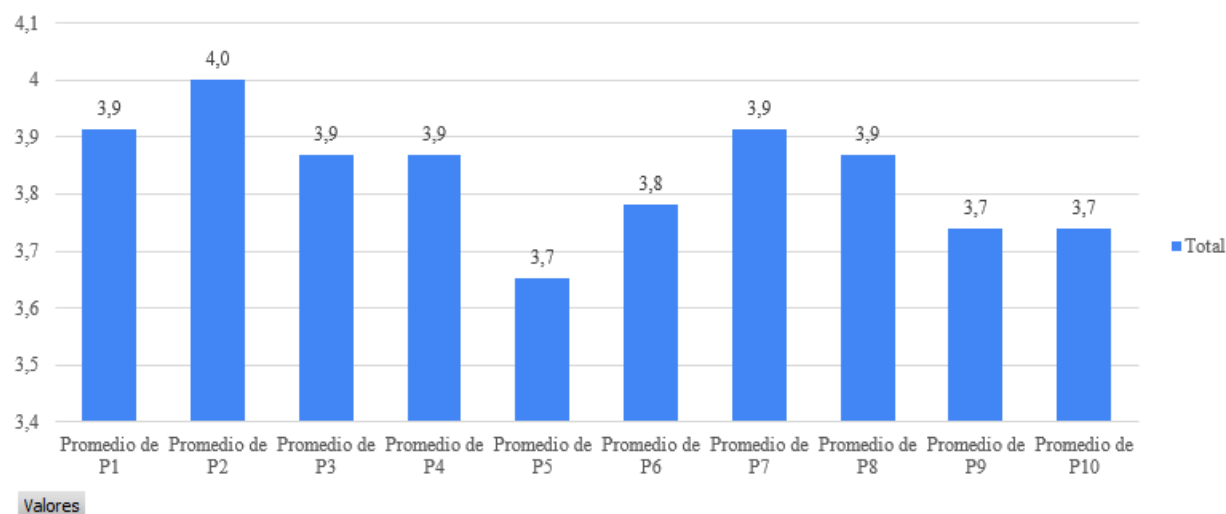
Nota. Visualización de los puntajes asignados a cada uno de los principios de Nielsen tras la evaluación del escenario seis. Fuente: elaboración propia.

Para este escenario representa una valoración mayormente positiva, que en términos generales la experiencia del usuario fue muy satisfactoria, lo que lleva a pensar que el tanto el diseño como la interacción de todos los usuarios fue placentera, lo que apunta a pensar que dentro del entorno virtual se ha alcanzado un nivel óptimo de usabilidad y funcionalidad lo que permite a los usuarios un desenvolvimiento eficiente y claro dentro del Udlaverso. En conclusión, este escenario mantiene un ejercicio destacado pero que se

debe estar atento y procurar solucionar pequeños detalles para mejorar la consistencia en el diseño y robustecer la accesibilidad a las funciones de ayuda o recepción de errores, los ajustes en estas condiciones contribuyen a una experiencia aún más fluida e intuitiva.

Figura 3.17. Resultado de la evaluación del escenario siete

Matemáticas II unidad 3



Nota. Visualización de los puntajes asignados a cada uno de los principios de Nielsen tras la evaluación del escenario siete. Fuente: elaboración propia.

El análisis que se presenta para este último escenario nos evidencia que el escenario en gran medida acata con los principios de Nielsen, de igual manera para mantener y continuar con el proceso de forma efectiva, es recomendable reforzar algunos mecanismos de asistencia en tanto a la recuperación de errores, para así asegurar que cada uno de los usuarios tenga mayor autonomía, claridad y efectividad a la hora de resolver inconsistencias dentro del entorno virtual del Udlaverso.

En términos generales los resultados nos evidencian un alto índice de efectividad en muchos aspectos, aunque hay espacios de mejoras que empañan la experiencia del usuario. Según los análisis y resultados obtenidos el sistema parece cumplir a cabalidad con cada uno de los aspectos que nos plantea los principios de Nielsen, pero siempre existe la oportunidad de perfeccionar cada una de las interfaces como las funciones que apoyan a los usuarios.

5. Conclusiones

La creación del entorno virtual 3D en el Udlaverso resultó ser un progreso relevante en la enseñanza y aprendizaje de temas complejos de cálculo integral. A través de cada una de las fases se logró establecer un sitio de practica interactiva que suministra facilidad en la visualización y comprensión de temas abstractos mediante estilos inmersos y prácticos. En la fase de planificación se evidencio todo el potencial del Udlaverso, donde se ofrecía un aprendizaje mucho más efectivo y eficaz de conceptos difíciles de entender, fue posible de igual manera al considerar las perspectivas tanto de docentes como estudiantes. Mediante la planificación también se identificó las necesidades del proyecto, las cuales aseguraron que cada unidad temática estuviera alineada con los objetivos educativos. El primer análisis fue concreto para asegurar las bases del diseño, el cual debía ser flexible y que se pudiera adaptar a diferentes niveles de comprensión, por ende, en esta etapa no solamente se definió el alcance, sino que también se planteó que la experiencia del usuario en cuanto al aprendizaje y fuera atrayente y eficiente.

El diseño se enfocó en plantear estas concepciones de manera tangible, la combinación con los principios de POO contribuyo a la organización funcional del sistema mientras que los requerimientos descritos sirvieron como soporte para organizar las funcionalidades y acciones de cada uno de los escenarios, donde cada unidad simbolizara con exactitud las necesidades educativas. En el diseño también hicieron parte la creación de escenarios técnicamente sólidos, donde los usuarios pudieran interactuar y aprender de manera practica los conceptos, se utilizaron recursos visuales y gráficos que se adaptaron al contenido de manera correcta y precisa, buscando siempre que la experiencia fuera intuitiva y que el sistema proporcionara respuestas rápidas a cada una de las interacciones. Esta fase cumplió un papel decisivo en dicha construcción para que tuviera coherencia y fuese accesible a las necesidades de los usuarios, quienes deben entender y aplicar conceptos en el desarrollo profesional.

Finalmente, en la última fase se integraron los componentes que se diseñaron en escenarios interactivos y prácticos, donde se emplearon métodos de modelado y programación para conseguir una experiencia visual interesante. La visualización e interactividad que se logró en el Udlaverso incorporan un avance tecnológico trascendental hacia una metodología de enseñanza y aprendizaje innovadora, la cual contribuye a una comprensión más intensa y duradera de los temas que se encontraron. La visibilidad e interactividad en el Udlaverso se destaca el valor de las tecnologías TIC y 3D en la educación, las cuales contribuyen a una comprensión más extensa, profunda y duradera de los temas abordados.

El entorno virtual otorga el permiso para que cada uno de los usuarios enlace la experiencia teórica con la práctica, facilitando la adquisición del conocimiento el cual se traduce en un aprendizaje aplicable y significativo. La metodología utilizada en el proyecto sienta un antecedente en el uso de las nuevas tecnologías, mostrando como pueden transformar la educación tradicional en una experiencia enriquecedora y dinámica.

6. Referencias Bibliográficas

- Arteaga-Alcívar, Y., Guaña-Moya, J., Begnini-Domínguez, L., Cabrera-Córdova, M. F., Sánchez-Cali, F., & Moya-Carrera, Y. (2022). Integración de la tecnología con la educación. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E54), 182-193.
- Bonaparte, U. (2012). *Proyectos UML Diagramas de clases y aplicaciones Java en NetBeans 6.9. 1*. Buenos Aires, Argentina. Universidad Tecnológica Nacional.
- Calvillo Arbizu, J. (2018). Animar al aprendizaje autónomo a través de gamificación en programación orientada a objetos. *Jornadas de Formación E Innovación Docente Del Profesorado*, (1), 80–95. <https://doi.org/10.12795/jdu.2018.i01.04>
- Chanchi, G. E. G., Campo, W. Y. M., & Sierra, L. M. M. (2019). Estudio del atributo satisfacción en pruebas de usabilidad, mediante técnicas de análisis de sentimientos. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E23), 340-352.
- Debrauwer, L., & Van der Heyde, F. (2016). *UML 2.5: iniciación, ejemplos y ejercicios corregidos*. Ediciones Eni.
- Escobar, J. A. C. (2024). Realidad aumentada: estrategia didáctica para el desarrollo de competencias matemáticas. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 4(9), 29-43.
- Esteve Mon, F. M., Adell Segura, J., & Gisbert Cervera, M. (2014). Diseño de un entorno 3D para el desarrollo de la competencia digital docente en estudiantes universitarios: usabilidad, adecuación y percepción de utilidad / Design of 3D environment to develop pre-service teachers' digital competence. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 13(2), 35–47. <https://doi.org/10.17398/1695-288x.13.2.35>
- García-Peñalvo, F. J., García-Holgado, A., & Vázquez-Ingelmo, A. (2017). Aspectos prácticos de los casos de uso. *Recursos docentes de la asignatura Ingeniería de Software I. Grado en Ingeniería Informática*. Curso, 2018.
- Hernandez Mendoza, S., & Duana Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51–53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Huertas, & Ortiz. (2015). Ambientes virtuales 3D como estrategia didáctica en la enseñanza. Obtenido de <http://revistas.fuac.edu.co/index.php/clepsidra/article/view/754>
- OpenAI. (2024). ChatGPT. Obtenido de <https://chat.openai.com/>
- Ortega Arcega, M. I., Estrada Esquivel, A. L., Ulloa Ibarra, J. T., & Casillas Alcalá, M. T. (2023). La enseñanza- aprendizaje de convergencia y divergencia de series infinitas. *Matemáticas, Ingeniería Y Ciencias Ambientales*, 5(10), 48–54. <https://doi.org/10.58299/mica.v5i10.65>
- Millán Rojas, E. E. (Eds.). (2025). *Uso de la realidad Virtual 3D para articular la enseñanza de la Física en Ingeniería de Sistemas*. <https://doi.org/10.64325/eamh2270>
- Nuñez. (2011). *Sistema de Interacción Natural con Entornos Virtuales*. Obtenido de https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/ident/TD_04755_11
- Ramírez Alvarado, M. d. M. (2025). *Inteligencia Artificial y desinformación*. <https://doi.org/10.12795/9788447227082>
- Ramírez Jiménez, M. d. R., Pulido Hernández, K., Rivera Orozco, C. E., Gómez Torres, N. A., Serrano Zúñiga, L., & Orozco Torres, L. M. (2024). UML: Una manera de representar, interpretar, analizar y desarrollar el pensamiento computacional. *RIDE Revista*

Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo, 15(29).
<https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2196>

Rodríguez Andino, M. d. I. C., & Barragán Sánchez, H. M. (2017). Entornos virtuales de aprendizaje como apoyo a la enseñanza presencial para potenciar el proceso educativo. Killkana Social, 1(2), 7–14. https://doi.org/10.26871/killkana_social.v1i2.29