





Desarrollo de un simulador de seguridad vial aplicando tecnología de vanguardia con realidad mixta

Development of a road safety simulator applying state-of-the-art technology with mixed reality

Arnold Sneider Capacho Balseca ¹, PhD. Raúl Eduardo Rodríguez Ibáñez ¹,
Ing. Carlos Eduardo Lobo Jaime ¹, MSc. Franklin Albeiro Gómez Mendoza ¹

¹ Universidad Simón Bolívar, Programa de Ingeniería Multimedia, Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

Correspondencia: a_capacho1@unisimon.edu.co

Recibido: 21 enero 2024. Aceptado: 11 junio 2024. Publicado: 30 julio 2024.

Cómo citar: A. S. Capacho Balseca, R. E. Rodríguez Ibáñez, C. E. Lobo Jaime, y F. A. Gómez Mendoza, «Desarrollo de un simulador de seguridad vial aplicando tecnología de vanguardia con realidad mixta», RCTA, vol. 2, n.º 44, pp. 125–134, jul. 2024.
Recuperado de <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcta/article/view/3027>

Derechos de autor 2024 Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA).
Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Resumen: El proyecto desarrolló un simulador de seguridad vial en Cúcuta, utilizando realidad mixta y tecnología avanzada como Unreal Engine 4.27 y Oculus Quest 2. El objetivo es mejorar las habilidades de los conductores y reducir accidentes al enseñar el uso adecuado de los semáforos. Se siguió la metodología de cascada en cinco etapas: requisitos, diseño, implementación, verificación y mantenimiento. El simulador integra herramientas multimedia como 3D Max 2022 y motores de renderización como Corona Render 9 y Arnold. Ofrece una experiencia interactiva de alto nivel y busca sensibilizar a los conductores sobre la importancia de respetar las señales de tránsito. Esta iniciativa combina tecnología de vanguardia con estrategias pedagógicas para promover la seguridad vial y reducir accidentes en la ciudad.

Palabras clave: Semaforización, seguridad vial, realidad mixta.

Abstract: The project developed a road safety simulator in Cúcuta, using mixed reality and advanced technology such as Unreal Engine 4.27 and Oculus Quest 2. The aim is to enhance drivers' skills and reduce accidents by teaching the proper use of traffic lights. The waterfall methodology was followed in five stages: requirements, design, implementation, verification, and maintenance. The simulator integrates multimedia tools like 3D Max 2022 and rendering engines like Corona Render 9 and Arnold. It offers a high-level interactive experience and aims to raise awareness among drivers about the importance of respecting traffic signals. This initiative combines cutting-edge technology with pedagogical strategies to promote road safety and decrease accidents in the city.

Keywords: Mixed reality, road safety, traffic lights.

1. INTRODUCCIÓN

En todos los países del mundo el parque automotor se ha vuelto un tema social en la ciudadanía para mejorar la movilidad, además es imprescindible en el traslado diario de las personas a sus lugares de trabajo y de regreso a sus casas, así mismo en el transporte de alimentos o materias primas. Lo anterior conlleva a tratar temas de importancia como lo son la movilidad vehicular y la seguridad desde la protección y el cuidado a los peatones. Es evidente la necesidad de llevar a cabo un conducto de procesos entre los cuales destaca la semaforización. La función principal de un semáforo en la gestión de una intersección consiste en permitir el paso de diferentes grupos de vehículos y/o peatones de manera alternativa. Este sistema se emplea para que los distintos usuarios atraviesen la intersección con la menor cantidad posible de inconvenientes, peligros y retrasos [1] La existencia de los semáforos es vital para una movilidad eficiente de las ciudades cada día más pobladas y con problemas de tráfico crecientes [2].

Con esto se busca garantizar el buen funcionamiento del tránsito, así como la disminución de la tasa de accidentes en lo que respecta a la movilidad vehicular. A pesar de que la implementación de semáforos en Colombia está rezagada en términos de tecnología y adaptabilidad en comparación con otros países. Esto se debe a que, en ocasiones, los semáforos están programados sin considerar de manera adecuada a grupos importantes de personas que no utilizan vehículos motorizados, como peatones, ciclistas y personas con discapacidad. Esto puede deberse a la sobreestimación del tráfico vehicular o a la asignación limitada de recursos para este fin. Sin embargo, es importante destacar que se han dado los primeros pasos hacia la modernización de los semáforos, especialmente en las principales ciudades del país [3].

De otra parte, la ciudad de Cúcuta ubicada en el Departamento Norte de Santander en Colombia, ciudad en la que se presentan fallas con respecto al correcto funcionamiento de la semaforización. Problemas que van desde la falta de dispositivos electrónicos, obsolescencia programada, y fallas electrónicas en algunos sitios donde es necesaria la implementación de estos dispositivos por la alta circulación vehicular [4].

Lo anterior trae consigo consecuencias que se definen en su totalidad, como el aumento de

accidentes de tránsito, por las irregularidades que se presentan. Lo que dio oportunidad para crear una estrategia basada en el uso de las tecnologías de la información que promueva la sensibilización de peatones y conductores con respecto al uso correcto de los semáforos, al respeto y uso correcto del vehículo por parte del conductor con respecto a la velocidad, a las acciones como detenerse o avanzar en los momentos que indique el semáforo el color verde, rojo o naranja, en pro de contribuir en la disminución de accidentes.

Ana Isabel López-Gestal, [19] et promueve que la realidad virtual y seguridad vial, pasa de una revisión de la literatura a una revisión literaria digital" por Manuel Gómez-Marco, et al.

Díaz [5] afirma que; “los accidentes que ocurren en vías donde hay presencia de andenes peatonales mayores a 1 m de ancho y semáforos en la intersección eran menos probables de ser de estas severidades. Además, si la carretera es de tipo colector o si el límite de velocidad es superior a 40 km / h aumenta la probabilidad de una fatalidad”. Esta afirmación logra evidenciar que existen zonas de alta peligrosidad por la frecuente violación a las normas de tránsito por conductores y peatones en las ciudades principales del país.

Retomando los anuncios de los principales medios de comunicación de la ciudad, colapsan algunos semáforos nuevos en la ciudad de Cúcuta. [6] Afirma que: “Una grave situación se está registrando en algunos puntos de semaforización de la ciudad de Cúcuta donde desde hace una semana se encuentran apagados los nuevos semáforos. El hecho que ha generado la preocupación de la ciudadanía radica en el silencio que mantiene la concesión responsable, como también el interventor y más allá de esto los accidentes que empiezan a registrarse en las vías de la ciudad.”

María Dolores Pérez-López, et [18] genera la premisa de la efectividad de la RV en la educación vial de estudiantes de secundaria. Los resultados muestran que la RV tiene un impacto positivo en el conocimiento, las actitudes y las habilidades de conducción de los participantes.

De otro lado Semáforos “obsoletos como los de Cúcuta” causan muertes, destacan que la ciudad de Cúcuta es la tercera del país con aumento de fallecimientos por accidentes de tránsito, según la Agencia de Seguridad Vial; Con unos buenos

semáforos, dispuestos correctamente y funcionando de manera adecuada se logra salvar vidas en las vías. La afirmación fue hecha por el director de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, Alejandro Maya” [7].

El término "Objeto Digital Educativo (ODE)", también es reconocido por el perfil de aplicación LOM.es v.1 0. como "Material Educativo Digital" u "Objeto Didáctico Digital" y definido como " Un objeto digital educativo (ODE), material educativo digital (MED) u objeto didáctico digital (ODD) es un contenido educativo digital cuya finalidad última es el aprendizaje del usuario y que, en sí mismo, constituye o puede llegar a constituir, mediante su integración con otros objetos más simples, un material educativo multimedia" [8].

El simulador constituye la ocupación principal de los estudiantes, por lo que se establece en una actividad muy importante, pues a través de éste se estimula y se facilita un mayor desarrollo en las diferentes áreas como son psicomotriz, cognitiva y afectivo-social. Además, el juego en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes tiene propósitos formativos y también contribuye en el desarrollo de sus capacidades creadoras, por lo que es considerado un medio eficaz para el entendimiento de la realidad.

Tomalá [9] afirma que: “El juego puede ser una de las maneras de disfrutar el tiempo de ocio, como un modo de entretenimiento. Si bien el juego tiene reglas específicas (cualquiera de ellos que se practique), su diferencia con el deporte radica en que éste último no sólo posee reglas claras si no que se practica dentro de una institución deportiva y requiere constancia, trabajo en equipo y fijación seria de objetivos.” (p. 32).

Según la RAE [10] la realidad virtual es la “Representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real.”

El término de Realidad Virtual es común para describir un contenido que puede reproducirse mediante dispositivos digitales como gafas de realidad virtual o smartphones [11].

En la actualidad, la aplicación de la realidad virtual participa en ámbitos como la medicina o la ingeniería. Con el avance en la resolución de pantallas, la integración de sensores y giroscopios, el uso de esta tecnología se ha ampliado notablemente. Además, ahora es posible acceder a ella con una inversión mínima, como mediante el

uso de un teléfono inteligente y las Google Cardboard. [12].

Araya Brenes & Rojas Vargas [13] concluyen en su trabajo que la realidad virtual ayuda en la enseñanza de la educación vial, al lograr un mayor aprovechamiento de las experiencias virtuales.

Teniendo en cuenta lo anterior a través de un simulador de seguridad vial que permite recorrer las principales calles de Cúcuta donde se presenta mayor congestión vehicular en las horas con una mayor tasa vehicular en circulación, se está realizando el proceso de sensibilización de los conductores sobre el uso adecuado de los semáforos en la ciudad de Cúcuta, con la finalidad de incrementar las habilidades de los conductores, generar conciencia sobre la importancia de respetar los semáforos en la ciudad y de esta manera contribuir en la reducción de accidentes de tránsito, de una forma pedagógica y didáctica.

María Dolores Pérez-López, et al. [17] enuncia el potencial de la RV como herramienta para la sensibilización y formación en seguridad vial y de como se puede promover la culturalización vial en la comunidad.

2. METODOLOGIA

El Modelo metodológico seleccionado para el proyecto es el de Cascada, llamado así debido a la secuencia ordenada de fases en el desarrollo de software que parecen fluir de una a la siguiente de manera natural, fue presentado en 1970. Este enfoque metodológico establece una estricta estructura en las etapas del proceso de desarrollo de software, de manera que cada fase comienza después de que la fase anterior ha concluido [14].

Los beneficios de esta metodología se hacen evidentes cuando no hay necesidad de implementar de inmediato, permitiendo un tiempo adecuado para desarrollar cada fase. Es relevante señalar que, para reducir al mínimo el riesgo, es esencial que los requisitos estén muy bien definidos y se hayan establecido oficialmente en la fase inicial del proyecto [15].

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación, se describen los resultados obtenidos producto de la secuencia metodológica establecida a través de etapas.

3.1 Fase de Requisitos, diseño, implementación, verificación y mantenimiento.

a. En esta etapa se realiza la descripción de los flujos de trabajo realizados por el sistema, los cuales van desde la mecánica de arranque del simulador, en la cual se bifurca en dos sistemas de respuesta; en primera instancia, la activación de la ubicación geoespacial de las gafas RV, para tener delimitaciones de rango para más facilidad de uso del simulador.

b. En segunda instancia, las mecánicas de inicio del simulador con las gafas RV, las cuales permiten una similitud de formación de geoespacial casi idéntica con la realidad

3.2. Identificación del Lugar

del sistema se define la calle 7 y calle 8 con avenida De acuerdo a los requerimientos de flujo de trabajo 0 de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander que serán simuladas, así como los diferentes elementos que las componen, además de eligieron puntos estratégicos como es la fuente luminosa, donde presenta gran congestión vehicular en las horas de alto flujo vehicular, como se presenta en la figura 1.



Fig. 1. MoodBoard de la conceptualización visual de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.
Fuente: Propia.

3.2.1 Fase de Definición (MoodBoard, Lluvia de ideas)

En este primer paso, se hizo un análisis concreto, para determinar los lugares más visitados, por los usuarios, además de cuáles son las ubicaciones de más alto flujo vehicular en el horario del medio día, tomando como premisa, que es la hora del almuerzo de la mayoría de los usuarios que laboran y se desplazan a sus lugares de vivienda o a restaurantes cercanos, por ende se eligió este lugar como epicentro del simulador, además, se utilizó el motor denominado Unreal Engine versión 4.27; la cual se realizó la estructuración más fehaciente con respecto a la imagen anterior.

Como se aprecia en la Fig. 1, se realizó un moodboard, en la cual se define las zonas que son aledañas a punto central en los cuales se quiere resaltar en el simulador.

Los elementos de señales de tránsito, se hace una verificación vial y psicológica para determinar cuál es el grado de importancia que los conductores obedecen, y determinar si las ubicaciones en las cuales de implemento cumplen con los estándares mínimos de la seguridad vial.

3.2.2 Fase de Diseño (Construcción en wiframes en 3D en el motor de Modelado 3D)

El prototipo inicial, es la afectación inicial de modelar en 3d propuesta, en el motor de modelado llamado 3D Max Versión 2022, con la instalación de motor de render de Corona render 9 y Arnold, para tener una previsualización de como quedaría a futuro el simulador; por consiguiente, en la Fig. 2, se presenta la primera fase del simulador.

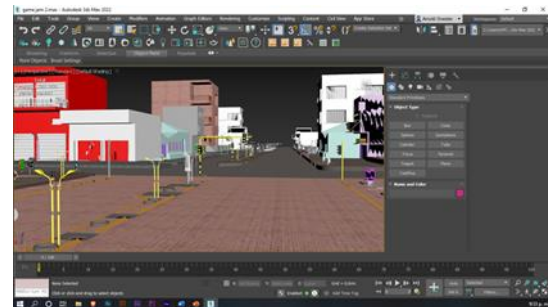


Fig.2. Fase preliminar del Simulador de seguridad vial.
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Fig 2, el wiframe es fase muy importante porque muestra directamente que elementos se van a utilizar en el recurso, en este caso en el simulador, como a su vez, si los elementos que se implementaban hacían una función fidedigna y además se ajustaban a los parámetros de movilidad vial y además si tenía la visualización necesaria para que el usuario que va en el automotor puede entender el mensaje y dicho esto realizar la acción a seguir para evitar algún tipo de coalición o accidente de tránsito vial vez se visualiza, muestra la fase inicial del modelado en fase preliminar, la cual se adecuo a los tamaños que se estandarizaron en la construcción a escala real, además se incorporaron los tipos de materiales que tiene cada elemento de la zona, para tener la mayor similitud de los elementos a la visualización en tiempo real, para tener un mayor impacto dl simulador y ser capaz de enseñar de manera precisa lo que se quiere impartir.

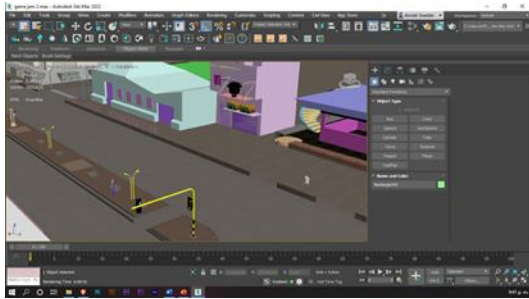


Fig.3. Fase preliminar del Simulador de seguridad vial.
Fuente: Elaboración propia

La Fig. 3, Se muestra una visualización de wiframe en segunda fase preliminar donde se implementan algunas texturas que permiten poder ver la visualización de cómo se ve la distancia de ellas y el realismo que representa además se prepararon modelos equidistantes para la construcción de la parte de vegetativa y las señales de tránsito en la cual se hace alusión a la parte de la avenida cero principalmente en la fuente luminosa donde es el origen de proyecto del simulador además se hicieron la constatación de las medidas tanto de las calles como el de los edificios y la vegetación para tener una visualización más directa de cómo se percibe la estructuración del entorno 3D digital al entorno real y visualizar cuál es la semejanza que hay entre los dos para que el usuario tenga una perspectiva de que está navegando en la ciudad de Cúcuta norte de Santander sin que sienta que está navegando en la virtualidad, además, presenta un plano diagonal inferior, para mostrar de manera sencilla y brindar una visualización un poco más detallada de los elementos mostrados en el modelado 3D, además simplificada, para que sea más fácil el manejo y la usabilidad del programa de modelado 3D denominado 3D Max versión 2022.

3.2.3 Fase Prototipo de Modelado de Pruebas (Construcción modelos 3D en el programa de Autodesk 3D Max 2022)

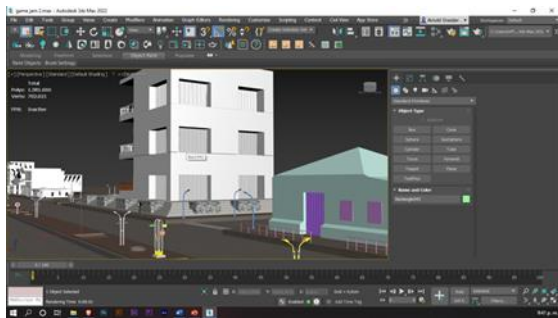


Fig. 4. Tipos de estructuras Av. 0.
Fuente: Elaboración propia

Como se referencia en la Fig. 4, Se hace la visualización estructural en tiempo real para ver la visualización de cómo se implementaría en el mundo real, además se estructuró diferentes estructuras tanto digitales como programáticas para dar una visualización más profunda y fidedigna a la versión real, además se hicieron un estudio métrico digital para entender si la estructura con la cual se está implementando en el modelo 3D tiene una fidelización semejante a la real además se hicieron estudios topográficos para determinar la ubicación geo espacial de cada uno de los elementos y además hacer algunas correcciones y también con el debido permiso poder estructurar unas propuestas de los diferentes elementos tanto mensaje de reducción vial diferentes ubicaciones de semáforos la una ubicación de reestructuración de los elementos vegetales y o también aplicar de diferente manera la estructuración vial en sentido de ensanchar la malla vial para que haya un mayor flujo vehicular y evitar la disminución de los accidentes y en este caso se implementó la herramienta de 3D máx. para la elaboración arquitectónica del simulador, además se utilizó ventana de Google Maps para entender la ubicación geo espacial y topográfica de los elementos además, se utilizó elementos fotográficos y videos para entender el entorno de una manera más fácil y poderlo estructurar de una manera más sencilla, además, muestra una de las estructuras más altas de la avenida 0, y demuestra la comparación de escalas, con referencias a los demás modelos, y está en un material de demostración de imperfecciones en la cual, muestra que tipo de errores tiene la malla, para evitar cualquier mala visualización del simulador.

3.2.4 Fase de Pruebas en implementación humana (Acercamiento de los usuarios con el simulador para la interactividad)



Fig. 5. Implementación de prueba en primera fase e Interacción con el simulador.

Fuente: Elaboración propia

Se hizo la implementación de acercamiento con la primera persona como se muestra en la Fig. 5, para

ver los resultados y la forma de interactividad que tenía tanto el profesor de la carrera de Ingeniería Multimedia de la universidad Simón Bolívar, con especialidad en la creación e interactividad en Realidad Virtual, como con la interacción del simulador en esta fase se implementó para ver qué alcance tenía que sensación generaba en el usuario y además cómo era la implementación del conocimiento en el usuario para entender si las diferentes dinámicas e interactividades que tenía el simulador implementaban y apretaban de manera positiva al usuario y también recibir una retroalimentación en tiempo real para determinar cómo iba a seguir la siguiente fase del simulador con las debidas retroalimentaciones además de cómo se podría mejorar el modelo 3D con las debidas implementaciones psicosociales viales y psicológicas para tener un mayor impacto sin tener que tener ningún tipo de afectación con el usuario.



Fig. 6. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.

Fuente: Elaboración propia

Cómo se muestra (ver en la Fig. 6), se implementó la utilización con un estudiante de psicología de la universidad Simón Bolívar para ver cómo era la interactividad psicológica del simulador hacia el usuario además simplemente la utilización de los mandos de las gafas Oculus Quest 2 para una mayor interactividad con la misma además el estudiante psicología tenía varias incertidumbres respecto al simulador porque no sabía qué esperar para eso se representó la fase 2 para tener una retroalimentación tanto del estudiante psicología en perspectiva psicológica psicosocial y del simulador para entender cómo se podría mejorar de tal manera de poder brindar una información más adecuada y detallada a los usuarios sin que se vulnera cualquier tipo de circunstancias del usuario además se hicieron varias retroalimentaciones en sentido de la retroactividad del conocimiento del simulador y además también de la función y funcionalidad de los mandos de las gafas Oculus Quest 2



Fig. 7. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.

Fuente: Elaboración propia

También se tomó la perspectiva de otro profesor con un enfoque en la parte diseño para tener una estructuración más visual y atractiva para el usuario y que también tenga un atractivo que atrapa el usuario a seguir aprendiendo con el simulador además se hicieron muchas interacciones referentes a la retroalimentación del profesor para que tenga una identidad mucho más juvenil y más educativo para que no tenga una pérdida de que se tome como un simulador de ocio sino con un simulador educativo además de eso varias estructuraciones en la interfaz gráfica para que fuera más entendible, utilizando el design thinking para tener una mejor aseveración y que el usuario tenga un 100% de atracción del conocimiento que quiera brindar además se diseñó una estrategia de ayuda para que el usuario tenga facilidad de interacción con la información y les sea fácil entender lo que se quiere implementar.

Ficha técnica de las Oculus Quest 2

	OCULUS QUEST 2
PESO	503 gramos
TIPO DE PANEL	LCD
RESOLUCIÓN	1920 x 1832 por ojo
FRECUENCIA DE REFRESCO	90 Hz Capada a 72 Hz
PROCESADOR	Snapdragon XR2
CONECTIVIDAD INALÁMBRICA	WiFi 6 Bluetooth 5.1
PUERTOS	USB tipo C
ALMACENAMIENTO	64/256 GB
SONIDO	3D
TRACKING	Cámaras internas
ELEMENTOS EN EL PAQUETE	Visor 2 x mandos 2 x pilas AA 1 x cable USB tipo C 1 x cargador 1 x adaptador para gafas
PRECIO	64 GB: 349 euros 256 GB: 449 euros



Fig. 8. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
 Fuente: Elaboración propia

Se hizo pruebas con las gafas Oculus Quest 2, como se referencia en la Fig 7. además se hizo una visualización de la información técnica y los componentes que contenían dicho elemento como se muestra en la Fig 8 también se visualizó el simulador en las gafas Oculus Quest 2 con la especificación de en primera instancia la frecuencia de refresco para ver qué calidad de imagen tenía también se hizo la verificación que tuviera una tarjeta de wifi de amplio espectro que en este caso tiene una wifi de 6 y un Bluetooth de 5.1 que permite una rápida trazabilidad de información sin demasiada latencia además, Tiene un almacenamiento 256 GB en estado sólido también cuenta con cámaras internas y externas que permite un mayor flujo de información con respecto al simulador y además representa un visor en calidad de 4k para una mayor calidad y visualización del simulador porque entre más calidad tenga el visor más se puede apreciar los detalles que tenga dicho producto

3.2.5 Tercera Fase de prototipado (Implantación programática y de recursos vegetativos)



Fig. 9. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
 Fuente: Elaboración propia



Fig. 10. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
 Fuente: Elaboración propia

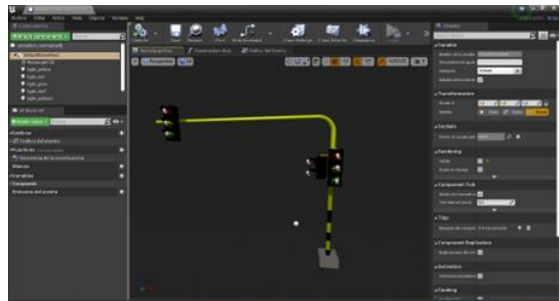


Fig. 11. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
 Fuente: Elaboración propia

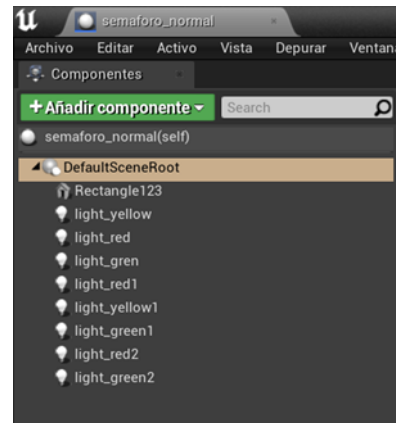


Fig. 12. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
 Fuente: Elaboración propia

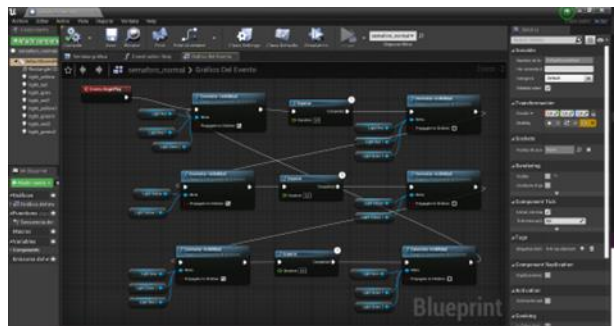


Fig. 13. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
 Fuente: Elaboración propia

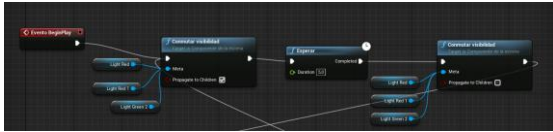


Fig. 14. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador
Fuente: Elaboración propia

Se hizo la tercera fase en la cual se implementó nuevas zonas en la parte del modelado 3D como se muestran en las Figs 9 y 10; además se empezó la implementación con la programación de los semáforos con la utilización de luces y un sistema de interés artificial como se muestra en las Figs 12, 13 y 14, para denotar que cuando un semáforo esté en verde los otros estén en rojo así que se mostró básicamente la implementación de la programación llamada blueprint que es una programación directamente en nodos que es una estructuración de más alta calidad y de más uso porque permite una estructuración más sencilla más ordenada y más fácil de entender con las diferentes implementaciones de las luces además se creó una pequeña base de datos para entender cuando la luz está roja la demás está en verde y así constantemente durante el tiempo que se esté ejecutando el simulador además a tener en cuenta se crearon varias instancias para almacenar información para que sea más fácil entender la información que se está dando además también se implementó un cronómetro para determinar cuánto tiempo va a aparecer la luz amarilla roja y verde acto cuál se implementó gracias a sus con esa información para que la inteligencia artificial dedujera cuánto tiempo va a durar una luz cuánto tiempo va a durar otra y así paulatinamente,

3.2.6 Fase final del prototipado (Implementación de todos recursos establecido)



Fig. 15. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
Fuente: Elaboración propia



Fig. 16. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
Fuente: Elaboración propia

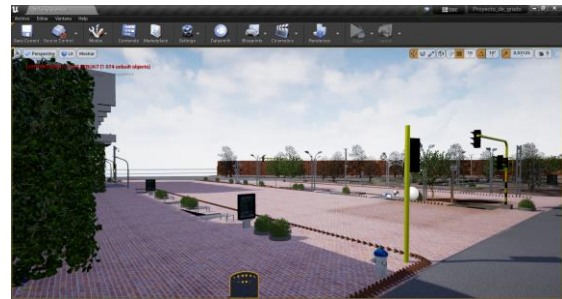


Fig. 17. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
Fuente: Elaboración propia



Fig. 18. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
Fuente: Elaboración propia



Fig. 19. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
Fuente: Elaboración propia



Fig. 20. Implementación de prueba en segunda fase e Interacción con el simulador.
Fuente: Elaboración propia

En el prototipado final ya se estableció toda la implementación necesaria en la parte vegetación programación estructuración, modelado, texturización y sonido ambiente como se establece en las Figs 15, 16, 17, 18, 19 y 20; ya solo es la presentación final de cómo es la implementación de todos los elementos en conjunto además de la visualización en tiempo real en vista aérea de todos los elementos y la estructuración arquitectónica con la fase de programación hecha.

4. CONCLUSIONES

El proyecto desarrollado presentó una facilitación muy grande al momento de aplicarlo al usuario porque permite una adquisición del conocimiento casi en 94% y además es muy factible porque aplica tecnología innovadora y además tecnología vanguardista que eso llama mucho la atención de los usuarios además de tener un alto impacto en la misma.

Este estudio de caso presenta el desarrollo e implementación de una experiencia de RV para la educación vial. Los resultados muestran que la experiencia fue efectiva para mejorar el conocimiento y las habilidades de los participantes [16]

La metodología de cascada que se implementó en el proyecto desarrollado permite una estructuración más propia y permite una estructuración más ordenada de los elementos y además permite demostrar que cada punto que se realizó fue hecho correctamente porque es una metodología de que no permite saltar a la siguiente fase sin que la paz anterior esté creada correctamente en toda la estructuración planteada, Esto permitió un acercamiento muy productivo a la parte de la adquisición del conocimiento vial y permitió a los usuarios tener un acercamiento más fructífero con la utilización de la realidad virtual y además concibió

la idea de tener un mayor entendimiento el conocimiento vial prevención vial y seguridad vial.

La realidad virtual presenta dos factores el factor innovación y el factor desconcertante porque el usuario no creería que se podría implementar para la parte educativa sin que fuera de una manera que perdiera la atención del usuario sino por el contrario aumentaría más la atención del usuario a la información que se quiere plasmar además se tiene un tacto físico real en la parte virtual en la cual permite de que sea mucho más entendible lo que se quiera plasmar en la mente del usuario

REFERENCIAS

- [1] A. Bosch Matas, "Diseño de un nuevo concepto de semáforos," Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2022.
- [2] V. Valencia, "Principios sobre los semáforos," 2000. [Online]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12057/1/10539884.2000.pdf>.
- [3] C. J. L. Lizarazo and E. V. Terrestres, "Modernización de la semaforización en Colombia, un reto en los planes de movilidad," Revista Digital Apuntes de Investigación ISSN, vol. 2248, no. 7875, 2014.
- [4] "Semáforos 'obsoletos como los de Cúcuta' causan muertes." Accessed: Apr. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.laopinion.co/cucuta/semaforos-obsoletos-como-los-de-cucuta-causan-muertes>
- [5] M. Bohorquez, D. Martinez, Y. Moreno, N. Villamizar, and K. Sanchez, Principales causas del congestionamiento vehicular en algunos sectores del perímetro urbano de la ciudad cúcuta. EDITORIAL CONTENIDO, 2016.
- [6] J. Diaz, "Factores de riesgo que afectan la severidad de los accidentes de tráfico en áreas urbanas. El caso de Cartagena, Colombia," 2017. [Online]. Available: <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8207/130424.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [7] "Caos en la movilidad de Cúcuta Colapsan algunos semáforos nuevos en Cúcuta: Colapsan algunos semáforos nuevos en Cúcuta." Accessed: Apr. 24, 2024. [Online]. Available: https://caracol.com.co/emisora/2019/03/12/cucuta/1552400760_756730.html

- [8] “Objeto digital educativo - EcuRed.” Accessed: Apr. 24, 2024. [Online]. Available: https://www.ecured.cu/Objeto_digital_educativo#cite_note-Coggle.it_.28Italia.29_en_espa.C3.B1ol-1
- [9] J. Tomalá, El juego como herramienta de aprendizaje. El juego, Argentina: Paidós, 2010, p. 23
- [10] “realidad virtual | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE.” Accessed: Apr. 24, 2024. [Online]. Available: <https://dle.rae.es/realidad?m=form#CfxhrOR>
- [11] N. Bockholt, “Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta y ¿qué significa ‘inmersión’ realmente?,” Noboot, pp. 1–6, 2016.
- [12] M. M. Benavente Lepe, "Aplicación de realidad virtual para el análisis de seguridad vial de carreteras con modelos BIM," 2021.
- [13] A. Araya Brenes and W. I. Rojas Vargas, "Propuesta de implementación de la realidad virtual en la Educación de la Seguridad Vial en Costa Rica," 2019.
- [14] R. Pressman, Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, 3rd ed. México, MCGraw Hill, 1995, pp. 26–30.
- [15] C. G. Prieto Álvarez, "Adaptación de las Metodologías Tradicionales Cascada y Espiral para la Inclusión de Evaluación Inicial de Usabilidad en el Desarrollo de Productos de Software en México," 2015.
- [16] Realidad virtual para la formación de conductores: Una revisión sistemática de la literatura" por Alicia Arcila-Mesa, et al. (2020)
- [17] "El uso de la realidad virtual para mejorar la educación vial: Un estudio de caso" por Fernando García-Piqueras, et al. (2019)
- [18] "La realidad virtual como herramienta para la sensibilización y formación en seguridad vial" por María Dolores Pérez-López, et al. (2018)
- [19] "Efectos de la realidad virtual en la educación vial de estudiantes de secundaria" por Ana Isabel López-Gestal, et al. (2017)
- [20] "Realidad virtual y seguridad vial: Una revisión de la literatura" por Manuel Gómez-Marco, et al. (2016)