

Propuesta de desarrollo para la simulación de un escenario de realidad virtual sobre los efectos negativos de la extracción y quema del carbón en el medio ambiente

Cristhian Camilo Castañeda, Ingeniería de sistemas virtual, ccastan59646@universidadean.edu.co

Resumen

La investigación propone las bases tecnológicas de un desarrollo de entorno de realidad virtual, desde su estructura hasta generar un prototipo básico que marque el punto de inicio para posteriores estudios sobre el cambio climático y su mitigación desde la tecnología, principalmente por la extracción y quema del carbón mineral en su afectación al medio ambiente.

La quema de combustibles tiene una repercusión en el calentamiento global, en Colombia para el año 2019, la emisión de dióxido de carbono anualmente ha sido de 237 millones de toneladas y a nivel mundial equivale al 0.47% de toneladas emitidas (CODS, 2020). Según la agencia nacional de minería la producción de carbón, en el año 2020 fue de 48.4 Megatoneladas, dónde la producción de este mineral representa el 89.9% de la producción en Latinoamérica, adicionalmente Colombia es el exportador de carbón más grande del planeta con bajo contenido en cenizas y bajas emisiones de dióxido de azufre. (ANM, 2022).

Dentro de los principios de la universidad EAN, la sostenibilidad está el numeral 3, deconstruir paradigmas, “la sostenibilidad requiere potenciar acciones y lineamientos que sean disruptivos. Para ello, resulta imprescindible cambiar la forma en que pensamos y actuamos - como individuos y como colectivo” (Universidad EAN, 2020, p. 14), encaminado en ese principio, los esfuerzos de búsqueda en generar conciencia sobre lo que pasa en nuestro entorno, actividades que contaminan el medio ambiente y afectan a las personas, sean un aporte de valor a la comunidad Eanista orientado al propósito de sostenibilidad.

Introducción

Actualmente nos encontramos en una crisis climática planetaria y la palabra crisis es un reflejo de lo grave que representa el cambio climático y la necesidad para atenderlo (Navarro et al, 2020), el cambio climático está afectando a todos los países de todos los continentes, conlleva a una alteración de las economías de cada nación, en consecuencia, los niveles del mar están subiendo y los fenómenos meteorológicos son más extremos (Naciones Unidas, 2020). El cambio climático se entiende cómo una alteración o cambio del clima de forma directa o indirectamente vinculada a actividades humanas, dónde se presenta una alteración de la atmósfera en tiempos comparables, también se puede definir como una de condiciones climáticas predominantes (IDEAM, 2015).

Es importante hablar del cambio climático y proponer soluciones que contribuyan en su mitigación, por ello se busca aprovechar la tecnología que ayude a generar conciencia en las personas sobre la importancia de entender que es un tema que nos afecta a todos y a las futuras generaciones. La pregunta de investigación es ¿Cómo utilizar la tecnología de

realidad virtual para proponer un desarrollo de experiencia que permita mostrar los efectos del cambio climático, respecto a las consecuencias ambientales de la extracción minera? y los objetivos planteados son:

- Definir la estructura base de un entorno de realidad virtual.
- Especificar técnicamente los requisitos para desarrollar un entorno virtual.
- Desarrollar un prototipo inicial de la propuesta de desarrollo de entorno virtual.

En el desarrollo de la investigación se busca responder a la pregunta planteada y a los objetivos definidos, todo esto con las rúbricas establecidas.

Marco de referencia

Contexto

La tecnología de la realidad virtual se ha revitalizado, dónde ganó y perdió popularidad entre los años sesenta y noventa, en la actualidad se usa con fines para entretener principalmente, pero esta tecnología tiene mayores posibilidades de aplicación mayor, junto con la realidad mixta y la realidad aumentada, gracias a un avance tecnológico importante y también de accesibilidad. (Allcoat et al, 2021). Según Markowitz y Bailenson (2021), las experiencias de realidad virtual pueden hacer contribuciones relevantes para entender aspectos psicológicos con respecto al clima, las herramientas de RV pueden marcar una progresión de sistemas ecológicos afectados por el cambio climático, de esa forma aumentar interés, preocupación y/o conocimiento de participantes sobre estos problemas con el cambio climático.

RV y cambio climático

Una aplicación sobre el cambio climático usando la realidad virtual, de una investigación realizada por Kate Ferris y otros investigadores (2020), sobre la simulación de una diversidad biológica en Melbourne cómo se ve afectado por el cambio climático en un futuro, el prototipo de simulación virtual creado, se basó en la consultoría de expertos en tecnología emergente, de cambio climático y riesgo alimentario de la universidad de Melbourne, teniendo en cuenta mecanismos psicológicos, el resultado de la experiencia ‘Melbourne 2100’, les permite a los usuarios explorar un futuro con efectos climáticos en Melbourne afectado por las inundaciones (Ferris, et al, 2020).

Para Markowitz, Laha, Perone, Pea y Bailenson (2018), los viajes de campo de RV inmersiva facilitan el aprendizaje sobre el cambio climático, las experiencias virtuales tienen un impacto psicológico, años de investigación sugieren que las personas interiorizan sus experiencias virtuales y les dan trato como sí fueran reales, los estudios también sugieren que las actividades que se realizan en espacios virtuales también brindan una ventana a los procesos psicológicos y sociales, características físicas en un avatar pueden afectar la dinámica interpersonal. El estudio realizado sugiere que la realidad virtual puede ser utilizada para evaluar experiencias comunes, es decir características físicas que pueden afectar la dinámica social; como fantásticas en relación con la vida cotidiana.

Para los investigadores Barnidge, Sherrill, Kim, Cooks, Deavours, Viehouser, Broussard y Zhang (2022), promover el conocimiento sobre el clima es importante para obtener ese

apoyo para la política del cambio climático y se ha empezado a estudiar la efectividad de nuevas tecnologías como herramientas de aprendizaje. En su estudio buscan probar si las noticias de realidad virtual pueden ser una herramienta efectiva para aprender sobre el cambio climático, su artículo se basa en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (TCAM), que se interesa por aumentar el aprendizaje en entornos multimedia, con la finalidad de hacer predicciones sobre los efectos del aprendizaje de las noticias de realidad virtual sobre la base de la teoría de carga cognitiva.

Herramienta como cambio del comportamiento

Visualizar el cambio climático a través de la realidad virtual para provocar un cambio de comportamiento, es una investigación de maestría llevada a cabo por Magnus Winther (2019), el objetivo es analizar el uso de una aplicación de realidad virtual, como instrumento para provocar empatía y cambiar el comportamiento medioambiental de los usuarios, su investigación se ha basado en la ciencia del diseño y un desarrollo por medio de ciclos de implementación, la tesis se enfocó en cómo la experiencia de realidad virtual puede ayudar a la contribución del tema, al concentrarse en los efectos del cambio climático y en los habitantes de Trondheim. (Winther, 2019).

Metodología

El diseño metodológico es no experimental con un enfoque cualitativo, ya que se propone el desarrollo de un entorno de simulación de realidad virtual (RV) técnicamente descriptivo, con elementos técnicos mínimos para la construcción de un escenario con las características de una zona de explotación minera. El instrumento de recolección de información implementado fue el análisis documental con la finalidad de recopilar datos que permitan determinar el motor de desarrollo RV más adecuado, teniendo en cuenta variables de rendimiento, curva de aprendizaje, documentación y soporte, por otro lado, la validación de viabilidad de la propuesta con la revisión teórica de investigaciones precedentes.

Resultados

Con base al instrumento de recolección seleccionado para la investigación se diseñó una tabla comparativa de las opciones de software disponibles para desarrollo de entornos de realidad virtual.

Tabla 1. Diseño de tabla comparativa motores de desarrollo Entorno virtual.

Motor	Lenguaje de programación	Almacén de recursos 3D	Precio	Curva de aprendizaje	Sistemas Operativos	Plataformas

Unity	C#	Si	Gratis, ingresos mayores a \$100.000 US al año tiene cobro	Medio	- Windows - Mac OS - Linux	- Oculus Rift - Playstation VR - SteamVR - Google Cardboard
Unreal Engine	C++ y Python	Si	Gratis, ingresos mayores a \$1'000.000 US tiene cobro	Alto	- Windows - Mac OS - Linux - SteamOS - iOS - Android	- Oculus - Sony - Samsung Gear VR - Android - iOS - Google VR
Godot	GScript	Si	Gratis, Open Source	Medio	- Windows - Mac OS - Linux - BSD	- Oculus platforms - Mac OS - WebAssembly
Amazon Sumerian	Amazon editor	Si	\$0.06 Gb por mes	Medio	- Amazon Services	- Oculus Go - Lenovo Mirage - Android - iOS - Google - Daydream - Oculus Rift - HTC Vive - HTC Vive Pro
Cry Engine	LUA	Si	\$9.90 US por mes	Medio	- Windows - Linux	- Oculus Rift - PlayStation 4 - Xbox One

Fuentes: Adaptado de Oculus, Amazon Sumerian, Unreal Engine, Godot, Cry Engine (Sitios web).

Las variables motor, lenguaje de programación, almacén de recursos 3D, precio, curva de aprendizaje, sistemas Operativos y plataformas propician adecuadamente la selección de la herramienta en el desarrollo del entorno virtual. Los dos motores más conocidos son Unity y Unreal Engine, sin embargo, la curva en el aprendizaje de Unity es más práctica, también soporta Google Cardboard que facilitan las pruebas de APK (Android Application Package) en dispositivos Android a partir de la versión 6.

Tabla 2. Ficha técnica para la creación de entorno de realidad virtual.

Plataformas de Unity soportadas	
Oculus	Oculus proporciona SDK (Kit de desarrollo de software) para el entorno de desarrollo de Unity
OpenXR	Es un estándar abierto desarrollado por Khronos, permite simplificar el desarrollo de RA (Realidad aumentada) y RV (Realidad virtual)
XR Interaction Toolkit	Sistema de interacción de alto nivel por componentes para crear experiencias de realidad virtual y realidad aumentada.
Bases técnicas para la creación de entorno virtual	
Instalación de Unity	https://unity3d.com/get-unity/download Se recomienda Unity hub para una mejor instalación. Importante registrarse en la plataforma.
Adicionar módulos a la instalación	Agregar dependencias de Andorid y SDK. Recomendable instalar Windows Build Support
Creación de nuevo proyecto	Con Unity Hub > New Project > Core > 3D (UDP Universal Render Pipeline).
Instalación de plugins	Windows > Package Manager > Unity Registry - Instalar XR Interaction Toolkit. Reiniciar Unity, posterior a ello, volver al paquete instalado e importar Starter Assets (Permite tener archivos base para el proyecto)
Estructura del proyecto	- XR Interaction Manager: Facilita la interacción entre interactores e interactuables. - XR Origin: Representa el centro del espacio en la escena. - Directional light: Objeto de luz que se puede posicionar en cualquier parte de la escena.

Fuente: Adapado de docs unity3d

Investigaciones teóricas que validan la viabilidad del impacto que tienen la creación de entornos con temáticas del cambio climático.

Tabla 3: Referentes investigativos de RV y cambio climático

Investigadores	Investigación	Descripción
- Markowitz David M. - Laha Rob - Perone Brian P. - Pea Roy D. - Bailenson J.	La realidad virtual inmersiva facilita el aprendizaje sobre el cambio climático – 2018	Las experiencias virtuales tienen un impacto psicológico, años de investigación resaltan que las personas interiorizan sus experiencias virtuales y les dan trato como si fueran reales.
- Barnidge, M. - Sherrill, L.A. - Kim, B. - Cooks, E. - Deavour s, D. - Viehous er, M. - Broussard, R. - Zhang, J.	Efectos de la RV y aprendizaje del cambio climático – 2022	Promover el conocimiento sobre el clima es importante para obtener ese apoyo para la política del cambio climático y se ha empezado a estudiar la efectividad de nuevas tecnologías como herramientas de aprendizaje.
- Magnus Winther	La RV puede provocar un cambio de comportamiento sobre el cambio climático.	Su tesis se enfocó en cómo la experiencia de realidad virtual puede ayudar a la contribución del tema, al concentrarse en los efectos del cambio climático y en los habitantes de Trondheim.

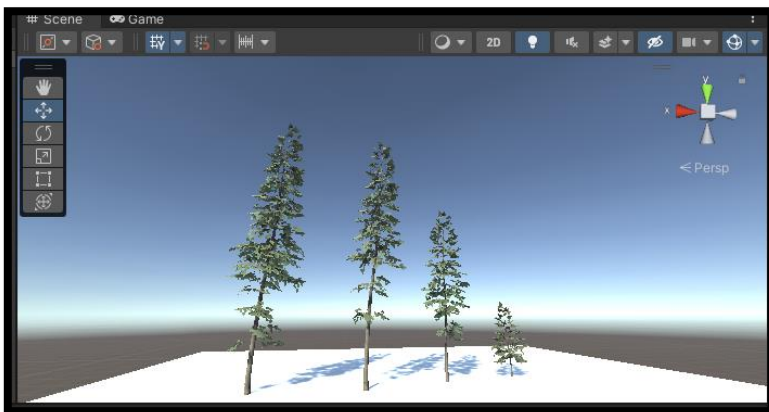
Fuente: Elaboración propia (Marco de referencia).

En la propuesta de desarrollo se proponen dos fases:

Fase 1: Estructura del entorno virtual.

Repositorio donde se encuentra el desarrollo de manera pública para ser consultado y descargado: <https://github.com/camilo-castaneda-hub/seminario202201>

Figura 1. Parte del escenario – Construcción de entorno virtual



Fuente: Elaboración propia (Desarrollo en Unity)

Tabla 4. Elementos que componen la minería para el diseño del entorno:

Elemento	Descripción
Exploración	Maquinaria para la perforación del suelo.
Minado	Dependiendo de si la zona es apta, se mina con explosivos para su respectiva explotación.
Lixiviación	Uso de elementos químicos altamente contaminantes (Mercurio, cianuro).
Transporte	Maquinaria, trenes.

Fuente: Elaboración propia

Algunos elementos dentro del entorno de realidad virtual deben tener movimiento, para ello se requieren algoritmos que permitan generar esa funcionalidad en el objeto:

Figura 2. Script para movimiento de un objeto.

```

1  /** Simple Script de movimiento objetos - Seminario de investigación */
2  private float speed = 2.0f;
3  public GameObject character;
4
5  void Update () {
6
7      if (Input.GetKey(KeyCode.RightArrow)){
8          transform.position += Vector3.right * speed * Time.deltaTime;
9      }
10     if (Input.GetKey(KeyCode.LeftArrow)){
11         transform.position += Vector3.left* speed * Time.deltaTime;
12     }
13     if (Input.GetKey(KeyCode.UpArrow)){
14         transform.position += Vector3.forward * speed * Time.deltaTime;
15     }
16     if (Input.GetKey(KeyCode.DownArrow)){
17         transform.position += Vector3.back* speed * Time.deltaTime;
18     }
19 }
20

```

Fuente: Adaptado de robertcedwards.

Fase 2: Se genera un APK, para que pueda ser usado con la aplicación Google Cardboard, sin embargo, se enfoca en dispositivos Oculus ya que brindan una mejor experiencia de realidad virtual.

Triangulación de análisis de resultados

La propuesta de desarrollo corresponde a una definición de estructura base para el entorno virtual, objetos que integran el entorno y un prototipo inicial, se puede observar la disponibilidad de los recursos tecnológicos para el desarrollo del entorno virtual, aunque la investigación es la fase inicial de un desarrollo escalable, la teoría de investigaciones precedentes confirma la oportunidad de usar la realidad virtual a favor de mitigar los efectos del cambio climático pedagógicamente.

Discusión

La tecnología de realidad virtual (RV) más allá del mundo de la publicidad y diversión, hay un sentido más social, que ofrece soluciones en la enseñanza, salud y concienciación (Barrio, 2017), cada día la RV atrae más la atención del público, es un tema de actualidad (Xperimenta Cultura, 2016). La información de resultados permite entender la oportunidad en potencia de la tecnología de la realidad virtual en la pedagogía del cambio climático, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente junto con Sony de Playstation se aliaron para crear un entorno virtual donde buscan generar conciencia de frenar el cambio climático, su desarrollo se fundamenta en un video inmersivo de realidad virtual (Portal Ambiental, 2020).

Se puede observar que ya se han realizado otras soluciones que le apuestan a esta temática, con esta tecnología el uso de auriculares VR para visibilizar la ciencia del cambio climático a los más pequeños, donde puede generar urgencia para el cambio (Miller, 2022) y entre los objetivos de la RV busque aflorar en cada persona su sentimiento de necesidad de cambio y la urgencia de actuar (Mezquita, 2018).

Es importante resaltar que el cambio climático, como muchos problemas ambientales a gran escala, es un problema sobre el cual pocas personas sienten que tienen un impacto directo, para bien o para mal (Frosthead, 2022). La RV puede dar a todo el mundo el tipo de experiencia para generar la urgencia de prevención de un desastre natural (Bright, 2017). Se evidencia la importancia de estas investigaciones.

Conclusiones

Con el análisis de la investigación se puede concluir que hay una gran oportunidad de utilizar la realidad virtual para la mitigación del cambio climático, con respecto a la pregunta ¿Cómo utilizar la tecnología de realidad virtual para proponer un desarrollo de experiencia que permita mostrar los efectos del cambio climático, respecto a las consecuencias ambientales de la extracción minera? se desarrolla una estructura base con el motor Unity, definiendo los elementos principales, la recreación de escenario virtual donde se abordan los métodos de extracción de carbón que están definidos por condiciones geológicas del

yacimiento, es decir, inclinación, ubicación, rocas adyacentes. Visibilizar las condiciones ambientales en que opera esta actividad, los procedimientos específicos para la extracción del mineral determinados en los métodos de explotación.

Con respecto a los objetivos planteados:

- Definir la estructura base de un entorno de realidad virtual: Se establecen los elementos principales para el desarrollo inicial de una simulación.
- Especificar técnicamente los requisitos para desarrollar un entorno virtual: Se listan las características técnicas para la creación de entorno virtual con el motor de desarrollo Unity.
- Desarrollar un prototipo inicial de la propuesta de desarrollo de entorno virtual: Se genera un APK para que pueda ser implementado en dispositivos Oculus Quest 2, Android que pueda ser escalado a más plataformas.

Con base a investigaciones anteriores se puede validar que generar conciencia del cambio climático usando la tecnología de realidad virtual generará mitigación desde la pedagogía y funcionará como una herramienta de experiencia efectiva base para la continuación de nuevas investigaciones.

Agradecimientos

Agradezco a la docente Zugen Cruz por el acompañamiento y guía en el transcurso del desarrollo del proyecto, también agradezco a los docentes de prototipado por el espacio de la sala de realidad virtual Oculus de la Universidad EAN.

Referencias

CODS Uniandes. (2020). Los retos para alcanzar las metas de descarbonización en Colombia. Recuperado de: <https://cods.uniandes.edu.co/los-retos-para-alcanzar-lasmetas-de-descarbonizacion-en-colombia/>

Agencia Nacional de Minería. (2022). El futuro del carbón en Colombia no termina, se fortalece con las ruedas de negocios. Recuperado de: <https://www.anm.gov.co/?q=ruedade-negocios-carbon-termico-encolombia#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20carb%C3%B3n%20en%20el%202020%20fue%20de%2048.4%20M%20Ton.>

Universidad EAN. (2020). Política de sostenibilidad y emprendimiento sostenible. Recuperado de: <https://universidadean.edu.co/politica-de-sostenibilidad-yemprendimientosostenible#:~:text=La%20Pol%C3%ADtica%20de%20Sostenibilidad%20y%20Emprendimiento%20Sostenible%20de%20la%20Universidad,dejando%20atr%C3%A1s%20los%20modelos%20sustentados>

Navarro-Díaz, M., Moreno-Fernández, O., & Rivero-García, A. (2020). El Cambio Climático en Los Libros De Texto De Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 957–985

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). Cambio Climático. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacionciudadana/cambio-climatico>

Naciones Unidas (2020). Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

Allcoat, D., Hatchard, T., Azmat, F., Stansfield, K., Watson, D., Von Mühlennen, A., 2021. Education in the Digital Age: Learning Experience in Virtual and Mixed Realities. *Journal of Educational Computing Research* 59, 795–816.. doi:10.1177/0735633120985120

Markowitz, D.M., Bailenson, J.N., 2021. Virtual reality and the psychology of climate change. *Current Opinion in Psychology* 42, 60–65.. doi:10.1016/j.copsyc.2021.03.009

Kate Ferris, Gonzalo Garcia Martinez, Greg Wadley, and Kathryn Williams. 2020. Melbourne 2100: Dystopian Virtual Reality to provoke civic engagement with climate change. In 32nd Australian Conference on Human-Computer Interaction (OzCHI '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 392–402. DOI: doi.org/10.1145/3441000.3441029

Markowitz, D.M., Bailenson, J.N., 2021. Virtual reality and the psychology of climate change. *Current Opinion in Psychology* 42, 60–65.. doi:10.1016/j.copsyc.2021.03.009

Barnidge, M., Sherrill, L.A., Kim, B., Cooks, E., Deavours, D., Viehouser, M., Broussard, R., Zhang, J., 2022. The Effects of Virtual Reality News on Learning about Climate Change. *Mass Communication and Society* 25, 1–24.. doi:10.1080/15205436.2021.1925300

Winther Warvik, Magnus. 2019. Visualizing climate change in Virtual Reality to provoke behavior change. Master's thesis in MIT. Norwegian University of Science and Technology. <http://hdl.handle.net/11250/2628787>

Unity 3d (2022). OpneXR <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@1.4/manual/index.html>

The Effects of Virtual Reality News on Learning about Climate Change. Teoría Sobre los efectos de la RV y aprendizaje del cambio climático Barnidge, M., Sherrill, L.A., Kim, B., Cooks, E., Deavours, D., Viehous er, M., Broussard, R., Zhang, J., 2022
doi:10.1080/15205436.2021.1925300

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP). (2022). Objetivo 13 Acción por el clima. Recuperado de: <https://www.undp.org/es/sustainable-developmentgoals#accion-por-el-clima>

Barrio Ester. (2017). El plano más social de la realidad virtual. Recuperado de: <https://hazrevista.org/innovacion-social/2017/10/el-plano-mas-social-de-la-realidadvirtual>

Xperimentacultura. (2016). Historia de la Realidad Virtual. Recuperado de: <https://xperimentacultura.com/historia-de-la-realidad-virtual/>

Portal Ambiental (2020). Lanzan experiencia de realidad virtual sobre el cambio climático. Recuperado de: <https://www.portalambiental.com.mx/ciencia-y-tecnologia/20200630/lanzan-experiencia-de-realidad-virtual-sobre-el-cambio-climatico>

Miller, A. (2022). Realidad virtual para mostrar los efectos de la deforestación. Recuperado de: <https://www.ecoportal.net/paises/realidad-virtual-efectos-de-la-deforestacion/#:~:text=Los%20profesionales%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico%20pueden%20usar%20la,evaluar%20sus%20impactos%20directos%20en%20el%20medio%20ambiente>

Mezquita, R. (2018). La realidad virtual, ¿una solución para combatir el cambio climático? Recuperado de: https://cronicaglobal.lespanol.com/vida/realidad-virtual-cambio-climatico_114779_102.html

Frosthead. (2022). ¿No se puede imaginar un mundo devastado por el cambio climático? Estos juegos lo harán por ti. Recuperado de: <https://el.frosthead.com/can-t-picture-world-devastated-climate-change>

Bright, R. 2017. Cómo la realidad virtual ayudará al medioambiente. Recuperado de: https://www.huffingtonpost.es/2017/09/05/como-la-realidad-virtual-ayudara-al-medioambiente_a_23188094/