

Prototipo de software de Realidad Virtual para apoyar la capacitación de la Unidad Interna de protección civil de la ESCOM en caso de desastres

Trabajo Terminal No. ____ - ____

Alumnos: *Colin Varela Alejandro, Miranda Higuera Isaac Uriel, Sanchez Rojas Jesus Ubaldo

Directores: Ferrer Tenorio Jorge, Felipe de Jesus Figueroa del Prado

*email: alejandro.colin.varela@gmail.com

Resumen - Desarrollar un prototipo de Software de Realidad Virtual, constituido por tres escenarios de desastres (incendio, sismo y amenaza de bomba) en el que se pueda interactuar con el uso de un Head-Mounted Display (HMD) y controles sensibles al movimiento, usando Unity 3D para las interacciones y Blender para realizar los modelos 3D necesarios. Todo esto con el fin de brindar una experiencia inmersiva a la Unidad Interna de protección civil de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) apoyando su capacitación.

Palabras clave – Protección Civil, Realidad Virtual, Modelado 3D

1. Introducción

De acuerdo a la norma oficial mexicana la NOM-003-SEGOB-2011 para señales y avisos para protección civil, Sección 4.11, se define un desastre como:

“Estado en el que la población de una o más entidades federativas, sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia.” [1]

Un desastre se puede medir por los daños en costos, y por la cantidad de decesos que provocó. Desde el 2000 hasta el 2018, la cantidad de desastres en México generó un promedio de 2357 millones de dólares de gasto y 160 decesos anuales [2]. Esto deja al descubierto la importancia de las medidas preventivas para cualquier situación de peligro. Para poder prevenir las afectaciones de un desastre se requiere informar a las personas y formar equipos de brigadas capacitados.

El Instituto Politécnico Nacional cuenta con un departamento de Protección Civil el cual tiene el objetivo de proteger a las personas y a la comunidad ante cualquier agente destructivo que pueda provocar un desastre. De acuerdo al Artículo 7° de las normas que regulan al programa institucional de protección civil, la Unidad Interna de Protección Civil dentro de cada unidad administrativa y académica del Instituto debe coordinar capacitaciones a los brigadistas y brindar orientación al personal. [3]. Esto incluye a la ESCOM.

Las capacitaciones sin embargo vienen con ciertas desventajas. Primero, una capacitación en forma de curso, requiere de un tiempo y un espacio determinado, además de personal especializado. Segundo, en la mayoría de los casos requiere de costo por el tiempo y por materiales necesarios. Finalmente, la desventaja en la que se centra este trabajo es la calidad del aprendizaje en relación a la teoría contra la experiencia. Para una situación de desastre es muy complicado poner a una persona en una situación en la que aprenda por experiencia, debido a los riesgos y costos que esto conlleva.

En 2010 se propone a través de una tesis del IPN, el diseño y desarrollo de software para la protección civil, donde se enlistan las ventajas y desventajas del uso de las TIC [4]. Entre ellas mencionan el aprendizaje interactivo y la

educación a distancia pero sigue manteniendo sin dar solución al aprendizaje por experiencia, prefiriendo entonces enfocarse en dar solución a otras partes de la organización dentro de un departamento de Protección Civil.

Ha surgido entonces una necesidad de encontrar una manera de poder enseñar por medio de experiencia en una situación de riesgo sin poner en peligro a las personas. Bajo esta necesidad surgen trabajos en diferentes partes del mundo donde se propone hacer uso de tecnología de Realidad Virtual para poder entrenar a personas bajo situaciones de desastre como por ejemplo evacuaciones por sismos o incendios [5], [6], [7].

La ESCOM no cuenta con un sistema de entrenamiento basado en realidad virtual donde la Unidad Interna de protección civil pueda ser instruida y puesta a prueba. Por lo que el proyecto trabajará con la realización de un sistema propio de la escuela y que sea pionero de estos sistemas en México. Como caso de estudio tomamos muy en cuenta el proyecto realizado en Corea acerca del entrenamiento de resiliencia ante desastres, basado en realidad virtual [8] el cual incluye tres casos de desastres incluidos en un mismo software. Se espera que de esa misma manera nuestro prototipo de software incluya diferentes casos de desastres.

En el contexto de este proyecto usamos la definición de la RAE para ‘instruir’ como dar a conocer a alguien el estado de algo, informarle de ello, o comunicarle avisos o reglas de conducta.[9] El concepto de Realidad Virtual lo definimos como el uso de un HMD para poder realizar una experiencia más inmersiva incluyendo controles sensibles al movimiento.

En la siguiente tabla se detalla el Estado del Arte:

Software	Características	Precio en el mercado
Virtual Reality Based Disaster Resilience Training	<ul style="list-style-type: none">*Está pensado para público general.*Contiene 2 escenarios, fuego en el teatro y escape de un barco.*En la exhibición de su lanzamiento se utilizaron gaming laptops en las que se ejecutaba el software conectados a alguno de estos periféricos ambos HTC Vive, Oculus y Samsung Odyssey headsets.[8]	No disponible a la venta
STRIVIR	<ul style="list-style-type: none">*Sistema para capacitar empleados, usando simulaciones pregrabadas reproduciéndolas en un espacio de realidad virtual.*Coloca empleados en una simulación extremadamente realista para probar su respuesta, incrementando el impacto y efectividad del entrenamiento.*Casos de uso típicos: procedimientos de seguridad, identificación de peligros, situaciones de emergencia, espacios confinados. [10]	Disponible por cotización
Solución propuesta	<ul style="list-style-type: none">*El software prototipo funcionará dentro de un HMD independiente, el cual no necesita estar conectado a una computadora*Como público objetivo se tiene a la Unidad Interna de protección civil de la ESCOM*Contará con 3 escenarios: Sismo, incendio y amenaza de bomba	Por definir durante el desarrollo

2. Objetivo

Desarrollar un prototipo de software de Realidad Virtual que apoye a la capacitación de la Unidad Interna de protección civil en la ESCOM, brindando una experiencia inmersiva acerca de los protocolos a seguir en caso de algún tipo de desastre (incendio, sismo y amenaza de bomba).

3. Justificación

En la ESCOM no se cuenta con las suficientes capacitaciones que involucren el aprendizaje por experiencia. Tomando en cuenta que desde el año 2000 los desastres en México han generado un gran gasto monetario y múltiples decesos a lo largo de toda la república, se requiere una manera de poner a una persona en una situación en la que aprenda por experiencia, sin tener los riesgos que esto conlleva, así como reducir costos y tiempos requeridos.

El desarrollo de un software de realidad virtual como apoyo a la Unidad Interna de protección civil resuelve el problema de obtener la experiencia necesaria sin poner personas en riesgo durante las simulaciones de estos desastres. Se realizará el software como prototipo a manera de prueba de concepto. El cual hará uso de un periférico HMD (Oculus Quest 2) para que el usuario tenga una experiencia inmersiva en 3 escenarios planeados (incendio, sismo y amenaza de bomba), haciendo uso de los controles incorporados (Oculus Touch) para interactuar con objetos en el entorno virtual, enfocándose en las decisiones que el usuario toma durante estos desastres.

Los escenarios planeados tomarán en cuenta los protocolos dictados por la escuela acerca de los pasos a seguir durante cada desastre. Dentro de estos escenarios, el usuario será capaz de interactuar con el entorno y visualizar los resultados de estas interacciones. Poniendo de ejemplo los simulacros de sismos con el fin de que se pueda simular estas situación y así el personal adquiera experiencia, nuestro proyecto pondrá al usuario en un escenario en donde realmente el entorno esté siendo afectado por un ‘sismo virtual’ y habrá oportunidad para una toma de decisión. Además en los casos donde sea posible, se incluirá información acerca de la prevención del mismo desastre.

Considerando los aspectos que hay que cubrir para desarrollar este software y los tiempos con los que contamos para las materias de Trabajo Terminal I y II. Se propone la realización de un prototipo dirigido a la ESCOM el cual incluye tres escenarios, cada uno considerando los procedimientos dictados por protección civil de la escuela. Un escenario de incendio ubicado en un laboratorio donde se haga una breve introducción acerca del uso de un extintor. Un escenario acerca de un sismo, donde se deba tomar en cuenta rutas de evacuación desde un salón de clases de ESCOM y localidades a evitar como ascensores. Finalmente un escenario de amenaza de bomba en un cubículo, en el cual se muestran maneras de evacuar y medidas a realizar tras haber sido amenazados. Y como se indicó, los escenarios incluyen información acerca de la prevención del mismo.

En dado caso de que cumplieramos con los objetivos de nuestro prototipo antes de terminar nuestro tiempo otorgado. Se contempla la inclusión de más escenarios o la inclusión de contextos distintos en cada escenario. Así como distintas maneras en las que los usuarios pueden interactuar con los mismos escenarios.

Encontramos varios trabajos que tienen un enfoque similar al nuestro, usando HMD y software de Realidad Virtual. Ninguno de estos software fueron desarrollados en México ni se encuentran disponibles para distribución libre. El uso de estas tecnologías en el país durante los últimos años ha incrementado, y creemos que aún está lejos de alcanzar su máximo potencial en su uso para protección civil. Nuestro trabajo podría ayudar a impulsar el uso y desarrollo de estas tecnologías dentro de México y ser el primero de su clase.

4. Productos o Resultados esperados

Al finalizar la realización de este proyecto se entregarán los siguientes productos:

1. El software junto con el manual de instalación. Producto Integral
2. El manual de usuario, el cual incluye toda la información necesaria para que un usuario sea capaz de iniciar el software y cargar los escenarios incluidos.
3. Documentación técnica del sistema.
4. Código fuente del proyecto.

5. Metodología

Para el desarrollo de este proyecto utilizaremos la metodología en espiral ya que al ser un prototipo podemos generar los tres escenarios sin preocuparnos mucho en tener todo perfecto a la primera. Cada iteración nos da tiempo para investigar más a profundidad cada escenario e irlo adaptando de manera natural en cada iteración de la metodología. De igual manera, si utilizamos esta metodología para un prototipo de software en Realidad Virtual, podemos medir la comodidad del uso del HMD y mejorarlo. Implementaremos esta metodología de la siguiente manera:

1. **Fase de planificación.** Haremos una investigación acerca de lo que el proyecto necesita para cubrir los puntos necesarios para cumplir con el objetivo propuesto.
2. **Fase de Análisis de riesgo.** De los objetivos que debe cumplir el siguiente prototipo, buscaremos los posibles riesgos que puedan surgir y dificultar la implementación de esto.
3. **Fase de implementación.** Diseñaremos y desarrollaremos el prototipo anterior tomando en cuenta formas para poder mitigar los riesgos encontrados en la fase anterior.
4. **Fase de evaluación.** Con base en las pruebas realizadas por nosotros y por terceros, y apoyándonos por la herramienta de la encuesta, identificamos si el prototipo logró mitigar los riesgos. En caso contrario se mantendrá este mismo riesgo en la siguiente vuelta del espiral para poder maximizar la mitigación de riesgos durante la realización del proyecto.

Herramienta	Descripción	Característica	Precio
Oculus Quest 2	HMD desarrollado por Facebook que incluye un microcontrolador dentro, lo que permite correr software y así tener una experiencia de realidad virtual sin la necesidad de conexión a una pc.	*Display de LCD con resolución de 1832 x 1920 por ojo. *72Hz de actualización en pantalla. *Cámaras para tener 6 grados de libertad de movimiento.	Oculus Quest 2 64 GB - 299\$ dólares. Oculus Quest 2 128 GB - 399\$ dólares.
Unity 3D	Unity3D es un motor de gráficos multiplataforma creado por Unity Technologies. La plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas incluyendo Oculus Quest 2	*Unity puede usarse junto con Blender, los cambios realizados a los objetos creados con este software se actualizan automáticamente. *Cuenta con 2 lenguajes para los scripts, Javascript y C# *Cuenta con una tienda muy completa de complementos que incluyen escenarios y sonidos entre otras cosas	Se maneja por un modelo por diferentes tipos de suscripción: *Estudiante: Gratis para estudiantes de una institución educativa acreditada *Personal: gratis para personas con ingresos inferiores a los 100 mil USD en los últimos 12 meses *Plus: \$399mxn al año por puesto *Pro: \$1800mxn al año por puesto

Blender	Blender es una suite de creación 3D gratis y open source que soporta todo el pipeline 3D: modelación, rigging, animación, simulación, renderizado, composición y rastreo de movimiento.	*Blender es multiplataforma y corre igual de bien en Linux, Windows y Macintosh *Su interfaz usa OpenGL para proveer de una experiencia consistente	Blender es un software gratuito y open source
---------	---	--	---

6. Cronograma

CRONOGRAMA Nombre del alumno: Colin Varela Alejandro

TT No:

Título del TT: Prototipo de software de Realidad Virtual para apoyar la capacitación de la unidad de protección civil del IPN en caso de desastres.

[illegible]

CRONOGRAMA Nombre del alumno: Miranda Higuera Isaac Uriel

TT No:

Título del TT: Prototipo de software de Realidad Virtual para apoyar la capacitación de la unidad de protección civil del IPN en caso de desastres.

[illegible]

7. Referencias

- [1] A.L. Hill Mayoral, “NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar. “, Secretaría de Gobernación, Diario Oficial, a 23 de diciembre 2011 [Online]. Disponible: https://www.ipn.mx/assets/files/secgeneral/docs/proteccion-civil/NOM_003_SEGOB_20113BCD.pdf
- [2] Desastres en México, Impacto Social y Económico , Centro Nacional de Prevención de Desastres [Online]. Disponible:<http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/318-INFOGRAFADESASTRESENMXICO-IMPACTOSOCIALYECONMICO.PDF>
- [3] J.E. Villa Rivera, “Acuerdo por el que se establecen las normas que regulan al programa institucional de protección civil al interior de las unidades académicas y administrativas del Instituto Politécnico Nacional”, IPN, Gaceta Politécnica, Número 609, 31 de Marzo 2005 [Online] Disponible: <https://www.ipn.mx/assets/files/secgeneral/docs/proteccion-civil/Acuerdo-Proteccion-Civil-IPN3B.pdf>
- [4] K. N. Cano Peralta y E. I. Domínguez Soriano, “Diseño y Desarrollo de Software para Protección Civil”, Tesis, UPIICSA, México D.F., 2010 [Online]. Disponible: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5868/C2.307.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [5] Zhenan Feng, Vicente A. González, Robert Amor, Ruggiero Lovreglio, Guillermo Cabrera-Guerrero, *Immersive Virtual Reality Serious Games for Evacuation Training and Research: A Systematic Literature Review*, en Computer & Education Vol 127 pp. 252-266. 7 Mayo 2018. DOI: 10.1016/J.COMPEDU.2018.09.002
- [6] K. Iguchi, H. Mitsuhara, M. Shishibori, “Evacuation instruction training system using augmented reality and a smartphone-based head mounted display” en 3rd International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM), 2016. DOI: 10.1109/ICT-DM.2016.7857220
- [7] Uchiya T., Takumi I. *Development of Indoor Evacuation Training System Using VR HMD*. en Barolli L., Li K., Enokido T., Takizawa M. (eds) *Advances in Networked-Based Information Systems*. NBIS 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1264. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-57811-4_53
- [8] M. George y E. Oliva. “Virtual Reality Based Disaster Resilience Training”, Asia Pacific Disaster Resilience Centre, Republic of Korea National Red Cross, Case Study 07, Agosto 2019 [Online] Disponible: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/gdpc_casestudy_07_koreanrc.pdf
- [9] Real Academia Española, *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [Online]. Disponible: <https://dle.rae.es/instruir>
- [10] STRIVR, Strivr Labs. Inc. 2020 [Online] Disponible: <https://www.strivr.com/use-cases/health-and-safety/>

8. Alumnos y Directores

Alejandro Colin Varela.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2014020276, Tel. 5523135031, alejandro.colin.varela@gmail.com

Firma: _____

Isaac Uriel Miranda Higuera.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016630486, Tel. 5576028755, isaac310398@hotmail.com

Firma: _____

Jesus Ubaldo Sanchez Rojas.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2016630363, Tel. 5532107183, uba.sanchez.alexanderub@gmail.com

Firma: _____

Jorge Ferrer Tenorio. - M en C. Estudios Latinoamericanos por parte de la UNAM- FFL, Tel. 5729 6000 Ext. 52070, Profesor de ESCOM/IPN (Dpto de Formación Integral e Institucional) desde 1999, Áreas de Interés: MRS email: jorgeferrert@gmail.com

Firma: _____

Felipe de Jesus Figueroa del Prado. - Ing. En Sistemas Computacionales, créditos de maestría en Informática en UPIICSA, Tel. 5729 6000 Ext. 52002, Áreas de Interés: Ingeniería de Software, Redes de Computadoras, Sistemas de Información email: ffigueroad@ipn.mx

Firma: _____

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.



Alejandro Cifuentes

para mí ▾

Recibido.

Enterado.

[Enviado desde Yahoo Mail para Android](#)

El mié., 8 de dic. de 2021 a la(s) 3:43 p. m., Alejandro Colin
<alejandro.colin.varela@gmail.com> escribió:





jorge ft

para mí, Alejandro, Roberto, jgarciasa, ffigueroad, isaac310398, ubaporubaldo, uba.sanchez.alexanderub, ascifuentesa ▼

Recibido

Jorge F T





Felipe De Jesus Figueroa Del Prado

para mí, jorgeferrert, uba.sanchez.alexanderub@gmail.com, isaac310398@hotmail.com, ubaporubaldo@gmail.com ▼

Confirmo recepción.

Saludos.

FELIPE FIGUEROA



Responder



Responder a todos



Reenviar



Juan Vicente Garcia Sales

para mí ▾

Acuso de recibido.

Get [Outlook for iOS](#)

From: Alejandro Colin <alejandro.colin.varela@gmail.com>

Sent: Sunday, December 12, 2021 3:58:15 PM

To: avionica1 <avionica1@yahoo.com.mx>; Roberto de Luna Caballero <rdeluna@ipn.mx>; Juan Vicente Garcia Sales <jgarciasa@ipn.mx>; jorgeferrert <jorgeferrert@gmail.com>; Felipe De Jesus Figueroa Del Prado <isaac310398@hotmail.com> <isaac310398@hotmail.com>; ubaporubaldo@gmail.com <ubaporubaldo@gmail.com>; uba.sanchez.alexanderub@gmail.com <uba.sanchez.alexanderub@gmail.com>; Alejandro Sigfrido <ascifuentesa@ipn.mx>

Subject: Re: Entrega del reporte técnico TT2 2020-B022

...

...



Marco Antonio Dorantes G

para mí ▾

recibido.

Gracias

From: Alejandro Colin <alejandro.colin.varela@gmail.com>

Sent: Monday, December 6, 2021 4:00 PM

To: Marco Antonio Dorantes G <mdorantesg@ipn.mx>; isaac310398@hotmail.com <isaac310398@hotmail.com>; ubaporubaldo@gmail.com <ubaporubaldo@gmail.com>; uba.sanchez.alexanderub@gmail.com

Subject: Entrega Pre eliminar TT2020-B022

...

...

[Mensaje recortado] [Ver todo el mensaje](#)