

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Comunicación y Artes Contemporáneas**

**Laboratorio de Ingeniería Mecánica en Realidad Virtual**

**Proyecto de investigación**

**José Stalin Obando Martínez**

**Interactividad y multimedia**

Trabajo de titulación presentado como requisito

para la obtención del título de

Licenciado en Interactividad y multimedia

Quito, 16 de mayo de 2019

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO DE COMUNICACIÓN Y ARTES  
CONTEMPORÁNEAS

HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Capacitación de Laboratorio de Ingeniería Mecánica en Realidad Virtual

José Stalin Obando Martínez

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Mark Bueno M.I.S.

Firma del profesor

---

Quito, 16 de mayo de 2019

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: José Stalin Obando Martínez

Código: 00127011

Cédula de Identidad: 1716133671

Lugar y fecha: Quito, 16 de mayo de 2019

## **RESUMEN**

El documento a continuación describe el proceso de creación de un sistema de capacitación en el área de la Ingeniería Mecánica y seguridad industrial por medio del uso de realidad virtual. Su finalidad es proporcionar al usuario una herramienta práctica y amigable aprovechando las nuevas tecnologías para la comprensión del uso adecuado de herramientas de trabajo que representarían un cierto riesgo para la salud humana, así como nociones fundamentales de seguridad industrial. Este proyecto está dirigido por un lado a universidades con el fin de enseñar a estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica de tercer y cuarto nivel, refiriéndonos a educación de pregrado y maestría. Así mismo puede ser de utilidad para las empresas que deben capacitar a sus trabajadores, permitiéndoles aprender de manera segura, sin exponerse a ningún riesgo. Este sistema de capacitación además de ser una inversión rentable para las empresas, ofrece una experiencia de aprendizaje más agradable y eficaz para el usuario al tratarse de una experiencia innovadora, lúdica y vivencial.

## **ABSTRACT**

The document below describes the process of creating a training system in the area of Mechanical Engineering and industrial safety through the use of virtual reality. Its purpose is to provide the user with a practical and friendly tool using new technologies for understanding the proper use of work tools that would represent a certain risk to human health, as well as fundamental notions of industrial safety. This project is useful, on the one hand to the universities in their eagerness to teach Mechanical Engineering students of third and fourth level, referring to undergraduate and master's degree. It can also be useful for companies that have to train their workers, allowing them to learn safely, without exposing themselves to any risk. This training system, besides being a profitable investment for companies, offers a more pleasant and effective learning experience for the user, as it is an innovative, playful and experiential experience.

## Tabla de contenidos

1	Introducción	8
2	Antecedentes	8
3	Desarrollo del prototipo	10
	3.1.1 Raycast	12
	3.1.2 Post-procesamiento	14
	3.2 Nivel de Seguridad.....	15
	3.2.1 Cinematics/Level Sequence	16
	3.2.2 Grabable	16
	3.3 Nivel de Herramientas .....	17
	3.3.1 Grabable con dos manos	17
4	¿Por qué hacerlo en Realidad virtual?	18
	4.1 Vivirlo es aprenderlo .....	18
	4.2 La realidad virtual de la mano de la seguridad .....	19
5	Conclusiones	22
6	Bibliografía	24

## Tabla de gráficos

Figura 1 Gesto para seleccionar con Oculus Rift Controller	5
Figura 2 Nivel Inicial	5
Figura 3 Seleccionar con raycast	6
Figura 4 Tags	6
Figura 5 PostProcess Volume	7
Figura 6 Rombo de seguridad	8
Figura 7 Transiciones suaves animaciones	9

## 1 Introducción

El proyecto nació como una solución a un accidente producido en un laboratorio de mecánica donde un estudiante tuvo un corte usando un taladro dentro de las instalaciones de una universidad local. Por tal motivo, consideré que la creación de un sistema de capacitación virtual podría ser una alternativa segura para la educación, evitando así accidentes en los laboratorios. Como resultado de esta experiencia surge *Vixit*, un software creado en Realidad virtual (VR) donde el usuario se encuentra en un ambiente seguro de aprendizaje, donde puede aprender normas básicas de seguridad, entender como es el uso adecuado del equipo de protección personal y llegar a usar una herramienta o maquinaria mecánica en la vida real en su futuro profesional.

*Vixit* no solo va a servir para laboratorios Universitarios, se planea que el proyecto tenga un alcance mayor llegando a formar parte de la seguridad industrial general, teniéndolo como herramienta de capacitación para empleados en industrias alrededor del mundo, se espera que con el proyecto el número de accidentes producidos por capacitación deficiente, disminuya en Universidades y empresas que manipulen herramientas y maquinaria peligrosa.

## 2 Antecedentes

La historia de la Realidad virtual es inexacta y tiene varias atribuciones, pero el autor Stanley. G, Weinbaum en su libro *las gafas de Pígalión* ya definió un concepto bastante acertado de la realidad virtual. En 1935 el autor se imaginó unas gafas a través de las cuales el usuario podía percibir su ambiente con sus sentidos, interactuar y crear sus propias experiencias. Este concepto ficticio que se dio en el pasado motivó a la comunidad tecnológica a crear contenido virtual. En la actualidad existe una cantidad importante de

contenido y un número creciente de usuarios que están comprando software y hardware destinado a la Realidad virtual, principalmente en videojuegos, películas y series de TV. Según un estudio realizado por Ericsson Consumerlab sobre alternativas a la TV, el contenido para VR está siendo ampliamente aceptado y consumido. Por ejemplo, según datos de Steam, el juego “The Elder Scrolls V: Skyrim VR” tiene aproximadamente 50 mil copias vendidas, con más de 2080 opiniones positivas (Valve Corp, 2019), considerando que Steam actualmente aloja 1005 juegos en VR.

Con respecto a contenido VR con fines educativos existe una campaña creada por Advanced Micro Devices (AMD), la cual está enfocada en introducir contenido VR en colegios. Las ventajas observadas son que por un lado los estudiantes consideran que el contenido académico se vuelve más entretenido en relación con el impartido por la educación tradicional (Advanced Micro Devices, n.d.). Por otro lado, los profesores podían explicar temas como matemáticas o física de forma más visual debido al componente 3D de la realidad virtual. Sin embargo, el contenido aún es limitado y no tiene aún un alcance significativo en la educación de tercer nivel. (Advanced Micro Devices, n.d.)

En la tienda de Oculus<sup>1</sup> actualmente existe un software educativo llamado *Teacher’s Lens* el cual básicamente es una experiencia de aprendizaje para niños y jóvenes de primaria y secundaria. Esta iniciativa surgió de la necesidad de brindar conocimientos educativos basados en la igualdad y minimizando posibles prejuicios involuntarios de los profesores hacia los estudiantes, evitando desfavorecimiento en el proceso académico (Debias VR, 2019). En este sentido, la realidad virtual aporta en la creación de clases eliminando la posibilidad de que un maestro pueda dar un juicio erróneo sobre un estudiante. La experiencia básicamente está enfocada en simular un aula de clase con el contenido habitual,

---

<sup>1</sup> Oculus es la compañía líder actualmente en desarrollo de hardware de realidad virtual, Son los principales productores de cascos de realidad virtual y tienen una de las tiendas con mayor cantidad de software en realidad virtual.

pero no posee elementos de alta interacción o contenido práctico que genere situaciones de mayor inmersión.

Otro ejemplo de realidad virtual aplicado a la educación es el programa de proyectos virtuales llamada *Virtual Human Interaction Lab*, de la Universidad de Stanford (Stanford University, 2019). Este se enfoca en experiencias para generar aprendizaje vivencial, de acuerdo a varios enfoques basados en psicología, permitiendo al estudiante vivir en “carne propia” situaciones ajenas a su realidad, comunes en grupos minoritarios que se encuentran en condiciones menos favorables., con varios enfoques y basados en la psicología, permitiendo al estudiante visualizarse por ejemplo en la situación de un afroamericano y vivir de cerca el racismo. También existen proyectos para crear experimentos en ambientes controlados, o para poder entender y medir la empatía. Los puntos débiles de estos proyectos es que no cuentan con un enfoque de aprendizaje sobre materias o clases impartidas en universidades o colegios, además de que no se encuentran disponibles para todo el público.

### **3 Desarrollo del prototipo**

La intención del prototipo desarrollado es la creación de un producto de realidad virtual que permita a sus usuarios usar herramientas mecánicas, y aprender sobre normas de seguridad, con el objetivo de demostrar como las herramientas tecnológicas pueden encajar en otras áreas de conocimiento para volverlas empíricas y lúdicas. Este sistema de capacitación virtual, complementaría especialmente la educación a nivel universitario, o bien podría ser utilizado por compañías que se dediquen al área industrial para brindar capacitaciones a sus trabajadores de manera segura.

Para el desarrollo del proyecto se adquirió un dispositivo Oculus Rift como hardware y Unreal Engine como software. Para asegurar la mejor experiencia posible, se realizaron las siguientes configuraciones en Unreal Engine:

-Se usaron las escalas de unreal como escalas métricas, (1 Unidad de Unreal = 1 cm), para que el ambiente y la altura a la que se encuentra el usuario se perciban como normales.

-Se optimizó el procesamiento usando luces estáticas que no se renderizan en tiempo real, se usaron modelos 3D con bajo conteo de polígonos en su mayoría, y los modelos HighPoly la mayoría con capas de nivel de detalle bajos (LOD). Todas estas mejoras de procesamiento con el objetivo de asegurar que el proyecto se mantengan corriendo entre 90-120 FPS, ya que un número menor a 60 puede causar malestar al usuario.

-Se diseñó los niveles para que no exista movimientos de camera que aturdan o desorienten al usuario. Los niveles pueden ser explorados en su totalidad estando en un punto fijo.

La creación del contenido de los niveles y las interacciones es variado. A continuación, se detalla los procesos, métodos y herramientas usadas para la construcción e interacción de cada nivel.

### 3.1 Nivel Principal (Menú de selección)

El nivel por default donde inicia la capacitación está diseñado para dar dos opciones al jugador en un inicio: ir al nivel donde puede probar las herramientas o ir al nivel donde puede aprender sobre seguridad (Fig.1). El usuario puede realizar un gesto apuntando con el índice (Fig.2) para generar un rayo de luz que ilumina los modelos 3D de herramientas y

seguridad para indicar que puede navegar por estos niveles. Para realizar esto se usaron 2 técnicas: Raycast y volumen de post-procesamiento.



*Figura 1 Gesto para seleccionar con Oculus Rift Controller*



*Figura 2 Nivel Inicial*

### 3.1.1 Raycast

Es una línea que simula un láser que sale del control y funciona como un puntero (Fig.3) para seleccionar objetos. Para su funcionamiento se usó interfaces, funciones y eventos.

La interface almacena los valores del objeto que es señalado en dos variables, la primera un componente de escena que almacena el objeto señalado y la segunda una booleana que se activa o desactiva al usar el botón inferior del control (dar enter), y se encarga de pasar esos dos parámetros a una función llamada interactuar la cual recibe el objeto y el enter para saber qué nivel abrir dependiendo del objeto. Además, se integró un sistema de etiquetas (Fig.4) en cada modelo 3D interactuable, esto para evitar que otros modelos 3D llamen a la función interactuar.

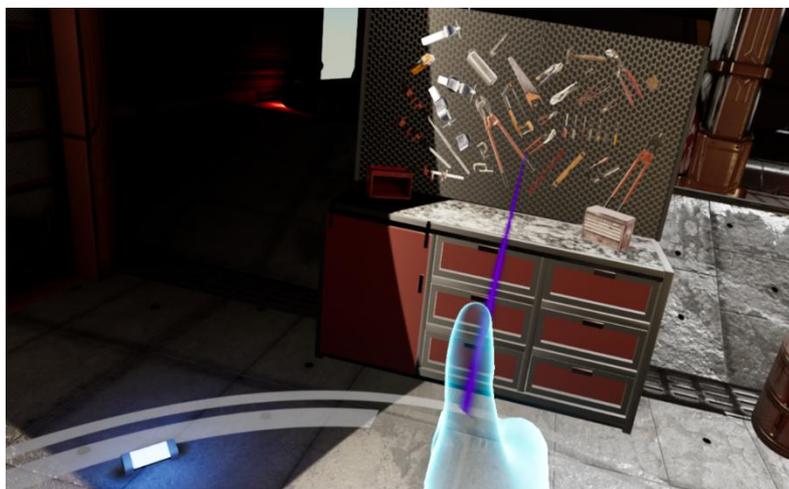


Figura 3 Seleccionar con raycast



Figura 4 Tags

### 3.1.2 Post-procesamiento

Comúnmente este filtro visual es utilizado para que los objetos sean visualizados en color blanco y negro, o bien para que un color resalte más. Para este proyecto, se utilizó este filtro para colorear el borde de un objeto y que el usuario sepa que lo ha seleccionado para que pueda interactuar con el mismo. Después de usar el material en un volumen de post-procesamiento realice la aplicación de material (Fig.5) de forma automática a todos los modelos 3D con la etiqueta respectiva.

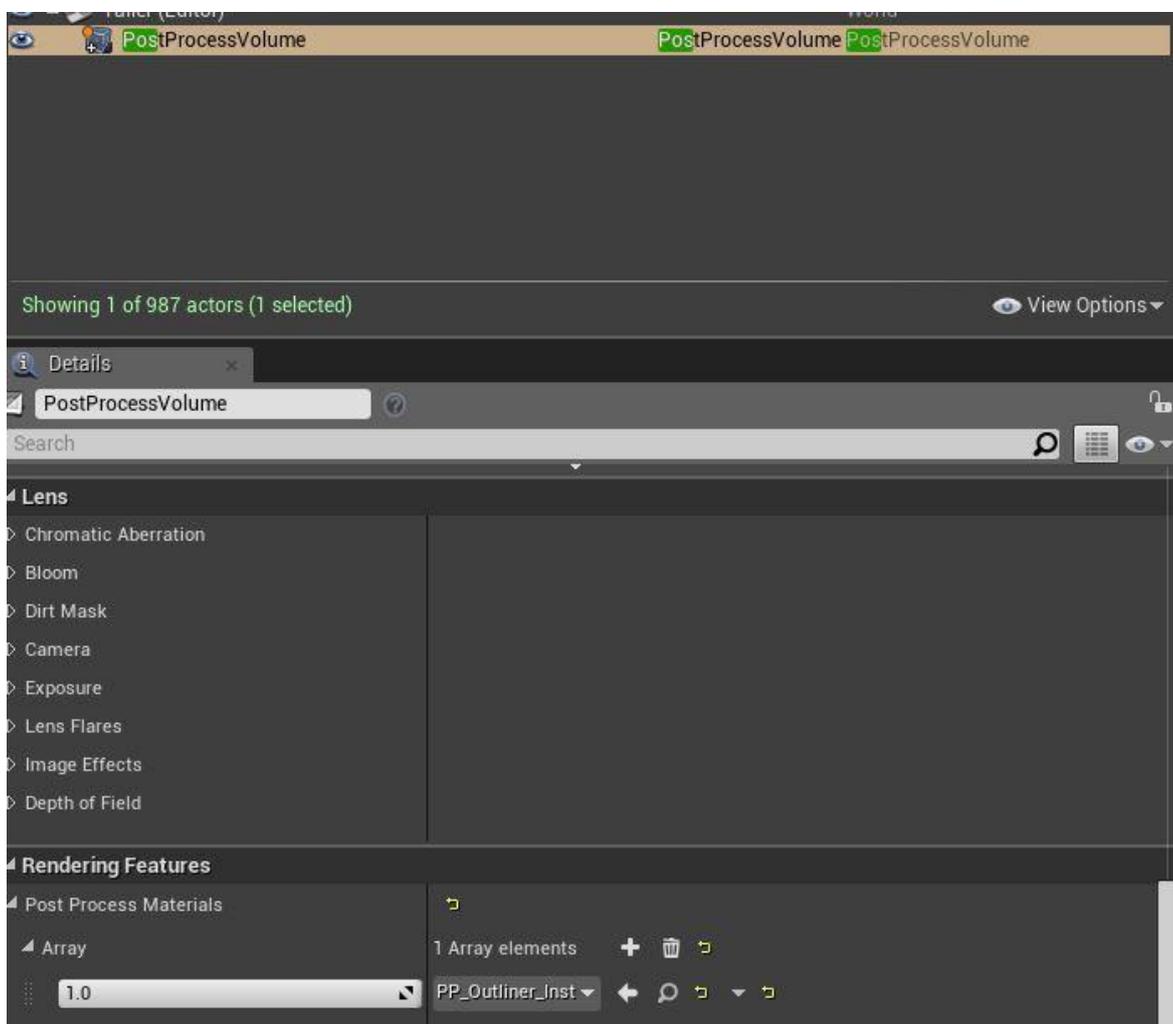


Figura 5 PostProcess Volume

### 3.2 Nivel de Seguridad

El nivel de seguridad está creado para explicar dos puntos importantes. El primero es el rombo de seguridad el cual indica que materiales son inflamables, inestables o nocivos para el consumo, y el segundo es demostrar la importancia del uso del equipo de protección personal.

Para el segmento del rombo de seguridad se usó ejemplos donde el usuario puede interactuar. Se usó un envase con gasolina que puede ser combustionada usando una fosforera para demostrar que es inflamable, también se muestra sosa caustica la cual no tiene interacción con la fosforera para demostrar que no es inflamable; Ambos objetos al ser recogidos muestran su información en forma del rombo de seguridad (Fig.6).

En la segunda sección el usuario puede presionar dos botones para mostrar dos situaciones diferentes, la primera es una animación donde una persona usa el casco y recibe un golpe, pero que gracias al casco no sufre un daño grave, mientras que en el otro botón se muestra una animación donde el golpe causa la muerte instantánea de la persona por no usar el casco.

En lo que respecta a las técnicas usadas para la creación de nivel tenemos se usó el sistema de cinemáticas de Unreal Engine para las animaciones del equipo de protección personal, mientras que para las interacciones en el rombo de seguridad se usó, una clase llamada grabable que hace un attach de un componente a la mano del actor al momento de interactuar. A continuación, se detalla con más profundidad las técnicas en cada uno.



Figura 6 Rombo de seguridad

### 3.2.1 Cinematics/Level Sequence

El editor de cinemáticas fue ideal para mostrar las dos diferentes secuencias de animación, para lograrlo se importaron animaciones a un maniquí con un rig bípedo básico, después se usó el editor para mover el maniquí y darle animaciones en la línea de tiempo. Se usaron transiciones entre animaciones para dar mayor fluidez (Fig.7). En el caso de la animación con casco se dio la propiedad de attach la cual copia los valores del maniquí para moverse pegado a él.



Figura 7 Transiciones suaves animaciones

### 3.2.2 Grabable

Esta clase funciona como un componente a un actor, en este caso el actor puede ser la roca de sosa cáustica o el balón lleno de gasolina, en ambos casos tenemos un *setup* de grabable en modo *fixed*, es decir que se le pasa una matriz de posición, rotación y escala definidos, los cuales van a indicar donde debe estar el objeto en relación a la mano del

usuario. También se agregó simulación física para cuando el usuario deje el actor, para que este caiga y se sienta una experiencia más acorde a la realidad.

### **3.3 Nivel de Herramientas**

El nivel de herramientas es el corazón del proyecto. Su objetivo es instruir a los usuarios sobre los riesgos de una herramienta específica, en este caso una amoladora. También se da a conocer el equipo de protección personal que necesitan para operar la herramienta y finalmente el usuario puede operar la herramienta. Todo el nivel está construido con una cinemática en secuencia, por lo que primero comienza con un video instructivo sobre los riesgos de la herramienta, continua con una demostración de los modelos 3D del equipo de protección personal, y finalmente se muestra la herramienta lista para ser usada. Para esto se usó al igual que en el nivel de seguridad el editor de cinemáticas la clase grabable. En el caso de la cinemática no hay mucha diferencia al del nivel de seguridad por lo que se omitirá la explicación de los detalles. En el caso del grabable de la herramienta se necesitó agregar y modificar la clase para que el usuario pueda usar las dos manos en la herramienta, esto será explicado a continuación.

#### 3.3.1 Grabable con dos manos

Para lograr que al agarrar el objeto la otra mano vaya automáticamente al manubrio se realizaron los siguientes procedimientos: primero se realizó un cast al control para obtener la referencia de la mano que está agarrando, en caso de que sea la izquierda se hace que la derecha busque un Socket que se creó previamente en el modelo 3D, el cual le pasa una matriz de transformación. Esta es imitada por la mano opuesta con la que se agarró la amoladora, un momento previo a agarrar la herramienta se guarda la posición de la manos

en un vector para que después de soltar la herramienta, las manos vuelvan a su posición original.

## **4 ¿Por qué hacerlo en Realidad virtual?**

Este proyecto está enfocado para realizarse en dos ambientes diferentes, tanto en los laboratorios de universidades en carreras de Ingeniería que usen herramientas o maquinaria, como en el campo profesional en industrias que requieran capacitación para sus trabajadores en el uso de herramientas o maquinaria.

Para ambos casos es importante entender el potencial de generar experiencias vivenciales para que un usuario pueda aprender sobre herramientas y seguridad, y que tan factible es complementar las enseñanzas tradicionales con nuevas tecnologías.

### **4.1 Vivirlo es aprenderlo**

*“Immersive VR will help increase retention among students taking distance learning courses. This is especially true if the VR apps are gamified: Students will be able to actually take part in ancient worlds as opposed to merely looking at 2-D photos of them.”* (Merry, 2016),

Las ventajas del uso de la realidad virtual son múltiples. Por una parte, el hecho de generar actividad de forma divertida y semejante a la realidad en un entorno de realidad virtual permite entregar información relevante al usuario, permitiéndole comprender conceptos que son menos tangibles con una enseñanza meramente teórica. Adicionalmente, la realidad virtual facilita la comprensión de un tema desde diferentes perspectivas, enriqueciendo la comprensión y el aprendizaje. Un claro ejemplo, es la experiencia de realidad virtual que vivió un grupo de estudiantes durante el festival de Cannes en una de sus salidas

de campo (Field trip to mars, 2016). Con la finalidad de que los niños comprendiesen mejor como es el planeta Marte, se los movilizó en un autobús con pantallas, en el que se simulaba una expedición al planeta. Los niños podían sentir la superficie, sus elevaciones y visualizar la apariencia del planeta. Esta experiencia que va más allá de una explicación teórica permitió a los niños una mejor retención de la información y por un mayor tiempo. Adicionalmente, es que al ser una experiencia vivencial cautiva a los niños, les genera más curiosidad de aprender y tienen más disposición para conocer y aprender del tema.

Mi proyecto tiene también como finalidad lograr este efecto, es decir que el usuario sea cautivado por el ambiente en el que se encuentra y tenga una mayor predisposición a realizar las actividades y a entender el contenido que se le presente.

#### **4.2 La realidad virtual de la mano de la seguridad**

La realidad virtual aplicada a la educación en seguridad presenta un sinnúmero de ventajas, especialmente en este momento de la historia en el que se experimenta un auge en el uso de tecnologías y dispositivos informático. En primera instancia, la realidad virtual puede convertirse en una herramienta complementaría a la educación tradicional en seguridad, permitiendo que el usuario asimile mejor el conocimiento. Es un espacio lúdico, agradable, que genera más motivación al aprendizaje. Además, sería una opción atractiva para las generaciones que se desarrollaron en la era tecnológica al estar muy familiarizados con el uso de este tipo de dispositivos.

Otra de las ventajas de la realidad virtual aplicada a la seguridad es que permite que el usuario se familiarice con herramientas o maquinaria que pueden ser peligrosas y ser un riesgo para el bienestar el usuario si llegasen a ser usadas en la vida real sin la experiencia o precauciones correspondientes. Es así que la realidad virtual se convierte en una herramienta

de aprendizaje que resguarda la seguridad física del usuario, tanto en el ámbito educativo como en el profesional. A mediano y largo plazo, la inversión que harían las organizaciones en capacitaciones permitiría una disminución de accidentes laborales, evitando conflictos legales y una baja en productividad por inasistencias por incapacidad. En el año 2018 en Ecuador el Instituto de Seguridad Social registro aproximadamente 40 mil casos de accidentes de trabajo. (IESS, 2018)

Una experiencia de éxito es el caso de Sentient, una compañía dedicada a fomentar la seguridad a través de realidad virtual. Uno de sus proyectos permite a los usuarios capacitarse en el uso de switches de alto voltaje para trenes. El usuario puede reconocer el equipamiento, los botones y el procedimiento (Sentient, 2018). La experiencia asegura que el usuario va a poder realizar el proceso en la vida real. Al igual que esta experiencia, este proyecto tiene como objetivo que el usuario pueda equivocarse en un procedimiento de alto riesgo, para poder practicarlo y realizarlo con mayor seguridad en la vida real.

La realidad virtual es un método de capacitación factible en términos económicos para las universidades o empresas, en el sentido que la programación de determinada capacitación podría ser replicada varias veces teniendo un mayor alcance al número de usuarios, sin que implique un aumento en los costos. Este tipo de educación también podría permitir al usuario poder capacitarse en línea, es decir, desde cualquier espacio físico.

El uso de realidad virtual en la capacitación en seguridad es un recurso útil y práctico ya que puede ser adaptado a las necesidades particulares de cada organización, por ejemplo se adaptarían los tipos de maquinaria y herramientas, o incluso se replicaría el espacio físico de una organización al espacio virtual para que aprendizaje sea lo más cercano a la realidad.

Entre los inconvenientes del dispositivo de Oculus, se destaca los posibles malestares físicos que puede presentar ciertos usuarios, por ejemplo un malestar general de ciertos

usuarios independientemente a la experiencia probada, náuseas o vómito por giros o movimientos bruscos de cámara, incomodidad por el peso del headset, irritación visual por el brillo o la exposición excesiva a la pantalla. Una de las posibles acciones que disminuir los malestares físicos en los usuarios sería iniciar las primeras etapas de capacitación con sesiones más cortas e ir las prolongando a medida que el usuario se vaya adaptando al uso del dispositivo. Otra alternativa sería hacer un seguimiento de cada usuario e ir evaluando su resistencia al dispositivo, disminuyendo su exposición en caso de ser necesario. Es importante recordar que este sistema de capacitación es una herramienta complementaria a la capacitación tradicional, por lo que no se pretende sobreexponer al usuario por tiempos prolongados al dispositivo.

Otro de los inconvenientes es la resistencia o poca familiaridad que pueden tener algunos usuarios frente al dispositivo de Oculus, lo que puede limitar su aprendizaje a la plataforma y por ende que no se cumpla el objetivo de capacitación en su totalidad. Incluso los mismos instructores pueden no sentirse familiarizados con la experiencia en realidad virtual o no dominar los comandos. En este sentido, es muy necesario que previo a la implementación del sistema se capacite adecuadamente a instructores a fin que sientan más confianza y dominio en el sistema.

En cuanto a costos, sería importante considerar que al inicio de la implementación de este proyecto, las organizaciones requerirán hacer una inversión considerable en la programación de un sistema que se ajuste a sus requerimientos, así como la adquisición de varios dispositivos de Oculus o marcas similares. Para esto, es imperativo que las empresas realicen una evaluación de costos previamente para determinar si es una alternativa que se ajusta a su presupuesto.

## 5 Conclusiones

Las expectativas iniciales del proyecto abarcaban una lista de capacidades muy amplia. Sin embargo, a medida que se fue desarrollando el prototipo se observó que no era factible desarrollar el sistema por una sola persona debido a la cantidad y complejidad de interacciones requeridas para que el sistema sea fiable y se ajuste a los procesos reales. En este sentido, para la realización de un prototipo más integral se requeriría un equipo de desarrollo multidisciplinario conformado por animadores y modeladores 3D, diseñadores gráficos, programadores y expertos en UI/UX. Por ende, en este prototipo se obviaron algunas interacciones. Por ejemplo, en un inicio se consideró factible que el usuario realizase una práctica introductoria en la que él mismo por su cuenta aprendiese como utilizar el sistema. A pesar de que no se desarrolló en este proyecto estas interacciones son posibles de lograr con mayor cantidad de tiempo o con un equipo de trabajo aportando al proyecto.

Al ser un proyecto complejo requiere de un conjunto variado de conocimientos, por lo que en el camino tuve la posibilidad de desafiar mis habilidades de resolución de problemas en diferentes áreas. Sin embargo, para que el proyecto logre capacitar al usuario y brindarle la posibilidad de replicar lo aprendido en la vida real, hace falta realizar un esquema de mejoramiento continuo basado en pruebas de usuario, retroalimentación de expertos en áreas relacionadas y mejora en la industria general de la realidad virtual.

En el tema de financiamiento y venta del proyecto se considera que el proyecto tiene un potencial interesante para ser vendido, mejorado y distribuido masivamente, por los componentes de innovación, de seguridad y de cumplimiento de necesidades sociales, se tendría que realizar demostraciones a varios posibles compradores para medir el interés y el posible financiamiento de esta herramienta.

En cuestión de jugabilidad y ludificación de procesos se alcanzó un punto intermedio, donde los usuarios si lograban realizar las interacciones pero que por varias razones algunas se volvían difíciles o poco intuitivas. El objetivo en este campo seria lograr mantener enfocado al usuario en tareas pequeñas y entretenidas con cierta libertad.

## 6 Bibliografía

*Field trip to mars.* (2016). Obtenido de Field trip to mars: <http://fieldtriptomars.com/>

Merry, P. (28 de Septiembre de 2016). *Immersive Virtual Reality: Online Education for the*

*Next Generation.* Obtenido de Center for Digital Education:

<https://www.govtech.com/education/news/immersive-virtual-reality-online-education-for-the-next-generation.html>

Sentient. (s.f.). *Sentient.* Obtenido de High Voltage Switching: <http://sencom.com.au/case-studies/high-voltage-switching/>