



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

**APLICACIÓN PARA DAR A CONOCER LOS ELEMENTOS Y
ACCIONES BÁSICAS DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO
MANUAL DESDE VIRTUALIDAD AUMENTADA**

Oscar Giovanni García Fernández

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Tecnología

Bogotá D.C.

2020

**APLICACIÓN PARA DAR A CONOCER LOS ELEMENTOS Y
ACCIONES BÁSICAS DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO
MANUAL DESDE VIRTUALIDAD AUMENTADA**

Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en
Electrónica

Autor:

Oscar Giovanni García Fernández

Director:

Mg. Diego Mauricio Rivera Pinzón

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
Facultad de Ciencia y Tecnología Departamento de

Tecnología

Bogotá D.C.

2020

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: Introducción	04
1.1 Planteamiento problema.....	05
1.2 Justificación.....	05
1.3 Herramientas.....	06
1.4 Objetivos.....	07
1.4.1 Objetivo General	07
1.4.2 Objetivos específicos.....	07
CAPÍTULO 2: Antecedentes y marco referencial	08
2.1 Investigaciones que anteceden.....	08
2.2 Marco referencial.....	10
Realidad virtual	10
Oculus Quest.....	11
Ejercicio de soldadura.....	12
CAPÍTULO 3: Marco metodológico	15
CAPÍTULO 4: Producto final	17
4.1 Desarrollo y construcción.....	17
4.2 Interfaz gráfica.....	17
CAPÍTULO 5: Conclusiones	27
5.1 Conclusiones.....	27
5.2 Trabajos futuros.....	28
REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS	

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El presente documento expone el proceso de creación de una aplicación que permite simular un ambiente de trabajo, específicamente de soldadura por fusión desde el uso de un visor de realidad virtual y sus controles respectivos. La construcción de dicha aplicación se da a partir de la necesidad y el interés por facilitar la iniciación del aprendizaje en soldadura por arco eléctrico manual, abordando los aspectos de seguridad y especificaciones de los elementos necesarios para dicha labor.

Cabe destacar, que la construcción de la aplicación mencionada se da posterior a la experiencia obtenida en el curso de la asignatura “taller de realidad extendida” de la maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación (MITAE) de la Universidad Pedagógica Nacional; esto, como alternativa para obtener el título de pregrado en la licenciatura. Por lo tanto, dicha asignatura enmarca el desarrollo y construcción de la aplicación Virtual Welding a partir del abordaje de diferentes herramientas y usos, dentro y fuera del campo educativo, de la realidad aumentada, realidad virtual y virtualidad aumentada.

En ese orden de ideas, este documento presenta la trayectoria por la que pasa la aplicación para llegar al producto final, dando a conocer las herramientas y programas necesarios para su desarrollo, los trabajos y proyectos que la anteceden, lo cual propicia respaldo y relevancia al uso de la tecnología para facilitar ciertas actividades humanas, tal como la unión de piezas desde la soldadura por fusión; seguidamente del proceso metodológico enmarcado en el modelo cascada (waterfall), para finalmente dar a conocer el producto final, las conclusiones a las que se llega y las posibles continuidades que se pueden llevar a cabo.

1.1 Planteamiento problema

Para la unión de dos o más piezas de metal es necesario hacer uso de la coalescencia, la cual, en la iniciación del aprendizaje de dicha acción puede implicar riesgos de diferentes formas; entre estos el desperdicio o daño de material, afecciones en la salud, contaminación en vías respiratorias y ambientales, y daños a mobiliario u objetos cercanos donde se realiza el ejercicio de soldadura. De acuerdo con esto, se genera el interés por mitigar dichos riesgos por medio del uso de la tecnología, por lo tanto, se piensa en la construcción de una herramienta digital que permita introducir a personas en el inicio del aprendizaje de la soldadura.

En ese orden de ideas, el proyecto presente propone una guía básica en virtualidad aumentada con los elementos necesarios para iniciar el aprendizaje de la soldadura de arco eléctrico manual. Esto con el fin de generar un acercamiento al usuario, en primera instancia, de los elementos de seguridad que debe usar para el ejercicio de soldar, tales como careta de soldadura, guantes de carnaza, botas punta de acero y peto de cuero; en segunda medida, la identificación del calibre del metal a soldar y, de allí, la elección del tipo de la barra de soldadura eléctrica propicia, ya que éstos influyen en la eficacia del punto de soldadura.

1.2 Justificación

Con el transcurso del tiempo, la tecnología ha ido avanzando, trayendo consigo nuevas expectativas, posibilidades y logros, algunas de estas han sido la realidad virtual (R.V) y realidad mixta; donde la primera es una tecnología que simula escenarios y objetos que permiten interacciones que remiten información por medio de los sentidos al usuario, en palabras de Roehl (como se citó en Escartín. s.f) “La Realidad Virtual es una simulación de un ambiente tridimensional generada por computadoras, en el que el usuario es capaz tanto de ver como de manipular los contenidos de ese ambiente” (p.2). Y la segunda, permite la manipulación e interacción de objetos reales y simulados, lo cual propicia mayor realismo y significado a la experiencia que se busca generar.

Ahora bien, el ser humano ejerce diferentes oficios y ocupaciones que pueden presentar un riesgo en su salud y desperdicio de material durante el periodo de capacitación, tales como, la

minería, construcción, control de incendios, entre otros; para este proyecto en particular se toma el oficio de la soldadura, donde las personas están expuestas a quemaduras por los residuos que se generan y a lesiones severas en la vista.

De acuerdo con lo anterior, el uso de la Virtualidad Aumentada se presenta como una alternativa que puede llegar a enriquecer el aprendizaje, capacitación inicial de la soldadura y minimización de los riesgos, ya que, por medio de la simulación de escenarios y objetos virtuales se logra transportar al usuario a un entorno de trabajo propio de la soldadura; de igual forma, a partir de las extensiones construidas a los controles de las Oculus Quest que simulan la barra de soldadura y el perfil a soldar, junto con los efectos de vibración al momento de hacer el ejercicio, la persona vivenciará una sensación cercana a la real en la práctica de soldar.

1.3 Herramientas

Para la construcción de la aplicación se requieren diferentes herramientas, las cuales se describen a continuación. En primera instancia se menciona el uso del motor de videojuegos Unity versión 2020.1, junto con los assets de Oculus que permite el reconocimiento del visor y los controles según el movimiento de la cabeza y manos que genere el usuario, esto posibilita el manejo del entorno simulado y el control de este sin el requerimiento de mandos externos propios del computador.

Así mismo, cabe destacar el uso de las Oculus Quest para Windows, las cuales cuentan con su sistema integrado, lo que conlleva a no solicitar de su conexión al computador. Por su parte, para el hardware según la información que propicia la plataforma de soporte de Oculus, como requisitos necesarios y abordados, el ordenador cuenta con una tarjeta gráfica NVIDIA GTX 1650 T, el procesador Intel i5-9300, puerto USB y memoria de 8 G de RAM. En cuanto al software el ordenador cuenta con la instalación de un sistema operativo Windows 10 y con la aplicación de Oculus, la cual puede descargarse teniendo acceso a internet.

1.4 Objetivos

1.4.1 **Objetivo general:** Desarrollar una herramienta de apoyo para dar a conocer los elementos y acciones básicas de soldadura por arco eléctrico manual mediante una aplicación de virtualidad aumentada.

1.4.2 **Objetivos específicos**

- Diseñar 2 entornos donde el usuario interactúa y reconoce tanto los elementos de seguridad básicos, como los instrumentos propios para la soldadura por arco eléctrico manual.
- Desarrollar algoritmos para evidenciar la reacción de piezas de hierro con calibre 16 y 20 en contacto con un electrodo revestido 6013 de espesores 1/8 y 3/32.
- Diseñar extensiones a los controles de las Oculus Quest para simular el porta-electrodo y el perfil, de esta manera se genera un contacto real al momento de realizar el ejercicio de soldar en la virtualidad.

CAPÍTULO 2: Antecedentes y marco referencial

2.1 Documentos que anteceden

Para fundamentar este proyecto se realizó un rastreo en diferentes plataformas virtuales y en el repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional en busca de trabajos similares que antecedan al presente. La búsqueda arrojó una serie de documentos los cuales aportan en gran manera al proyecto en aspectos teóricos y prácticos desde la construcción de la aplicación como en las implicaciones que tiene la acción de soldar metales. De acuerdo con esto, a continuación, se exponen dichos documentos.

El primer trabajo hallado se denomina ‘Desarrollo de una herramienta de apoyo para la capacitación en el manejo de extintores usando virtualidad aumentada’ por Quevedo y Malagón (2019) (tesis de pregrado) de la Universidad Pedagógica Nacional. Como alternativa para el aprendizaje del uso adecuado de extintores, lo cual propicia respaldo a los proyectos que buscan construir herramientas digitales para facilitar ciertas actividades humanas, ya que de esta manera se reduce el gasto de material esencial para situaciones que requieren de estos recursos; de igual forma, el documento en mención aporta desde las alternativas en los programas y plataformas que pueden usarse para el desarrollo del presente proyecto, como también, en conceptualizaciones como Virtualidad Aumentada y Realidad Virtual.

El siguiente trabajo hallado es ‘Simulador virtual para el desarrollo de capacidades operativas en los estudiantes del curso de soldadura eléctrica del IESTP FFAA 2019’. Por Rendón y Silvestre (2020) (tesis de especialización) de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Este documento reúne las ventajas que tiene el uso de herramientas digitales para facilitar la enseñanza de ciertos contenidos o habilidades tal como la soldadura; de igual forma, aporta teóricamente al presente trabajo en conceptualizaciones propias de la soldadura. La relación de este documento con el presente radica en el uso de simulaciones virtuales para capacitar a un grupo de personas en la unión de piezas por soldadura eléctrico manual.

En suma, se halla el documento ‘Realidad Virtual y su aplicación como servicios de entrenamiento. Por Criscione (s.f) (Tesis de maestría) de la Universidad de San Andrés, el cual respalda y da la relevancia al presente proyecto desde los beneficios que trae el uso de la Realidad Virtual en programas de capacitación o entrenamiento en diferentes oficios, pues si bien el documento expuesto se especifica en el oficio de minería, a lo largo de su desarrollo da a conocer dichos beneficios en otras labores y en diferentes contextos socioculturales.

Por su parte, en el trabajo ‘Módulo de entrenamiento del simulador de soldadura en el aprendizaje significativo de los estudiantes del III ciclo de Mantenimiento de Maquinaria de planta – TECSUP’. Por Condori (2019) (tesis de maestría) de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Se evidencia la posibilidad que da el uso de la virtualidad aumentada para generar aprendizajes significativos a partir de las experiencias que se propician en los ambientes creados; lo cual se complementa con el documento anterior, dando relevancia al uso de herramientas virtuales para favorecer procesos de aprendizaje y capacitación, por lo tanto, para el presente documento es de gran aporte desde las experiencias plasmadas allí.

El documento ‘Sistema automatizado para la selección de material de aporte en la soldadura manual por arco eléctrico del aluminio y sus aleaciones’, por Millán (2008) (tesis de maestría) en el Instituto Universitario de Tecnología del Oeste. Aporta al proyecto presente desde las consideraciones que se deben tener en cuenta para seleccionar los insumos necesarios para soldar en el material base, lo cual resulta de gran relevancia para el desarrollo del segundo escenario de la aplicación, ya que es allí donde se expone al usuario la relevancia de cada uno de los insumos, posteriormente, en el tercer escenario, donde el usuario evidencia las reacciones que genera el contacto de la pieza de hierro con el electrodo revestido 6013 de determinado espesor.

Por último, el documento ‘Desarrollo de un modelo teórico experimental para ciclos térmicos y perfiles de temperatura en juntas soldadas obtenidos por procesos de soldadura al arco eléctrico’ por Pacheco (2015) (tesis de maestría) de la Universidad Autónoma del Caribe. Aporte de este documento radica en la comprensión y abordaje de los conceptos y técnicas que conforman

la actividad de unión de metales por soldadura, lo cual enriqueció la información para la construcción de la aplicación en aspectos teórico e informativos que se le brindan al usuario.

2.2 Marco referencial

De acuerdo con la intencionalidad que tiene la aplicación Virtual Welding, es necesario dar a conocer las conceptualizaciones que enmarcan la construcción y uso de la misma, pues de esta manera se logra comprender de manera específica el tipo de soldadura que se pretende enseñar y los medios por el cual se llegará a dicho fin.

Realidad virtual

El término de Realidad Virtual (R.V) ha contado con diferentes definiciones a lo largo del tiempo; sin embargo, siempre se llega a la conclusión de que ésta propicia la interacción del sujeto con escenarios virtuales que permiten la manipulación de objetos y el desarrollo de actividades reales dentro del campo virtual. Por ello, la definición a la que se hace referencia en este documento se toma de Escartín (s.f) “la Realidad Virtual es una simulación de un ambiente tridimensional generada por computadoras, en el que el usuario es capaz tanto de ver como de manipular los contenidos de ese ambiente” (p.2), en este sentido, cabe resaltar tres aspectos fundamentales en la R.V, los cuales son: ambientes simulados, modelos tridimensionales e interacciones, lo que da paso a contemplar el uso de la R.V para diferentes objetivos en diferentes campos, ya sean educativos, laborales o recreativos.

La R.V se caracteriza por la interacción que propicia un entorno 3D, lo cual hace que requiera de dispositivos propios para lograrla; de acuerdo con esto, la R.V cuenta con 3 métodos de interacción, tal como lo menciona Julio, Peñaloza, Rodríguez, Chacón, Martínez, Saquipay, Castañeda, Pesantez, Salazar y Bermúdez (2019) donde el primero refiere a la posición del sujeto dentro del entorno virtual para calcular el volumen de visión a través del dispositivo necesario

para ello, el segundo da cuenta de la navegación en determinado espacio por medio del movimiento corporal de rotación y uso de cámara virtual; y el tercero da paso a la manipulación de objetos específicos en escala 3D. De esta manera, la R.V logra que el usuario perciba la estadía en determinado escenario por medio de la información que envían sus sentidos (vista, oído y tacto) al cerebro.

Por su parte, es necesario destacar el uso de la Virtualidad Aumentada en el presente trabajo, entendiendo que ésta es una subcategoría de la realidad mixta, es decir que hace parte de la disciplina que mezcla el mundo virtual y el mundo real, en palabras de Milgram, Tekemura , Utsumi, & Kishino, (1994) “la representación de elementos del mundo real en un entorno virtual.”; esto debido a que, si bien el entorno que se le ofrece al usuario es virtualmente simulado, con objetos reales (electrodo revestido, perfil, mesa, etc.) la interacción y manipulación de estos se dará en ambos mundos.

En ese orden de ideas, se puede afirmar que el uso de la R.V y V.A para fines educativos y formativos en determinados oficios, para este caso específico la soldadura en arco eléctrico manual con electrodo revestido resulta efectivo ya que genera un aprendizaje en los usuarios participes, pues la experiencia que se propicia desde la simulación logra interiorizar acciones propias de dicho oficio. Para este fin, se puede hacer uso de diferentes herramientas y dispositivos; sin embargo, para la construcción y desarrollo de la aplicación se toman las Oculus Quest que a continuación se describen con detalle.

Oculus Quest

Es un auricular de realidad virtual que propicia la ejecución de juegos y software de manera independiente e inalámbrica desde un sistema operativo basado en Android, el cual es diseñado para proyectar la simulación de escenarios en realidad virtual. Contiene sensores internos y cámaras externas que admite el seguimiento posicional con seis grados de libertad, por

lo tanto, no necesita ningún dispositivo como PC o consola para ejecutar las funciones.

Ejercicio de soldadura

El concepto de soldadura se entiende como la unión de piezas de un mismo material, esta acción se da de tal forma que el punto de unión se muestra de manera semi homogénea. Existen dos tipos de soldadura, a presión y por fusión, donde la primera hace referencia a la unión de piezas desde un estado pastoso por medio de cierta presión; y el segundo da cuenta del paso por un estado líquido del lugar a soldar (López y Sánchez 1977). La guía básica que presenta la aplicación Virtual Welding aborda la soldadura de piezas metálicas por fusión arco eléctrico, ya que busca introducir al usuario en el aprendizaje inicial de la unión de piezas metálicas por medio de electrodos.

Los electrodos son aquellos encargados de llenar espacios importantes para lograr la unión de las piezas, existen dos tipos de electrodos, de carbón y metálicos, de estos se aborda el electrodo metálico, específicamente revestido, lo cual implica el conocimiento del tipo de revestimiento, posición para soldar y tipo de corriente, para ello cada electrodo cuenta con una identificación que se compone por la “E”, que significa electrodo revestido, los dos dígitos posteriores dan cuenta del metal depositado en miles de libras por pulgada cuadrada; por lo tanto, E60XX indica un electrodo revestido con 60.000 libras por pulgada cuadrada (West-arco, s.f).

Así mismo, es de resaltar que el tercer dígito que expone el electrodo refiere a la posición correcta para soldar, tal como se menciona en el catálogo de electrodos y productos de la West-arco.

EXX1X-toda posición

EXX2X-posición plana y horizontal.

EXX3X-posición plana.

Finalmente, el ultimo digito da cuenta del tipo de revestimiento del electrodo, a continuación, se presentan los tipos de revestimiento expuestos en el catálogo mencionado.

Tabla 1
Clasificación de electrodos revestidos
West-arco (s.f, p.9)

CLASIFICACIÓN	TIPO DE REVESTIMIENTO	CORRIENTE	POSICIÓN AL SOLDAR
AWS ASTM			
EXX10	Celulósico Sódico	CC.P.I	P.V.SC.H
EXX10	Hierro en polvo Celulósico Sódico 10% HP	CC.PI	P.V.SC.H
EXX11	Celulósico Potásico	CA.CC.PI	P.V.SC.H
EXX12	Rutílico Sódico	CA.CC.PD	P.V.SC.H
EXX13	Rutílico Potásico	CA.CC.AP	P.V.SC.H
EXX14	Rutílico 20% HP aprox	CA.CC.AP	P.V.SC.H
EXX16	Rutílico Potásico B.H	CA.CC.PI	P.V.SC.H
EXX18	Rutílico Potásico B.H- H.P	CA.CC.PI	P.V.SC.H
EXX20	Oxido de hierro	CA.CC.AP	P.H-Filete
EXX24	Rutilo 35% HP	CA.CC.AP	P.H-Filete
EXX27	Óxido de Hierro, H.P	CA.CC.AP	P.H-Filete

BH-bajo Hidrógeno. HP- Hierro en polvo. CC-Corriente continua, CA-Corriente Alterna, SC-Sobre Cabeza, H-Horizontal, V-vertical, P-Plana, PI-Polaridad invertida electrodo positivo, PD-Polaridad Directa electrodo negativo, AP- Ambas polaridades.

Para la aplicación se abordan electrodos E6013 de 3/32 y 1/8 debido a que éstos no requieren una posición específica en el momento de soldar, lo que, para iniciar en el oficio de la

soldadura resulta favorable, como también, resultan ser los más accesibles y comunes en la herrería.

La soldadura por arco eléctrico se caracteriza por el contacto que tiene el electrodo revestido con la pieza de metal a soldar, lo cual hace que, por medio de una corriente eléctrica que se genera a partir del aire ionizado, por la diferencia de potencial entre las partes, se logre la unión entre las piezas. En palabras de López y Sánchez (1977) “la soldadura por arco eléctrico se utiliza el arco producido entre los dos electrodos para obtener la temperatura de soldar. Como el arco alcanza una temperatura de 3.500 ° a 4.000° el lugar de la soldadura se vuelve fluido” (p.2).

Por su parte, cabe resaltar ciertos accesorios necesarios para este ejercicio, los cuales se refieren al porta-electrodo y a las tenazas de soldar. El porta-electrodo es el que permite tanto el sostenimiento y estabilidad del electrodo, como también, el envío de electricidad para lograr el arco que conlleva a la unión de piezas; las tenazas tienen la función de cerrar el circuito necesario para liberar la carga eléctrica que permite la fundición del electrodo, por lo tanto, ésta debe encontrarse anexa al material base.

De igual forma, para este ejercicio es fundamental contar con una serie de indumentaria, lo que garantiza la protección ante los riesgos del ejercicio de soldar ya que “no sólo la vista, también el cuerpo debe estar protegido contra los rayos ultravioleta y los calóricos” (López y Sánchez, 1997, p.178); por ende, la guía básica que ofrece la aplicación expone los artefactos necesarios para cumplir con dicha protección, los cuales son: careta para soldar, cuyo propósito es proteger el rostro y vista, guantes de cuero agamuzada, botas punta de acero y peto de cuero.

CAPÍTULO 3: Marco metodológico

Para el desarrollo y creación de la aplicación se toma como metodología el modelo en cascada, ya que este se caracteriza por la realización de actividades que se enmarcan en fases específicas, lo que genera un sistema lineal para la construcción del software, de esta manera, es necesario cumplir a cabalidad con los objetivos propuestos en cada fase para continuar a la siguiente, de igual forma, cabe destacar que dicho cumplimiento implica cierta calidad y compromiso que eviten ciertos errores que pueden perjudicar las fases posteriores, en palabras de González, Calero y Loaiza (2019)

A medida tal que se van implementando las adecuaciones pertinentes y las pruebas para mitigar los errores que se puedan presentar, hay que recordar que es un proceso sistémico, analítico, disciplinado y técnico para el desarrollo y mantenimiento de softwares. (p.3)

De acuerdo con lo anterior, el proyecto pasó por una serie de fases, las cuales son propuestas por Rojas y Boucchechter (como se citó en González, Calero y Loaiza. 2019) que aportaron una estructura de trabajo, dando orden y avance en la construcción de la aplicación.

Ingeniería y análisis del sistema: En esta primera fase se identifica el objetivo principal que enmarcará la aplicación en cuestión, como también la delimitación de las funciones y los requerimientos necesarios para su construcción.

Análisis de los requisitos del software: Para esta fase, se comparte con el cliente la información e intencionalidades de la aplicación, por lo cual se dan modificaciones que buscan potenciar las funciones, rendimientos e interfaces de esta.

Diseño: de acuerdo con lo anterior, se inicia la construcción de los diferentes escenarios, objetos o interfaz que componen el producto final.

Codificación: con los diseños de la interfaz ya establecidos, se pasa a la creación de los códigos que logran la interacción del usuario con el producto.

Prueba: con los códigos obtenidos se da paso a hacer una serie de pruebas de la aplicación; esto con la intención de verificar el funcionamiento correcto de la parte tanto interna como externa del software.

Mantenimiento: en esta etapa se dan posibles cambios en caso de errores, o adaptaciones del software para enfrentar el entorno, también se pueden dar ajustes según los requerimientos del cliente.

CAPÍTULO 4: Producto en desarrollo

4.1 Desarrollo y construcción

La aplicación Virtual Welding fue diseñada y construida principalmente en el programa Unity, donde se crearon las diferentes escenas para la guía básica de soldadura, esto se logró mediante códigos del lenguaje de programación C# (C sharp) y el editor que ofrece dicha plataforma; adicionalmente se hizo uso de la librería de Oculus Integration para acceder a los componentes del visor de R.V Oculus Quest.

Otra herramienta usada para la construcción de la aplicación es 3DS Max, cuyo objetivo radica en la construcción de los modelos 3D de ciertos objetos como el porta-electrodo, careta de soldar y otros.

4.2 Interfaz gráfica

Escenario 1: La aplicación inicia con el siguiente escenario (figura 1), el cual le permite al usuario reconocer el objetivo principal de la aplicación; adicionalmente, cuenta con un botón que llevará al siguiente escenario para dar inicio con la guía básica que la enmarca. Cabe destacar que este primer escenario se da en una simulación de una habitación, donde los objetos que se observan en la imagen aparecen en determinado tiempo con efectos de luz propios del ejercicio de soldadura.



Figura 1. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding. Fuente propia.

Escenario 2: El siguiente escenario (figura 2) presenta los elementos que la persona debe usar para su cuidado y protección; cabe destacar, que los elementos cuentan con una animación que llama la atención del usuario para que éste al manipularlos se proyecte información que da a conocer la importancia de uso para evitar lesiones durante el ejercicio de soldadura.



Figura 2. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding. Escenario 2. Fuente propia

A continuación, se exponen los elementos en mención junto con la información que el

usuario obtendrá al manipularlos:

- Peto de cuero (figura 3), protege contra chispas, metales calientes y el calor que genera el arco al soldar.



Figura 3. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding, peto de cuero. Fuente propia

- botas punta de acero en cuero (figura 4); La función de las botas de cuero punta de acero, es evitar golpes de caída de materiales y quemaduras por escombros.



Figura 4. Turbosquid (2020) Aplicación Virtual Welding, botas punta de acero. Recuperado de: <https://www.turbosquid.com/es/Search/3D-Models/free/boots>

- Careta de soldar (Figura 5): La careta de soldar es un elemento para proteger la vista y el rostro debido a los residuos y el rayo de luz que se generan.

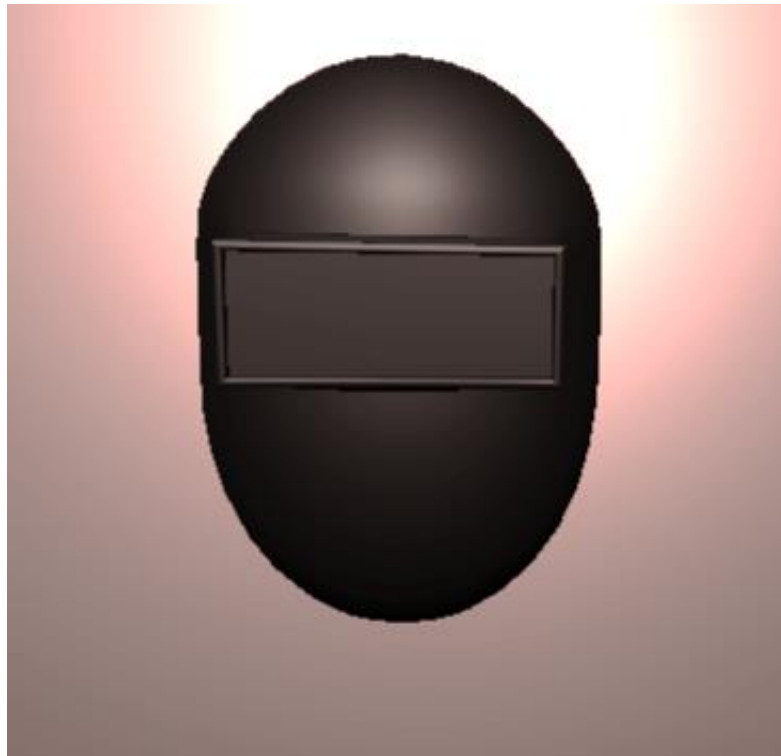


Figura 5. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding, careta de soldar. Fuente propia

- Guantes de carnaza (Figura 6): Los guantes son indispensables para evitar

quemaduras en las manos y antebrazos con los escombros generados al soldar.



Figura 6. Free 3D (2020) Aplicación Virtual Welding, guantes de carnaza. Recuperado de: <https://free3d.com/3d-models/gloves>

Posterior a la manipulación de cada uno de los objetos expuestos, aparecerá un botón para dar continuidad con el siguiente escenario.

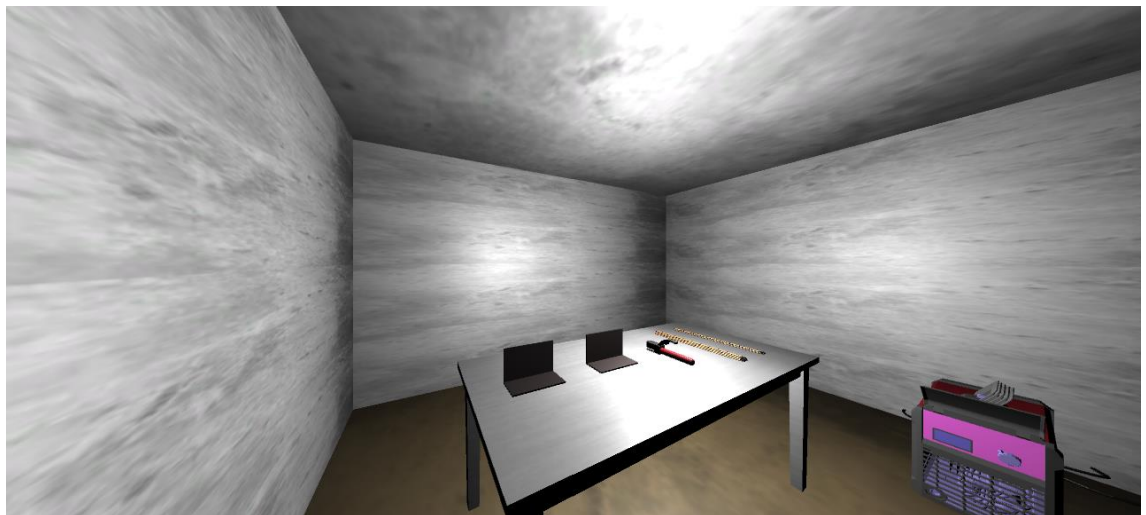


Figura 7. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding, escenario 3. Fuente propia

Escenario 3: (Figura 7) En este escenario el usuario interactuará con los elementos necesarios para el ejercicio de la soldadura, dando a conocer sus características y formas de uso, es decir, se le propicia al usuario información teórica acerca de dicho ejercicio; estos elementos

son:

Porta-electrodo (Figura 8): Es el accesorio que permite tanto sostener el electrodo como conducirle electricidad que funde el material y logra la unión de las piezas.

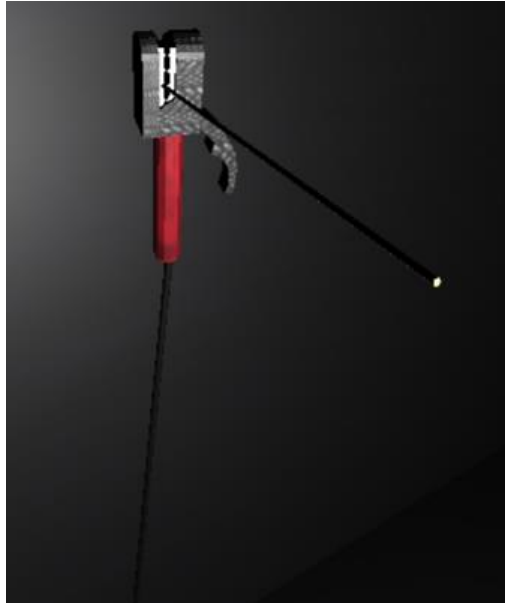


Figura 8. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding, Porta-electrodo. Fuente propia.

Electrodos (Figura 9): Es el conductor eléctrico que libera, por medio de la energía enviada desde el porta-electrodo, el material que une las piezas de hierro. Para la aplicación en cuestión se usarán los electrodos revestidos 60-13 de espesor 3/32 y 1/8.

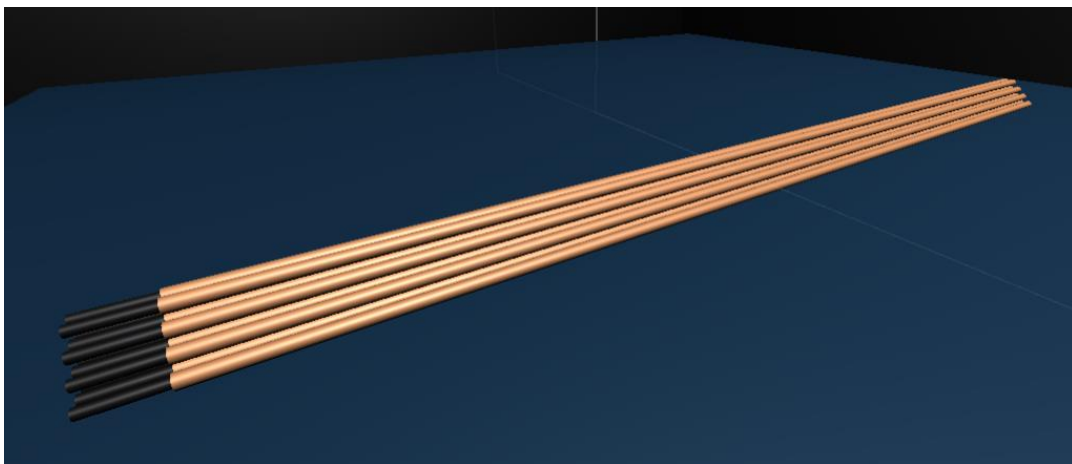


Figura 9. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding, Electrodos (barras de soldadura). Fuente propia.

Perfil (Figura 10): Es el material de las piezas a soldar, lo cual para este caso es hierro de

calibre 16 y 20, donde el usuario dará sus primeras puntadas, en técnica de punteo, y evidenciará la reacción del material a los electrodos previamente dichos.

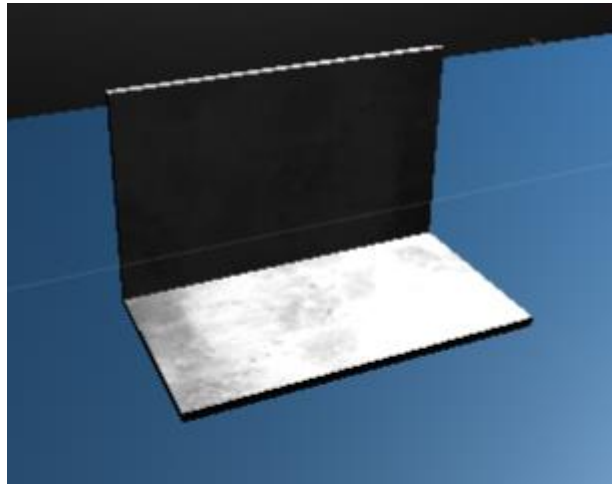


Figura 10. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding, perfil. Fuente propia.

Equipo de soldadura (Figura 11): Es la fuente de energía que toma el voltaje de la toma, los ajusta de tal forma que puedan fundir un electrodo.

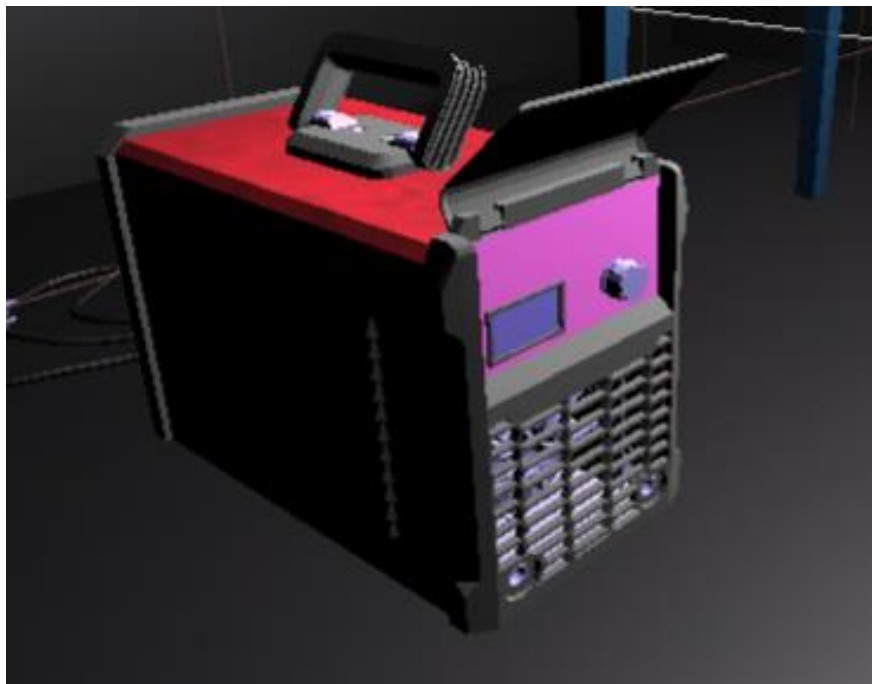


Figura 11. Archive 3D (2020) Aplicación Virtual Welding, equipo de soldadura. Recuperado de: <https://archive3d.net/?a=download&id=8abc84ba#>

Tenaza de masa: Es el elemento que se debe colocar a la pieza a soldar para cerrar el circuito que permite fundir el electrodo cuando éste tiene contacto con el material base.

Mesa: (Figura 12) Hecha en material de hierro para facilitar el contacto de la tenaza de masa con el material base.



Figura 12. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding, mesa. Fuente propia.

Una vez el usuario culmina el reconocimiento de los elementos expuestos anteriormente, se proyecta un botón que lo conduce al siguiente escenario.



Figura 13. Oscar Garcia (2020) Aplicación Virtual Welding, Escenario 4. Fuente propia.

Escenario 4 (figura 13): Al iniciar en este escenario se genera un menú donde el usuario puede elegir el tipo de electrodo y perfil de acuerdo con lo aprendido en el escenario 3; posteriormente a esto, el usuario inicia haciendo los puntos de soldadura con el control derecho de las Oculus, el cual simula ser el porta-electrodo, esto para evidenciar las reacciones del material de determinado calibre al hacer contacto con un tipo de electrodo. Cabe destacar que, esta aproximación se dará a cabo con un amperaje constante de 70 amperios; por su parte, para un mayor realismo en la interacción del usuario con este ejercicio, el control izquierdo se le agrega una extensión con el perfil que coincide con la posición del virtual; de la misma forma, el control derecho se le añade el electrodo bajo la misma intención del anterior. A continuación, se evidencian las extensiones en las figuras 13, 14 y 15.



*Figura 14. Oscar Garcia (2020) Extensión porta electrodo (base) control derecho.
Fuente propia.*



Figura 15. Oscar Garcia (2020) Extensión porta electrodo con electrodo. Fuente propia.



Figura 16. Oscar Garcia (2020) Perfil de hierro. Fuente propia.

Es de resaltar que, para la construcción de las extensiones expuestas, se hizo uso de materiales plásticos de fácil acceso en el mercado. En suma, el usuario al hacer contacto entre el electrodo y el perfil tanto en la virtualidad como con la realidad puede sentir la sensación de soldar a partir del efecto de vibración que se le agrega al control derecho.

Se han presentado los escenarios, los objetos y las extensiones que componen la aplicación Virtual Welding, cada uno de ellos permite alcanzar y lograr los objetivos propuestos en este trabajo de grado.

CAPÍTULO 5: Conclusiones

De acuerdo con los capítulos anteriores y llegada a la culminación de la construcción de la aplicación en cuestión, se llega a una serie de conclusiones generadas que se presentan a continuación.

- La Realidad Virtual se puede convertir en una herramienta de uso para la enseñanza, capacitación y entrenamiento en diferentes oficios, en este caso se logró demostrar la funcionalidad y accesibilidad que presta ante el ejercicio de soldadura por arco eléctrico manual con electrodo revestido, debido a la eliminación de riesgos en quemaduras y daños a la salud, como también el daño y desperdicio de material.
- Como valor agregado, en la aplicación se logró enfatizar en los aspectos básicos del ejercicio de soldadura, puesto que se contempló los accesorios de seguridad necesarios para el cuidado de la salud del usuario junto con información teórica de los diferentes elementos que hacen parte de dicho ejercicio.
- La plataforma Unity resultó ser versátil en la construcción de la aplicación debido a su amplia documentación para enriquecer los escenarios simulados junto con la oportunidad que brinda en importar objetos 3D desde la asset store y otras plataformas; lo cual facilitó en gran manera la realización de los efectos y la integración de las Oculus Quest para la visualización en Realidad Virtual y reconocimiento de sus controles.
- Siendo esta aplicación una iniciación en el oficio de soldadura, los electrodos E6013 facilitan el aprendizaje de dicho oficio, esto debido a las características que los componen y los diferentes usos que se le pueden dar, por lo tanto, son recomendables para aquellas personas que quieren empezar a capacitarse en soldadura.
- La reacción de la pieza de hierro con calibre 20 al fundirlo con un electrodo de 1/8 es la quemadura de porciones del material, para evidenciar este efecto se construyó el material con una serie de cubos que desaparecen al tener contacto con el electrodo.

- Entendiendo que esta aplicación es basada en virtualidad aumentada fue necesario añadir extensiones a los controles de las Oculus, las cuales simularon tanto el electrodo revestido como el perfil; para ello se usaron materiales de fácil acceso y manipulación, ya que en un inicio se intenta elaborar dichas extensiones desde impresiones 3D, sin embargo, no se logró coincidir los materiales para la simulación requerida.
- Para una mejor sensación en la experiencia del ejercicio de soldar, se activó el sistema de vibración en el control derecho de las Oculus Quest al momento de hacer contacto con el perfil, sin embargo, la librería de las Oculus en el Unity no permite modificar la intensidad de la vibración, lo cual limita el realismo de dicho contacto.
- La aplicación Virtual Welding fue diseñada con el objetivo de iniciar la capacitación en el oficio de soldadura, por lo tanto, se puede llevar a espacios académicos de tipo escolar y empresarial, debido a los aspectos básicos que la caracterizan y los beneficios que proporciona.

5.2 Trabajos futuros

En el presente trabajo se logró responder a cabalidad con los objetivos planteados; sin embargo, existen proyecciones posteriores que llegarían a enriquecer la aplicación Virtual Welding, dando mayores alcances y aprendizajes a los usuarios, en ese orden de ideas, a continuación, se presentan estas proyecciones por categorías:

Sensorial:

- Agregar efectos auditivos que le permitan al usuario vivenciar un escenario más realista a un espacio de trabajo para el ejercicio de soldadura, como también, escuchar las indicaciones y diferentes espacios de información que presenta la aplicación.
- Modificación de algunos escenarios y transiciones entre los mismos, para favorecer la comodidad y gusto del usuario.

Interfaz gráfica:

- Por efectos de estética, la modificación de los menús y texto informativo en cuanto a los formatos, fuente y estilo.

- Agregar efectos de humo y escombros que se generan durante el contacto entre el electrodo y el perfil.

Funcionamiento y alcance:

- Generar niveles en el ejercicio de soldadura (principiante e intermedio), logrando una aplicación con mayor alcance en el nicho de usuarios.
- A partir de lo anterior, equipar y enriquecer la gama de elección del usuario en cuanto a los tipos de electrodos, espesor de perfil y amperaje.

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- Condori (2019). *Módulo de entrenamiento del simulador de soldadura en el aprendizaje significativo de los estudiantes del III ciclo de Mantenimiento de Maquinaria de planta – TECSUP*. (tesis de maestría) Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Perú.
- Criscione (s.f) *Realidad Virtual y su aplicación como servicios de entrenamiento*. (Tesis de maestría) Universidad de San Andrés
- Escartín (s.f) *La realidad virtual, una tecnología educativa a nuestro alcance*. Instituto Superior Politécnico. Cuba
- González, Calero y Loaiza (2019) *Comparación de las metodologías cascada y ágil para el aumento de la productividad en el desarrollo de software*. Universidad Santiago de Cali. Colombia
- González, Calero y Loaiza (2019). *Comparación de las metodologías cascada y ágil para el aumento de la productividad en el desarrollo de software*. Universidad Santiago de Cali.
- Julio, Peñaloza, Rodríguez, Chacón, Martínez, Saquipay Ortega, Castañeda Morales, Pesantez Salazar, Bermúdez. (2019) *La realidad virtual como herramienta en el proceso de aprendizaje del cerebro* Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica. vol. 38, núm. 2, Sociedad Venezolana de Farmacología Clínica y Terapéutica, Venezuela.
- López y Sánchez (1977) *Tratado general de soldadura*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona
- Milgram, P., Tekemura , H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). *Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. Kyoto, Japan. Obtenido de http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994.pdf
- Millán (2008) *Sistema automatizado para la selección de material de aporte en la soldadura manual por arco eléctrico del aluminio y sus aleaciones*. (tesis de maestría) Instituto Universitario de Tecnología del Oeste. Venezuela.
- Pacheco (2015) *Desarrollo de un modelo teórico experimental para ciclos térmicos y perfiles de*

temperatura en juntas soldadas obtenidos por procesos de soldadura al arco eléctrico.

(tesis de maestría) Universidad Autónoma del Caribe. Colombia.

Quevedo y Malagón (2019) *Desarrollo de una herramienta de apoyo para la capacitación en el manejo de extintores usando virtualidad aumentada* (tesis de pregrado) Universidad Pedagógica Nacional. Colombia.

Rendón y Silvestre (2020) *Simulador virtual para el desarrollo de capacidades operativas en los estudiantes del curso de soldadura eléctrica del IESTP FFAA 2019.* (tesis de especialización) Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú.

West-arco (s.f) El electrodo ideal para cada necesidad. Catálogo de electrodos y productos. Colombia.