

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

INSTITUTO DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE

MAESTRÍA EN ESTUDIOS Y PROCESOS CREATIVOS EN ARTE Y DISEÑO



**“REALIDAD AUMENTADA Y FOTOGAMETRÍA APLICADAS EN EL DISEÑO
DE UNA HERRAMIENTA DIGITAL PARA LA CAPACITACIÓN DE PERSONAL
EN INSPECCIÓN DE CALIDAD COSMÉTICA DE PRODUCTO”**

TESIS PRESENTADA POR:

LIC. KARINA SÁNCHEZ CORRAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN ESTUDIOS Y PROCESOS CREATIVOS EN ARTE Y DISEÑO

DIRECTOR DE TESIS: DRA. SILVIA HUSTED RAMOS

CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA, SEPTIEMBRE 2022.

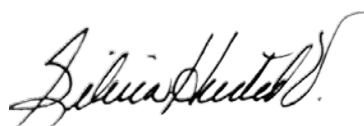
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Instituto de Arquitectura Diseño y Arte

Departamento de Diseño

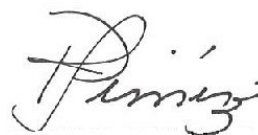
Maestría en Estudios y Procesos Creativos en Arte y Diseño

En nuestro carácter de Director y Lectores, hacemos constar que la tesis *Realidad Aumentada y Fotogrametría aplicadas en el diseño de una herramienta digital para la capacitación de personal en inspección de calidad cosmética de producto* presentada por **Karina Sánchez Corral**, cuenta con las características de aportación novedosa y solidez metodológica exigida por la normatividad universitaria.



Dra. Silvia Husted Ramos

Director de tesis



Dra. Carmen Patricia Jiménez Terrazas

Lector



Dr. Ramón Iván Barraza Castillo

Lector



Dr. Porfirio Peinado Coronado

Lector



Dr. Leonardo Andrés Moreno Toledano
Coordinador de la Maestría Estudios y Procesos
Creativos en Arte y Diseño

Ciudad Juárez, Chihuahua, Septiembre 2022.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres, principalmente. Todo el apoyo recibido y su fe en mí se ven reflejados en este documento. A mi hermana, a mis amigos y a mis profesores por ayudarme a nunca darme por vencida, por impulsarme a siempre darlo todo. A todos quienes fueron parte de él. Sin ustedes no lo habría logrado. Sé que Dios los puso a todos y cada uno de ustedes en mi camino por varias razones y esta es una de ellas. Les dedico esta tesis en ofrenda de su paciencia, su aliento y su compromiso.

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios, principalmente, por permitirme llegar a este punto; por darme lo necesario para culminar esta etapa de mi vida académica. A mis padres por todo su apoyo incondicional. A mi hermana por estar siempre a mi lado.

Agradezco de todo corazón a la UACJ, por guiarme en este camino y ser mi alma mater. A mi directora, la Dra. Silvia Husted, por creer en mí y dirigirme de principio a fin. A todos mis docentes, por impartir y compartir sus conocimientos.

Una mención especial al DigitLab, lugar donde se me permitió realizar gran parte de mi tesis para desarrollar la propuesta en su equipo de cómputo. Asimismo, a la Dra. Josefina Guerrero, quien me aceptó como tutorada en mi estancia de investigación.

Especialmente, al CONACyT, por el apoyo brindado en esta estadía que, además, hizo posible esta la culminación de esta Maestría.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.1.1 Enunciado del problema.....	10
1.2.1 Formulación del problema	15
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.1 Objetivo general	16
2.2 Objetivos específicos	16
3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
3.1 Justificación de la investigación.....	17
3.2 Delimitación de la investigación.....	21
3.2.1 Delimitación de tiempo:	21
3.2.2 Delimitación de espacio:	21
3.2.3 Delimitación de alcance:	21
4. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	22
5. MARCO TEÓRICO.....	26
5.1 Estado del arte	26
5.2 Capacitación para el recurso humano.....	31
5.2.1 La capacitación y su impacto en la productividad del personal	32
5.2.2 Los procesos de capacitación de personal	37
5.2.3 Tipos de capacitación en la industria.....	40
5.2.4 Técnicas e instrumentos utilizados en la capacitación de personal operativo.....	45
5.2.5 El recurso humano para procesos de capacitación en la industria maquiladora.....	50
5.3 Realidad Aumentada	54
5.3.1 Esbozo histórico de la Realidad Aumentada	54
5.3.2 Niveles de la Realidad Aumentada.....	58
5.3.3 Software de desarrollo de Realidad Aumentada	59
5.3.4 Campos de aplicación de Realidad Aumentada en entornos industriales	63
5.3.5 Elementos para la visualización a través de la Realidad Aumentada.....	67
5.4 Proceso de diseño centrado en el usuario de productos digitales	74
5.4.1 La Experiencia de Usuario (UXD).....	75
5.4.2 Diseño Centrado en el Usuario (DCU).....	82
5.4.3 Principios y leyes de diseño para la Experiencia de Usuario.	83
5.4.4 Metodología, métodos y técnicas para la Experiencia de Usuario.	96
6. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL	106
6.1 Plano Estrategia	106
6.2 Plano Alcance	110
6.3 Plano Estructura	115
.....	118
.....	119

6.4 Plano Esqueleto	120
6.5 Plano Superficie.....	121
6.6 Evaluación heurística.....	131
.....	138
7. RESULTADOS	141
.....	145
8. CONCLUSIONES	152
9. REFLEXIONES Y PROSPECTIVA	155
BIBLIOGRAFÍA	159
ANEXOS.....	168
Bitácora de campo.....	168
Pruebas de fotogrametría	175
Cuestionario de satisfacción de interfaz de usuario (Questionnaire for User Interface Satisfaction)	179
Cuestionario para evaluación de aprendizaje	181

ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS E ILUSTRACIONES

Imagen 1: Los Elementos de Experiencia de Usuario. Autor: Jesse James Garrett, 2011. Elaboración propia.....	98
Imagen 2. La capacitadora mostrando la pieza y los materiales donde se muestra el modelo. Elaboración propia.....	107
Imagen 3. Las herramientas de capacitación y condiciones de las actividades. Elaboración propia.....	109
Ilustración 1. Perfiles de usuario. Elaboración propia.....	112
Imagen 4. Inspección por zonas. Propiedad de la industria maquiladora.....	113
Imagen 5. Diagrama de flujo de la aplicación móvil. Elaboración propia.	115
Imagen 6. Captura de pantalla de prueba 1 de fotogrametría.....	117
Imagen 7. Captura de pantalla de prueba 2 de fotogrametría.....	118
Imagen 8. Captura de pantalla de prueba 2 de fotogrametría.....	119
Imagen 9. Captura de pantalla de prueba 3 de fotogrametría.....	120
Imagen 10. Wireframes de la aplicación móvil. Elaboración propia.	121
Imagen 11. Logotipo e ícono para App. Elaboración propia.....	122
Imagen 12. Identidad gráfica para App. Elaboración propia.....	123
Imagen 13. Pantalla para iniciar en la App. Elaboración propia.	124
Imagen 14. Pantalla de menú de la App. Elaboración propia.....	124
Imagen 15. Pantalla de galería de imágenes de la app. Elaboración propia.....	125
Imagen 16. Pantalla de galería de imágenes de la app. Elaboración propia.....	125
Imagen 19. Pantalla de galería de imágenes de la app. Elaboración propia.....	126
Imagen 17. Pantalla de galería de imágenes de la app. Elaboración propia.....	126
Imagen 18. Pantalla de características de calidad en la App. Elaboración propia.	126
Imagen 20. Captura de pantalla de primera prueba con el entorno UI de Unity y sus capacidades con UI CANVAS.....	127
Imagen 21. Marcador de activación para la Realidad Aumentada en la App. Propiedad de la empresa maquiladora.....	129
Imagen 22. Captura de pantalla de fotogrametría del reflector. Elaboración propia.....	130
Imagen 23. Captura de pantalla del modelo 3D en Cinema 4D.	131
Imagen 24. Evaluación de la App. Elaboración propia.	132
Figure 1. Características de los usuarios. Elaboración propia.....	132
Tabla 1. Reacción general al sistema. Elaboración propia.....	133
Tabla 2. Aspectos de la pantalla. Elaboración propia.....	134

Tabla 3. Información y terminología del sistema. Elaboración propia.	134
Tabla 4. Aprendizaje. Elaboración propia.	135
Tabla 5. Capacidad del sistema. Elaboración propia.	135
Tabla 6. Usabilidad e interfaz del usuario. Elaboración propia.	136
Imagen 25. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.	137
Imagen 26. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.	137
Imagen 27. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.	138
Imagen 28. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.	138
Imagen 29. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.	139
Imagen 30. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.	139
Imagen 31. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.	140
Imagen 32. Operadores de nuevo ingreso recibiendo capacitación a través de la app. Elaboración propia.	142
Ilustración 2. Género y edad de los usuarios. Elaboración propia.	143
Ilustración 3. La app me ayudó a aprender sobre el control de calidad del reflector. Elaboración propia.	143
Ilustración 4. El sistema me ayudó a identificar la zona A. Elaboración propia.	144
Ilustración 5. El sistema me ayudó a identificar la zona B. Elaboración propia.	145
Ilustración 6. El sistema me ayudó a identificar la zona C. Elaboración propia.	145
Ilustración 7. Pude detectar los defectos del reflector en la app. Elaboración propia.	146
Ilustración 8. La información que se proporciona en la app fue efectiva. Elaboración propia.	147
Ilustración 9. La app me permitió aprender fácilmente los conceptos importantes de la materia. Elaboración propia.	147
Ilustración 10. La app me permitió implicarme activamente en mi propio aprendizaje. Elaboración propia.	148
Ilustración 11. En general, estoy satisfecho con el aprendizaje obtenido a través de la capacitación en esta modalidad. Elaboración propia.	149
Ilustración 12. En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar esta app. Elaboración propia.	149
Ilustración 13. Fue fácil aprender a utilizar esta app. Elaboración propia.	150

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Enunciado del problema

La industria automotriz posee la cualidad de establecer enlaces con otros sectores de la economía de un país; debido a que sus actividades cubren una amplia variedad de procesos, desde mano de obra, hasta el ensamble de vehículos en líneas altamente automatizadas operadas con robots de alta tecnología (Araiza, Velarde, & Aguilar, 2013). Por esta razón, la capacitación de personal, en cuanto a calidad, es un factor muy importante y necesario, al cual, se debe someter la industria; para que, de este modo, el personal desempeñe sus labores dentro de un margen de error mínimo. La última actualización a la Ley Federal del Trabajo señala lo siguiente en el artículo 153-A:

la capacitación o adiestramiento se proporcione a estos dentro de la misma empresa o fuera de ella, por conducto de personal propio, instructores especialmente contratados, instituciones, escuelas u organismos especializados, o bien mediante adhesión a los sistemas generales que se establezcan (2019, p.43).

Lo cual, indica que es una actividad que compete ser laboral, ya sea impartida por la misma empresa a partir de su personal, o bien, con agentes especializados, en lugares adaptados; de alguna manera, considerando la capacitación como una parte de la jornada inherente a su crecimiento y productividad dentro de la organización.

En sentido amplio, la capacitación cumple una función eminente en el proceso de calidad de la ejecución exitosa de tareas y logros; esta constituye un eslabón más junto a la formación en el ámbito laboral. La capacitación de personal, en términos generales, es una actividad esencial dentro de las empresas que ofrece múltiples beneficios a todos los que configuran la industria, tales como la actualización, la oportunidad de ampliar sus conocimientos, ofrecerles herramientas para su óptimo desempeño, desarrollo o mejora de sus habilidades, entre otras, con el fin de mejorar el desempeño en sus roles actuales y de este modo, un incremento en la productividad que beneficia a los procesos y actividades diarias de la industria. Dentro de toda organización existe un bien intangible que le da vida al funcionamiento de los procesos internos, este bien es su personal, su recurso humano; para que el personal pueda alcanzar su máximo rendimiento y productividad, es necesario someterlos a un proceso de capacitación (Diez & Abreu, 2005).

La capacitación de personal es una actividad con costo, pero un error en producción o algún defecto en calidad del producto puede generar un gran impacto económico, para la industria e incluso el país. Este tipo de errores ocasionan pérdidas significativas, ya sea en material desperdiciado, en retraso de la producción, e incluso, en despido o renuncia del mismo personal. Por otro lado, el ISO 9001, Sistema de Gestión de Calidad que, en general, es una decisión estratégica de carácter obligatorio que ayuda a la organización a mejorar su desempeño y calidad global, así como proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible (Rincón, 2002). Asimismo, Armas, Llanos y Traverso (2017) postulan que “la calidad hoy en día constituye parte intrínseca de las organizaciones y son las personas quienes deben implementar la calidad en cada una de sus acciones al interior de las mismas”. Con esto, se destaca la importancia de la calidad dentro de cualquier empresa.

La industria automotriz, como ya se mencionó, ejerce un impacto importante en el PIB México. En relación con lo anterior, el presente documento se orienta al tema de la capacitación a través de un caso de estudio en Ciudad Juárez, Chihuahua que se especializa en iluminación automotriz, específicamente en los reflectores para los automóviles de las marcas con las que trabajan. Estos reflectores deben pasar por un protocolo de inspección de calidad de su apariencia, mediante el cual, el personal se encarga de que el producto cuente con las características y especificaciones que el cliente establece. En esta industria maquiladora, el control de calidad es un agente fundamental dentro de su proceso. Además, como cualquier empresa en este ramo, cuenta con la necesidad de brindar capacitación a su personal y proporcionar mejores herramientas para la resolución de las tareas que se deberán ejecutar. El caso de estudio cuenta con su propio método de inspección bajo el ISO 9001¹; este método establece los pasos a seguir para el personal que realizará la actividad. Sin embargo, esta capacitación es impartida a través de curso de formación a un grupo amplio de trabajadores, en donde, se pretende que todos aprendan al mismo ritmo, sin embargo, cada persona tiene habilidades diferentes en cuanto al aprendizaje, lo cual, se refleja en la productividad del personal. La intención de esta capacitación, además de inspeccionar la calidad del producto, es ayudar a prevenir el desperdicio.

¹ ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación de organismos nacionales de normalización. La Norma Internacional ISO 9001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema; asimismo, la necesidad de demostrar su capacidad para proporcionar productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente (Management, 2008).

Asimismo, la capacitación es una herramienta hacia la calidad, con la cual se educa, se capacita y se da instrucciones al personal. Existen elementos tradicionales para la impartición de una capacitación, por ejemplo, las lecturas grupales, talleres, conferencias, etc. Aunque han demostrado ser efectivos a través de los años, cabe destacar que pueden resultar costosos, tanto económicamente, como en cuestión de espacio-tiempo. Para impartir un taller en la empresa maquiladora, elegida como caso de estudio, se requiere de un espacio grande lo suficiente para integrar a todo el personal en la inducción como parte de su método de capacitación. No obstante, esto se muestra como un obstáculo que impide su completa efectividad, puesto que, la capacitación práctica se eliminó por falta de espacio y maquinaria. Por otro lado, las lecturas grupales son una actividad en la que se pretende que el personal comprenda al tiempo en que se realiza la lectura, lo cual, no siempre es benéfico. Es preciso mencionar que la saturación de información suele ser complicada de procesar y puede ser que no sea convertida en aprendizaje, lo cual, se traduce a una desmotivación.

El método de capacitación de la industria elegida para el caso de estudio se efectúa mediante un programa especializado, el cual, se implementa a manera de exposición grupal, la cual, consiste en un grupo amplio de operadores, quienes recibirán la capacitación, y dos capacitadores, empleados de la misma empresa destinados a esta tarea. Este método de capacitación se imparte de manera general, lo cual, se presenta como obstáculo. El método tradicional de la industria maquiladora elegida no ha demostrado ser del todo efectivo, debido a que no todos tienen la misma capacidad intelectual. Asimismo, las distracciones y su habilidad para capturar información es una cuestión individual, de la cual, depende el éxito de la capacitación y, por ende, la productividad en su área laboral actual (véase la bitácora de campo en anexos). Por esta razón, se plantea que el entrenamiento en aulas virtuales mediante

aplicaciones de aprendizaje virtual permite que el personal o su recurso humano, o bien el capacitador, guíen y enseñen a un amplio grupo de empleados de manera rápida y, asimismo, evalúen el mejoramiento mediante aplicaciones de prueba digitales (Selvan, 2015). La innovación es una disciplina que han de practicar todas las empresas, sin importar el sector en que compiten, o bien, su dimensión (Arraut, 2010). Así, las organizaciones mismas tienen la tarea de innovar y actualizarse constantemente, con el fin de seguir dentro de la competencia e ir evolucionando a la tecnología para brindar mejores herramientas al recurso humano y aportar a su crecimiento laboral.

1.2.1 Formulación del problema

1. ¿De qué manera se puede adaptar el modelo de capacitación análogo de inspección de calidad cosmética de producto a un proceso de capacitación digital, a través de tecnologías de Realidad Aumentada y técnicas del Computer Generated Imagery (CGI)?
2. ¿Cuáles son los contenidos que corresponden a la evaluación de calidad de producto, que son impartidos dentro de la capacitación introductoria de personal?
3. ¿Cuáles son las tecnologías de Realidad Aumentada apropiadas para implementarse en un proceso de capacitación digital?
4. ¿Cuál técnica, del Computer Generated Imagery (CGI), es la adecuada para la reproducción tridimensional del producto, en el cual, se basa la capacitación?
5. ¿Qué modelo de diseño es el adecuado para conducir el proceso de diseño y desarrollo de una herramienta digital que atienda la perspectiva de los usuarios?
6. ¿Cómo puede una herramienta digital, basada en la Realidad Aumentada, tener la capacidad de complementar la capacitación de forma eficiente?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo general

Diseñar una aplicación con tecnologías de Realidad Aumentada y técnicas del Computer Generated Imagery (CGI) para su implementación como herramienta de capacitación de personal en inspección de calidad cosmética de producto de la industria automotriz.

2.2 Objetivos específicos

1. Conocer el modelo de inspección de calidad cosmética del producto y la técnica de evaluación implementada en la capacitación introductoria de personal, para su implementación en la herramienta digital.
2. Indagar acerca de tecnologías de Realidad Aumentada y sus formas de aplicación.
3. Identificar la técnica del Computer Generated Imagery (CGI) apropiada para la reproducción tridimensional del producto, en el cual, se basa la capacitación.
4. Indagar acerca de procesos de diseño centrado en el usuario, que puedan conducir el proceso de diseño y desarrollo de una herramienta digital.
5. Corroborar que la herramienta digital basada en Realidad Aumentada es funcional y puede implementarse en complemento de la enseñanza análoga de los contenidos en cuestión.

3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Justificación de la investigación

La presente investigación, con enfoque en tecnologías de Realidad Aumentada aplicadas a la capacitación del recurso humano, se justifica en virtud de la relevancia que ha asumido la Industria 4.0, que desde el 2016 dio inicio esta era vigente. Actualmente, esta transformación de la industria implica no sólo la tecnología sino la migración de los procesos hacia la digitalización y ha automatizado los procesos industriales. Sin embargo, para el buen aprovechamiento de la Industria 4.0, se requiere que las personas se capaciten, se actualicen y rompan paradigmas que les permita acoplarse a la era de la cuarta revolución industrial y tecnológica (Sepúlveda, 2020). Sin duda, esta transformación ha impactado fuertemente en la industria maquiladora, sobre todo, en el sector automotriz en México. La industria automotriz en México creció a un ritmo acelerado a partir de la década de 1990 (Álvarez, en Martínez (coords., 2020).

Como ya se mencionó, la industria automotriz posee una gran relevancia en la economía del país. El avance de las tecnologías siempre ha estado a la par con la evolución de la sociedad en mayor o menor grado (López, 2020). Sepúlveda (2020) argumenta:

En la actualidad, tanto el sector público como privado se interesan en que la empresa sea capaz de adaptarse a los medios de producción y a los recursos de los cuales se disponen, de modo tal que sean aprovechados al máximo; esto en contraste con lo que se pretendía en la antigüedad, cuando el ser humano asumía la realización de todas las actividades correspondientes en la producción o en la disposición de un servicio.

El implemento de una tecnología emergente, tal como la Realidad Aumentada, en el área laboral como parte de la capacitación del personal, con la intención de adaptar un modelo tradicional, surge de la necesidad de adquirir las competencias que les permitan a las personas adaptarse a las nuevas dinámicas económicas y sociales de la economía digital (López, 2020). De acuerdo con Taboada y Sámano (2020), “la conexión digital entre personas, máquinas y objetos busca modificar los procesos productivos en la fase industrial, para con ello incrementar la eficiencia en la producción”, en (Martínez, Álvarez y García coords., p. 81). Debido a este constante avance tecnológico, el recurso humano de cualquier empresa debe tomar la iniciativa de actualizar sus habilidades y perfeccionar sus conocimientos; en otras palabras, debe ir a la par de la evolución tecnológica de la Industria 4.0 para desempeñar mejor sus labores y, en efecto, no quedarse atrás. Es imprescindible que el personal de las empresas sea capacitado para adecuarse a las tecnologías emergentes, así como para utilizarlas en sus actividades laborales cotidianas. La capacitación de personal es una actividad fundamental en el ejercicio laboral; la información otorgada debe ser valiosa y concisa, pues determina el rendimiento satisfactorio.

Una óptima capacitación del personal, si bien, no asegura el éxito de una compañía, pero sí lo encamina a este. Cada empresa cuenta con su propio programa de capacitación de acuerdo con sus necesidades que deben ser cubiertas. En la industria elegida para este caso de estudio, del sector automotriz en Ciudad Juárez, Chihuahua, la capacitación de personal en control de calidad es una actividad inherente en la industria que se encarga directamente de la satisfacción de sus clientes al obtener un producto de alta calidad, del cual, dependen diversos factores como cero fallas y errores. De este modo, este estudio permitirá expandir el campo de la capacitación dentro la industria específica mediante la incursión de una tecnología emergente como herramienta capacitadora. De manera que este implemento beneficie al personal mediante una

experiencia tecnológica; asimismo, que la experiencia sea enriquecedora y no se necesite recurrir a un supervisor para aclarar dudas, y lograr un buen proceso de inspección en calidad del producto para evitar errores. El principio de calidad en la compañía es un ciclo de no aceptar, no pasar y no hacer lo que está incorrecto. Por eso, es necesario conocer el producto y la calidad que la compañía ofrece, así como el prestigio de los mismos clientes con los que trabajan. Si bien, el uso de la Realidad Aumentada en el proceso de capacitación se ha implementado en distintas empresas que han obtenido resultados positivos. La intención es estudiar esta tecnología para tener un mejor acercamiento a una solución adecuada y más precisa que cumpla con los objetivos de la compañía: cero errores.

Por otra parte, esta investigación parte desde la perspectiva de la disciplina del diseño gráfico, la cual, es una disciplina proyectual que está sujeta a la evolución tecnológica. Es importante que el diseñador gráfico, en términos específicos, se adapte y responda a estos cambios resultado de la Industria 4.0, puesto que, actualmente vivimos en mundo donde la globalización ha hecho que todo el planeta se encuentre interconectado, tarde o temprano las tecnologías llegarán a cada uno de los puestos de trabajo (López, 2020). El ritmo del cambio que se vive, hoy en día, acelera de manera creciente. Por este motivo, se pretende incentivar y a los diseñadores gráficos a expandir el panorama y abrir campo a la tecnología y la industria maquiladora para proponer posibles soluciones innovadoras a problemáticas. Si bien, el diseñador gráfico tiene las herramientas necesarias para desarrollar soluciones que impliquen las tecnologías emergentes, así como la realización de modelados tridimensionales en un computador. A diferencia de investigaciones realizadas que parten de la ingeniería. Además, la incursión de tecnologías emergentes para mantenerse actualizado dentro de sus actividades diarias podría atraer ventajas para todos los actores que constituyen a las compañías.

Asimismo, esta investigación ayudará como referencia para implementar esta tecnología en la capacitación de personal en gestión de calidad en otras industrias nacionales e incluso internacionales del sector automotriz. De manera que la Realidad Aumentada se utilice como una herramienta funcional para realizar esta actividad, y así, genere un beneficio y una respuesta positiva para el personal de producción de la empresa automotriz elegida y, por ende, a la empresa misma. Por otro lado, este estudio se realizará desde la perspectiva del diseño gráfico con un enfoque tecnológico, por lo que se pretende incentivar y a los diseñadores gráficos a expandir el panorama y abrir campo a la tecnología para proponer posibles soluciones innovadoras a problemáticas. Si bien, el diseñador gráfico tiene las herramientas necesarias para desarrollar soluciones que impliquen las tecnologías emergentes, así como la realización de modelados tridimensionales en un computador. A diferencia de investigaciones realizadas que parten de la ingeniería. Además, la incursión de tecnologías emergentes para mantenerse actualizado dentro de sus actividades diarias podría traer ventajas para todos los autores que configuran a las compañías. “Para aprovechar las oportunidades de la Industria 4.0, se recomienda actualizar esas habilidades” (Taboada y Sámara en Martínez, Álvarez, & García, 2020, p. 83).

3.2 Delimitación de la investigación

3.2.1 Delimitación de tiempo: Esta investigación se llevará a cabo a partir de agosto del 2020 y culminará en agosto del 2022.

3.2.2 Delimitación de espacio: Esta investigación aplicada forma parte de un caso de estudio de la industria automotriz en Ciudad Juárez. Esta industria maquiladora es perteneciente a la segunda generación o fase de la manufactura, de acuerdo con Carrillo y Lara (2004), que tienen “fuerte ingrediente de racionalización del trabajo a través de los nuevos modelos organizacionales corresponde a la implantación del sistema de producción japonés”. Estas cuentan con un intensivo IED² en capital, tecnología y capacitación.

3.2.3 Delimitación de alcance: Se realizará una aplicación móvil para el proceso de inspección de calidad cosmética de un reflector de automóvil de la empresa elegida, utilizado en la capacitación del personal de nuevo ingreso.

² Inversión Extranjera Directa.

4. DESARROLLO METODOLÓGICO

La investigación aplicada son experiencias de investigación con propósitos de resolver o mejorar una situación específica o particular, para comprobar un método o modelo mediante la aplicación innovadora y creativa de una propuesta de intervención, en este caso de índole orientadora, en un grupo, persona, institución o empresa que lo requiera (Vargas, 2009). La presente investigación aplicada se llevará a cabo mediante un nivel descriptivo, el cual, consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento (Arias, 2012, p.24). De esta manera, se realizará una descripción de cómo se imparte la capacitación de personal en términos generales y específicos dentro de un caso de estudio. Asimismo, para determinar su método de entrenamiento en relación con los métodos y tipos de capacitación ya existentes y aplicados en las industrias. El diseño de esta investigación será de campo, que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna (Arias, 2012, p. 31). Será necesario acudir a un curso de inducción de un caso de estudio y tomar el entrenamiento a la par con el nuevo personal y así, obtener información directa sobre el caso de estudio. De este modo, será posible interactuar con el personal y documentar su experiencia; asimismo, determinar sus fortalezas e inquietudes, tanto del personal capacitador, como del personal de producción de nuevo ingreso que tomará la capacitación, de acuerdo con el programa de capacitación que un caso de estudio tiene.

El enfoque de esta investigación será mixto, puesto que se realizará una investigación cualitativa con herramientas de corte cuantitativo. “En este enfoque, un investigador recoge datos cuantitativos y cualitativos, los analiza por separado y luego compara los resultados para

ver si los hallazgos se confirman o desconfirman entre sí” (Creswell, 2009). Este estudio requiere de ambas investigaciones para la recolección de datos e información, así como herramientas para el análisis y evaluación de estos. Debido a que se llevará a cabo la observación directa en un caso de estudio para el acopio y análisis de información subjetiva que, por otro lado, deberá ser interpretada y evaluada. Asimismo, tendrá una temporalidad transversal, debido a que se llevará a cabo en un solo momento en un tiempo único. Siendo así, se realizará una capacitación de personal única con la aplicación propuesta de Realidad Aumentada, y en ese momento, se evaluará la funcionalidad de la aplicación y el aprendizaje del personal. Como muestra, se utilizará un Muestreo intencionado, el cual, consiste en que, partiendo del conocimiento amplio que el investigador tiene del universo, por su cuenta, va a seleccionar los sujetos que compondrán la muestra mediante la selección de casos considerados como típicos, bajo el supuesto de que los errores que pudieran haberse cometido tiendan a compensarse entre sí (Garcés, 2000). Aunando esto, se seleccionó un grupo específico de personas con características similares como muestra, siendo estos, tal y como se mencionó anteriormente, el personal de producción de nuevo ingreso de un caso de estudio, que se conforma de 50 participantes de género masculino y femenino con variable de edad, integrantes del área de producción de la empresa de todos los turnos. La ventaja de este muestreo es que será un número reducido de personas, que, además, trabajan y representan la misma área.

La observación es un instrumento de valor que permite recoger directamente la información del comportamiento del fenómeno que se requiera para la investigación (Garcés, 2000, p. 115). Asimismo, las anotaciones se registran en una bitácora de campo, donde se incluyen descripciones del ambiente, diagramas, listado de objetos o artefactos recogidos en el contexto, tales como fotografías y videos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Aunando

esto, se utilizará la observación directa, con la cual, se participará en la capacitación pertinente junto con todos los actores involucrados: capacitadores, personal de nuevo ingreso de producción y agentes de seguridad; y se tomarán todas las medidas de seguridad y privacidad establecidas. Si bien, será posible involucrarse completamente en la actividad, puesto que esta es exclusiva para el personal, sin embargo, se podrá observar directamente e interactuar con el personal. Todo esto será registrado en una bitácora de campo, mediante anotaciones, fotografías y videos.

Una vez capturada y documentada toda la información obtenida de la observación y delimitado el tema específico, se comenzará con el desarrollo de la aplicación móvil de Realidad Aumentada como herramienta de capacitación de personal en la inspección de calidad cosmética de producto. Esta inspección de calidad recae en el producto que el caso de estudio se especializa. Para ello, será necesario conocer todos los elementos que lo conforman y las especificaciones establecidas por ellos mismos, o bien, sus clientes. Por consiguiente, se modelará digitalmente en 3D por medio de la fotogrametría, en la cual, se tomará captura fotográfica del producto, y se utilizará un programa especializado para su modelado. La intención de esta técnica de fotogrametría es dar realismo y detalle al producto, lo cual, es clave para una correcta capacitación. Para el desarrollo de la aplicación, se requerirá de delimitar la información y establecerla puntualmente en colaboración con uno de los capacitadores; esto con la finalidad de concretar la comunicación a través de una fuente fidedigna. En este proceso, la retroalimentación es indispensable para una capacitación certera.

Se evaluará tanto la usabilidad de la aplicación, como el aprendizaje obtenido del personal al recibir su capacitación mediante esta modalidad tecnológica. Para cumplir con la primera evaluación, se aplicará el Questionnaire for User Interface Satisfaction, el cual, es una

herramienta validada que tiene la finalidad de medir la usabilidad de aplicaciones, sitios web, etc. De este modo, se validará si la interfaz de la aplicación móvil desarrollada fue funcional de acuerdo con los parámetros establecidos del objeto a revisar, en este caso, un reflector de automóvil, así como sus módulos y la visualización entera del producto; de manera en que se diferencie el modelo digital del modelo tradicional. Para esta evaluación heurística, se tomará una muestra de 10 usuarios ajenos a la industria maquiladora, puesto que, se requiere de una valoración neutral al contenido de esta; es decir, un enfoque en la satisfacción de uso de la interfaz sin algún conocimiento previo al tema de la capacitación.

Por último, se elaborará y se aplicará una rúbrica de evaluación, a modo de cuestionario cerrado, para evaluar el aprendizaje obtenido en esta modalidad de capacitación a los operadores, o bien, al usuario. Con esto, se determinará y se describirá si la interfaz aplicación móvil funcionó técnicamente, y si fue lo suficientemente intuitiva. Además, si el usuario tuvo problemas al momento de interactuar con ella. También, se determinará si el personal aceptó o rechazó la incursión de esta tecnología dentro de la capacitación para su labor, y si obtuvo un aprendizaje adecuado para ejercer su labor en esta área. La rúbrica fue diseñada a partir de la adaptación en español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ, planteada por Hedlefs, De la Garza, Sánchez, & Garza (2015). A la par, se utilizó como referencia la Evaluación educativa de los cursos en modalidad mixta de una Institución de Educación Superior, desarrollada por Sotelo (2017), para su tesis doctoral. Ambas rúbricas fueron construidas para fines distintos, los cuales, complementan la evaluación final de esta investigación, que consiste en corroborar la usabilidad y el aprendizaje de la herramienta digital.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Estado del arte

En la exploración del fenómeno de interés, se ha estudiado este tema referente a las tecnologías emergentes, específicamente la realidad aumentada, en la capacitación de personal en la industria. A continuación, se mencionan algunas de estas investigaciones en orden cronológico.

Segovia, Mendoza, Mendoza & González (2015) plantean la Realidad Aumentada (RA) como una herramienta para visualizar información que pueda ser utilizada en la industria manufacturera. Este estudio propuso un sistema de Realidad Aumentada, el cual, se vinculó a un software de calidad asistida por ordenador a manera de solución para así supervisar la producción. De este modo, la implementación de este sistema tuvo como resultado una herramienta dinámica que permitió reducir los tiempos de auditoría. Los autores sostienen que una organización manufacturera debe ser capaz de proporcionar a sus clientes productos de calidad, y así, garantizar que sus procesos han sido supervisados y mejorados constantemente. Asimismo, se conoce que lanzar al mercado un producto defectuoso puede ser muy costoso y causar pérdidas importantes a la industria; recuperar un producto por su mala calidad es una solución igualmente costosa. Las aplicaciones de RA son procesadas mediante un dispositivo móvil o un casco de Realidad Virtual; aunque en las últimas décadas, ha sido más común el uso de teléfonos inteligentes y tabletas, puesto que estos son más accesibles para el público general. Posteriormente, la recolección de datos en cada estación de trabajo se realiza utilizando diferentes dispositivos de medición que son dependientes de la característica que necesita ser analizada. La hipótesis de este estudio surge de la necesidad de tener un acceso más fácil a la

información recogida en la línea de producción; así, se establece que la tecnología de RA facilita el proceso de toma de decisiones en cuanto a calidad en el monitoreo. En conclusión, se demostró que la Realidad Aumentada puede ser una herramienta de orientación y educación para los técnicos durante los cursos de mantenimiento y capacitación, puesto que reduce el tiempo de trabajo y disminuye el margen de errores al mostrar los conocimientos necesarios para completar una tarea de forma clara y específica, permitiendo que la información esté disponible en cualquier frecuencia requerida (Alegría, 2015)

De Pace, Manuri & Sanna (2018) manifiestan que, desde los orígenes de la Realidad Aumentada, la industria ha sido uno de sus principales dominadores. En este artículo se ofrece una visión general de las aplicaciones de Realidad Aumentada más importantes en la industria. Particularmente, en el Control de Calidad de Producto, por lo general, la fabricación de un producto pasa por varias fases, como la concepción, el diseño y la realización. No obstante, una vez que se realiza el producto, este debe ser inspeccionado para comprobar que no existen errores; sin embargo, este proceso debe ser rápido y preciso. Para satisfacer esta cuestión y entregar un producto de calidad al usuario final, la Realidad Aumentada resulta una tecnología prometedora para realizar la inspección, pues permite una comparación directa entre el objeto real y un modelo ideal. De este modo, con esta tecnología, el operador puede visualizar una representación tridimensional del objeto (modelo 3D) ideal superpuesta directamente al producto que se está inspeccionando. Como resultado, se dedujo que el método de Realidad Aumentada proporciona el mejor rendimiento al ser el más rápido; además de que muestra el menor número de errores. Finalmente, este sistema ayuda al operador a comprender los atributos que deben medirse. La Realidad Aumentada es una tecnología clave para la Industria 4.0, de

manera que enriquece tanto al trabajo de los gerentes y supervisores, como el de los trabajadores (De Pace, Manuri, & Sanna, 2018).

Según Etonam, Di Gravio & Kuloba (2019), la innovación se ha convertido en una característica esencial de la industria manufacturera; esta tiene como objetivo mejorar la calidad, controlar la contaminación y eliminar desechos. El control de calidad es una etapa de suma importancia en el proceso de producción que afecta directamente a los gastos generales. Dentro del área de mantenimiento, es posible escanear una máquina con un dispositivo de Realidad Aumentada, y así, el usuario podrá detectar alguna falla en caso de tenerla. Luego, el dispositivo le dará instrucciones al usuario en tiempo real sobre cómo reparar dicho fallo de la máquina. Si bien, el costo que tiene la corrección de productos defectuosos en las diferentes etapas de producción no es económico, por el contrario, la reparación podría resultar contraproducente. Así, aplicaciones de RA pueden ser utilizadas para la inspección en cada etapa, y como consecuencia, ahorrar tiempo y reducir los errores que pudiesen ocurrir. En este caso de estudio, se utilizó un dispositivo de Realidad Aumentada desarrollado por *Bosch*, llamado “Smart eye”, con el cual, fue posible tomar captura fotográfica del producto defectuoso y automáticamente este sería revisado desde el sistema central. Debido a esto, el tiempo de inspección se redujo un 80%, asimismo, redujeron los errores. Como conclusión, la Realidad Aumentada es una tecnología que brinda beneficios potenciales a la industria manufacturera, particularmente en el área de mantenimiento y control de calidad (Etonam, Di Gravio, Kuloba, & Njiri, 2019).

Acorde a Bottani & Vignali (2019), la Realidad Aumentada es un término que describe una realidad meditada, en donde la percepción visual del entorno físico del mundo real es mejorada por medio de dispositivos computacionales. El objetivo de su artículo es el análisis y la

revisión de la literatura científica relacionada con la aplicación de la tecnología de la Realidad Aumentada (RA) en la industria. Esta tecnología ha demostrado ser muy flexible y con gran potencial en ámbitos como el mantenimiento, diseño de productos, educación, etc. A partir de esto, el propósito de este análisis es clasificar la bibliografía de Realidad Aumentada desde el año 2006 hasta el 2017 e identificar en qué áreas se aplica actualmente esta tecnología emergente, y así, describir las soluciones propuestas y los beneficios obtenidos. Estos autores mencionan que un área emergente de las aplicaciones de RA es precisamente la industria manufacturera (Bottani & Vignali, 2019).

Szajna, Stryjski, Woźniak, Chamier & Królikowski (2020) plantean en su artículo de investigación que el mundo se encuentra en una digitalización acelerada de muchas ramas de la economía. La tecnología de la Realidad Aumentada, como una rama de la digitalización de la producción, genera una interfaz hombre-máquina conveniente y natural. En este artículo, los autores se enfocan en las ventajas que esta tecnología tiene, así como sus desventajas, imperfecciones tecnológicas y limitaciones. Debido a la revolución digital, o bien, la Revolución Industrial 4.0, nos enfrentamos a cantidad de tecnologías que dominarán la inversión y la innovación. Asimismo, la tecnología de la Realidad Aumentada ha destacado en los últimos años. Por otro lado, el control de calidad es un elemento indispensable en los procesos de producción de la industria; y si se organiza correctamente, este puede reducir el costo de la producción de manera efectiva y aumenta la satisfacción del usuario. Si bien, en la modernidad de la Industria 4.0 se requieren sistemas más avanzados, sin embargo, es indispensable, del mismo modo, tener personal calificado. Para este estudio, se proporcionó lentes de RA al equipo de control de calidad. La Realidad Aumentada brinda un sistema que funciona en tiempo real, en el cual, se muestran a través de las gafas objetos virtuales a manera

de modelos tridimensionales, gráficos, etiquetas, etc.; los cuales, se visualizan sobrepuestos en el entorno real. En conclusión, esta solución presentada para el control de calidad mediante el uso de la tecnología de RA representó un paso significativo hacia la mejora de la interacción humana con las herramientas y procesos. De este modo, fue posible reducir el tiempo que requieren las operaciones, en particular las inspecciones de calidad del producto en el proceso de producción (Szajna, Stryjski, Woźniak, Chamier, & Królikowski, 2020).

Para Boboc, Gîrbacia & Butila (2020) la Realidad Aumentada permite la interacción entre el hombre y la máquina superponiendo información virtual en un entorno real. En su estudio, presentan una revisión sistemática de los sistemas de Realidad Aumentada existentes en el campo de la automoción, donde sintetizaron 55 estudios desde el año 2002 hasta el año 2019. El objetivo principal de esta investigación es proporcionar una visión de las aplicaciones y tecnologías de Realidad Aumentada en el campo de la automoción. Estos autores argumentan que la industria automotriz ha adoptado nuevas mejoras tecnológicas avanzadas como la maqueta virtual y la creación de prototipos. De este modo, en los últimos años, muchos fabricantes de automóviles han desarrollado un gran interés por la accesibilidad y potencial para generar soluciones innovadoras de la Realidad Aumentada. Como resultado, los 55 documentos se clasificaron de acuerdo con un criterio específico: documentos conceptuales y documentos de revisión. Este estudio tuvo como objetivo presentar a través de un enfoque sistemático, el estado del arte de la Realidad Aumentada como una tecnología útil en la industria automotriz. De este modo, la intención de este artículo es sistematizar los trabajos de investigación relacionados con la industria automovilística y presentar las características generales de los sistemas de Realidad Aumentada desarrollados para este campo, así como los beneficios y retos existentes (Boboc, Gîrbacia, & Butila, 2020).

En 2021, Cárdenas propuso en su tesis de posgrado, la creación de una aplicación móvil con Realidad Aumentada como valor agregado para fines de capacitación en un lugar específico, en torno a un modelo en particular. Esta aplicación fue implementada en una tableta Lenovo con un sistema operativo Android. Este autor define la Realidad Aumentada como una técnica, que se ha convertido en una herramienta tecnológica, que permite colocar objetos virtuales sobre el mundo real. Esta técnica ha sido incursionada en diferentes áreas de formación de capital humano. Para la creación de esta aplicación se utilizó el nivel 1 de la Realidad Aumentada, el cual, utiliza marcadores como medio de activación. Asimismo, utilizó como software de desarrollo Unity, SolidWorks y Blender; así como Vuforia. El sistema contó con 5 pasos: 1) la selección de la máquina, 2) la selección del contenido de guía de usuario, 3) el diseño digital del modelo, 4) la selección de marcadores, y 5) la creación de la interfaz. Esta aplicación funcionó como una guía rápida que introduce al usuario en el aprendizaje del maquinado y se evaluó con una pequeña muestra de usuarios (Cárdenas, 2021).

5.2 Capacitación para el recurso humano

La capacitación es una manera de formación en la industria, a través de las capacitaciones se garantiza el rendimiento del recurso humano que incide en la optimización de costos, tiempo y calidad de los productos. En este capítulo, se definirán conceptos imprescindibles para comprender la capacitación del personal en torno a sus procesos, técnicas e instrumentos, así como su impacto en la productividad, orientada a la industria maquiladora.

5.2.1 La capacitación y su impacto en la productividad del personal

Para toda empresa actual resulta de fundamental relevancia contar con un idóneo equipo de trabajo configurado con un personal acertado para cada área o puesto. El personal tiene la asignatura de ejercer en forma su labor dentro de la compañía. No obstante, de acuerdo con Santillán y Mera (2020), conseguirlo es un reto que pasa por tres etapas. La primera recae en el reclutamiento, es decir, encontrar el talento humano que cuente con las características deseadas. En segunda instancia está el brindar las herramientas necesarias para su mejor desempeño, así como la creatividad para motivar e incentivar. La última etapa consiste en retenerlo; una de las tareas más complejas debido a la alta competitividad que existe entre las empresas. Es responsabilidad del recurso humano de la empresa contar con los recursos necesarios para conservar al personal calificado.

Sin duda, el recurso humano dentro de cualquier empresa es el elemento más importante. Por esta razón, la capacitación resulta una actividad imprescindible para conseguir el éxito de la compañía, además de un mayor y mejor desempeño del personal al ejecutar sus labores asignadas. En la actualidad, toda organización debe convertir a su recurso humano en un Recurso Humano estratégico, para así, poder aplicar un plan de formación estratégico mediante un sistema de gestión (Milhem, Abushamsieh, & Aróstegui, 2014). El proceso de capacitación son acciones que se materializan en el saber, en otras palabras, el conocimiento a través de la capacitación (Santillán y Mera, 2020). En términos específicos, la capacitación se define como “un proceso planificado para modificar la actitud, el conocimiento, la habilidad o el comportamiento a través de la experiencia de aprendizaje para lograr un rendimiento eficaz en una actividad o gama de actividades” (Milhem et al., 2014). Si bien, este proceso es

imprescindible dentro de la configuración de toda empresa, que actúa como educador para un eslabón más dentro de la formación del personal en el ámbito empresarial.

En México, como ya se ha mencionado, acorde a la Ley Federal del Trabajo, toda empresa pública o privada está en la obligación de facilitar la capacitación a todos sus trabajadores. Es así como esta actividad es obligatoria dentro de cualquier industria mexicana. Una de las cualidades inherentes que posee la capacitación al personal es que juega un papel de primera importancia al ser un vehículo transmisor formal de conocimientos (Ollivier, 2005). Por otra parte, la empresa misma tiene la responsabilidad de adquirir los medios de innovación necesarios para mantenerse actualizada. El contexto de competitividad en los negocios actuales exige a las empresas ser capaces de innovar de forma continua con el fin de que se pueda lograr una apropiada inserción en los mercados nacionales e internacionales (Barbosa & Cortés, 2019). Asimismo, trae consigo beneficios que retribuyen a todos los actores que configuran la empresa, tales como la productividad y la calidad.

Acorde al artículo 153-1 de la Ley Federal del Trabajo:

se entiende como productividad el resultado de optimizar los factores humanos, materiales, financieros, tecnológicos y organizacionales que concurren en la empresa, en la rama o en el sector para la elaboración de bienes o la prestación de servicios, con el fin de promover a nivel sectorial, estatal, regional, nacional e internacional, y acorde con el mercado al que tiene acceso, su competitividad y sustentabilidad, mejorar su capacidad, su tecnología y su organización, e incrementar los ingresos, el bienestar de los trabajadores y distribuir equitativamente sus beneficios (*Ley Federal del Trabajo*, 2019, p.45).

Se considera que la productividad está relacionada con el nivel de capacitación de los operarios. Toda empresa se constituye en departamentos, áreas, puestos, etcétera. Cada uno de ellos se construye con un propósito y un objetivo específico establecidos por el recurso humano de la empresa para la correcta ejecución de sus procesos. Por ende, en la capacitación es necesario analizar las necesidades del trabajador y que estos reciban los instrumentos y conocimientos necesarios para desenvolverse adecuadamente en su área laboral (Zambrano, 2014 como se citó en Obando, 2020). La capacitación que recibe el personal va ligada directamente con su productividad dentro de la empresa, generando así un impacto positivo, puesto que genera transformaciones en el desarrollo de las personas. La productividad, en definición general, es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla, o bien, la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos.

Esta definición, independientemente de la empresa y sus sistemas, siempre será la misma. De acuerdo con lo anterior, se indica que capacitación del personal está vinculada de manera intrínseca con la productividad. De manera en que, al brindarle las herramientas necesarias, así como el conocimiento para su aprendizaje, estos factores se traducirán en una motivación que los impulsará a desenvolverse mejor en su labor. Por este motivo, la capacitación es una de las mejores inversiones en el recurso humano, y su ausencia trae como consecuencia el incurrir a casos de tipo económico: baja productividad, menor calidad, desperdicio en materia prima, así como gastos sociales (Santillán y Mera, 2020). No es novedad que la buena producción se ve reflejada directamente en la economía. Asimismo, se espera que esta inversión económica en la capacitación sea retribuida eventualmente con la eficacia de los trabajadores. Una mala asignación genera pérdidas, por ende, la capacitación se ve como un

modelo a seguir para ahorrar recursos, tiempo y dinero, además, genera un valor agregado al trabajador que no posee de conocimientos previos de la labor correspondiente (Parra & Rodríguez, 2015).

Así, la productividad del recurso humano es un comportamiento de alta relevancia para cumplir con los objetivos de la empresa, sin embargo, existen otros factores que determinan el éxito de esta. Prokopenko (1989) plantea algunas ideas erróneas comunes en relación con la productividad. En primer lugar, está el afirmar que esta es más que la eficiencia del trabajo y debe tener en cuenta el aumento del costo de la energía y de las materias primas. La segunda idea la constituye la medición del rendimiento del recurso humano simplemente por el producto, puesto que, el valor del producto depende de diversos factores, tales como el aumento del costo del insumo que está sujeto a la inflación. En tercera instancia se encuentra uno de los errores más comunes, el cual está en confundir la productividad con la rentabilidad, puesto que, incluso cuando la productividad vaya en incremento, esta no viene acompañada de un alto beneficio, puesto que los bienes producidos con eficiencia no siempre son demandados. Asimismo, otra idea errónea es confundir la productividad con la eficiencia. Otro problema es el asociamiento de la productividad solamente puede ser aplicada a la producción.

De este modo, tal como lo menciona el autor, la productividad es un concepto que se vincula cada vez más a la calidad del producto, los insumos y del propio proceso; sin embargo, debe ser examinada desde el punto de vista social y económico (Prokopenko, 1989). En este sentido, el personal tiene la obligación de ejecutar sus labores de la mejor manera para así generar resultados óptimos; de manera en que sea posible evaluar su gran desempeño. Sin embargo, no todo el peso recae en el operador. Si bien, el recurso humano destinado a brindar las herramientas y conocimientos necesarios dentro del proceso de capacitación también tiene

la función de motivar al personal. La capacitación es un generador de transformaciones en el desarrollo de las personas. En este sentido, Santillán y Mera (2020) sugieren el salario emocional como valor agregado empresarial, el cual, refiere a toda retribución no económica que el trabajador puede obtener de la empresa; este puede actuar como un factor motivador para los trabajadores.

Dicho lo anterior, se considera que el personal suele desempeñarse mejor cuando se desenvuelve dentro de un buen ambiente laboral que además cuente con capacitaciones para su desarrollo. Puesto que, a medida que una persona aprende más, la productividad o la mejora en la calidad del producto y servicio serán mayor (Santillán & Mera, 2020). Es importante recordar que el recurso humano evidentemente está conformado por personas, quienes responden a un comportamiento. Tratar con seres humanos es un trabajo demandante que implica generar él habilidades para aportar ideas y desarrollar proyectos, además de tomar en consideración el hecho de que cada individuo posee una capacidad de aprendizaje diferente, por ende, adoptar un tipo de capacitación focalizados y planificados de acuerdo con las necesidades de su personal como parte de su responsabilidad social. De tal modo en que los trabajadores estén satisfechos y motivados con los recursos que la empresa les otorga para ponerlas en marcha en su área laboral, y que así, generen resultados óptimos, tanto para ellos mismos y su desarrollo personal, como para el éxito de la organización en la que ejercen. Finalmente, estos factores se ven retribuidos económicamente, puesto que la inversión inicial de la capacitación rinde frutos con el recurso humano. Además, se amplía la posibilidad de retener a los trabajadores y evitar que estos renuncien por desmotivación debido a la falta de aprendizaje y estancamiento; así, se reduce la necesidad de un constante reclutamiento de talento humano y aumenta la productividad.

5.2.2 Los procesos de capacitación de personal

Hasta ahora, se ha definido el concepto de la capacitación. Dessler y Varela (2011) establecen que “la capacitación se refiere a los métodos que se utilizan para dar a los trabajadores nuevos o actuales las habilidades que necesitan para realizar sus labores” (p. 185). Estos autores plantean, asimismo, que la tecnología suele ayudar a mejorar los procesos de inducción; y mientras que las organizaciones se vuelven más avanzadas tecnológicamente, los autores de la empresa requieren capacitación en habilidades tecnológicas. Si bien, cada organización cuenta con su programa de capacitación para cumplir con ciertos requisitos y necesidades. Para ello, existe un proceso de capacitación y desarrollo que consiste en cinco pasos (Dessler & Varela, 2011), los cuales, se explicarán a continuación.

5.2.2.1 Diagnóstico de las necesidades de capacitación

El primer paso se le atribuye al diagnóstico de las necesidades de capacitación, el cual, cuenta con tres pasos esenciales para ejecutarlo. La primera actividad por realizar determinar la capacitación que se requiere mediante la identificación de habilidades específicas que sean necesarias para mejorar el desempeño y la productividad del personal. La evaluación de estas necesidades implica un análisis de tareas, el cual, consiste en un estudio de los puestos de trabajo para determinar qué habilidades específicas se requieren. La segunda tarea de este primer paso es asegurar que el programa será adecuado para niveles de educación, experiencia y habilidades específicas de los trabajadores, conocido como modelos de competencia. La tercera y última tarea consiste en establecer los objetivos de la capacitación; estos especifican qué debería lograr

el aprendiz una vez que haya completado exitosamente el curso de capacitación, funcionando como una guía.

5.2.2.2 Diseño didáctico

El Diseño didáctico es el segundo paso planteado por Dessler y Varela y está dividido en tres fases. La primera es, en sentido amplio, delimita las técnicas de capacitación, luego de compilar los objetivos, y así, organizar en un plan de estudio. En la segunda fase, se debe asegurar que todos los materiales se complementan entre sí y se fusionen en un programa de capacitación unificado en relación con los objetivos establecidos. Por último, el proceso da como resultado un manual de capacitación. Este manual deberá la descripción del puesto de trabajo del aprendiz, un bosquejo del programa de capacitación y una descripción escrita de lo que se espera que el trabajador aprenda, que finaliza con autoexámenes breves.

5.2.2.3 Validación

Este tercer paso, según Dessler y Varela, consiste en presentar y validar la capacitación frente a una audiencia representativa. Las revisiones finales se basan en los resultados piloto, es decir, los primeros resultados, para garantizar la efectividad del programa. Así, se podrá dar continuación a la implementación del programa.

5.2.2.4 Implementación

En el paso de la implementación, una vez que sea factible, usar un taller de “capacitar al instructor”, el cual, debe estar enfocado en la presentación del conocimiento y las habilidades, además del contenido de la capacitación. En otras palabras, este taller consiste en capacitar a los capacitadores, para que estos puedan impartir exitosamente el programa a los trabajadores. Asimismo, en la implementación se pone en marcha el programa hacia los aprendices.

5.2.2.5 Evaluación

Finalmente, el quinto paso en el proceso de capacitación consiste en valorar las reacciones, el aprendizaje, el comportamiento y/o los resultados de los trabajadores. Para evaluar un programa de capacitación se abordan dos temas. El primero es cómo diseñar el estudio de evaluación; y el segundo es el efecto de la capacitación a medir. La experimentación controlada, según Dessler y Varela, es el mejor método para usar en la evaluación de un programa de capacitación; este usa tanto un grupo de capacitación como un grupo de control. Sin embargo, este método no es muy utilizado por las empresas. Mientras que los efectos de la capacitación a medir miden cuatro categorías básicas de los resultados de capacitación: la reacción, el aprendizaje y el comportamiento. La reacción evalúa si les gustó o no el programa, o bien, si este valió la pena. El aprendizaje examina a los individuos para determinar si aprendieron los principios, las habilidades y lo que se supone debieron aprender. El comportamiento se mide en cuanto si este cambió en los aprendices debido al programa de capacitación.

Estos pasos son fundamentales para todo proceso de capacitación de cualquier índole. Para este proyecto de investigación, este apartado ayudará al lector a entender el programa de capacitación utilizado en la empresa elegida, así como el modelo tecnológico que se realizará en el desarrollo de la propuesta, puesto que, para elaborarlo y ejecutarlo, estos pasos estarán implícitos. Cada programa de capacitación es distinto y comprende diferentes objetivos y necesidades tanto de la empresa como de los aprendices. Estos autores brindan un espectro amplio acerca de cómo incursionar un programa de capacitación dentro de cualquier empresa; no obstante, los resultados varían de acuerdo con el tipo de capacitación y la técnica elegida, además de las características de los trabajadores.

5.2.3 Tipos de capacitación en la industria

Toda empresa está sujeta a necesidades que son dependientes de diversos factores, por ende, tanto la empresa como el capacitador debe tomar la decisión que aporte a la formación del personal y les ayude a desarrollar sus habilidades. Existen dos tipos de capacitación de personal diferentes que las organizaciones pueden elegir para capacitar y desarrollar las habilidades del recurso humano de las empresas (Nassazi, 2013). Estos tipos se dividen en la formación en el puesto de trabajo y la formación fuera del puesto de trabajo.

La formación en el puesto de trabajo, también denominado aprendizaje en la práctica es un método que se imparte a los empleados de la organización durante su trabajo diario en el escenario real (Vasanthi & Rabiyaathul, 2019). Por esta razón, se considera el más rentable, puesto que el empleado desarrolla sus habilidades a través de la experiencia práctica mientras que trabaja en el mismo lugar con su mismo equipo. Sin embargo, un supervisor o un miembro

de la organización con más experiencia será el que guíe y enseñe al trabajador aprendiz, obteniendo así, experiencia de primera mano. Con este método no se interviene en las actividades laborales para impartir la capacitación, sino que ambas actividades se realizan en paralelo bajo una planificación organizada previa de los objetivos. Con esta capacitación estructurada se puede medir la eficacia de la formación (Vasanthi & Rabiyahtul, 2019). Sin embargo, este tipo de capacitación tiene como desventaja que el trabajador aprendiz se abruma y se convierte en un reto el realizar el trabajo regular y la capacitación de manera simultánea. La formación en el puesto de trabajo se imparte con diferentes métodos:

- a) Entrenamiento y/o tutoría. Con el método del entrenamiento o bien, *coaching*, la formación es individual y se centra en que el empleado aprenda los temas principales. La tutoría, asimismo, es un método de formación individual, en la cual se asigna a un mentor al trabajador aprendiz. El mentor puede ser un jefe inmediato o un directivo superior. Por lo general, esta práctica hace hincapié al personal de nuevo ingreso, no obstante, también puede ser aplicado a todo el personal de la empresa (Nassazi, 2013).
- b) Rotación de puestos y traslados. La rotación de empleados es una práctica habitual en una organización y forma parte de la gestión de los recursos humanos (Prasetyanto, 2020). Heathfield (2019 como se citó en Prasetyanto, 2020) argumentó que este método es un enfoque para ayudar a los empleados a desarrollar trayectorias profesionales. Básicamente consiste en trasladar a los empleados de posición y asignarles otra responsabilidad que asume un mayor rango dentro de la empresa, o bien, de un país a otro donde la organización opera. Estas rotaciones y traslados laborales ayudan al empleado a adquirir una experiencia más amplia dentro de la empresa mediante una

responsabilidad nueva que requiere de diferentes habilidades, lo cual, se traduce a un beneficio tanto para el empleado como para la empresa.

- c) Orientación. Este método de formación y desarrollo consiste en familiarizar a los nuevos empleados en su nuevo puesto de trabajo dentro de la empresa (Nassazi, 2013). Se le brinda al empleado una visión general del entorno de trabajo de la empresa, por ejemplo, sistemas de trabajo y la disposición de la oficina; asimismo, se les expone las diferentes tareas y responsabilidades que deberán asumir, así como las expectativas de la empresa.
- d) Aprendizaje. El aprendizaje es un sistema de formación de una nueva generación de practicantes de una habilidad (Raheja, 2015). Con este método, el aprendiz trabaja en asociación directa, así como bajo supervisión directa de sus formadores. El propósito es que el aprendiz desarrolle habilidades y convertirlo en trabajadores completos, sin embargo, no hay garantía de que el trabajador formado continúe en la organización una vez asegurada la formación (Raheja, 2015).
- e) Subestudios. Este método es ideal cuando el aprendiz tenga que manejar muchas responsabilidades. Consiste en que un superior imparte la formación a un subordinado como su suplente, tal como un asistente de un gerente. De este modo, el subordinado aprende a través de la experiencia y la observación, participando en la gestión de los problemas cotidianos (Raheja, 2015). El objetivo es que el subordinado tenga un ejemplo a seguir que lo prepare para asumir todas las responsabilidades que implique el trabajo de la empresa.

La formación fuera del puesto de trabajo, también denominado formación en el vestíbulo (Vasanthi & Rabiyahtul, 2019), es un método que implica alejar a los empleados de sus entornos de trabajo habituales (Nassazi, 2013). De modo en que se duplica el entorno de trabajo y se usa

para la capacitación. Este tipo de formación, por lo general, es impartida para los miembros de nuevo ingreso de la empresa que no tienen ningún conocimiento previo del entorno de trabajo y que no cuentan con la experiencia necesaria para el trabajo actual. Asimismo, este método se utiliza cuando se trata de un gran número de empleados que tienen una necesidad de formación similar.

La capacitación es impartida por expertos y se lleva a cabo mediante una organización sistemática; no obstante, es planeada para no afectar los horarios de trabajo, por ende, esta se realizará fuera del horario laboral. Sin embargo, este tipo de capacitación es menos rentable, pues puede existir la falta de motivación de los empleados al no tener una comunicación más personal. Por otro lado, al tratarse de personas con distintas habilidades, este tipo de formación se atiende a un ritmo específico que no todos pueden cumplir. La formación fuera del puesto de trabajo se imparte con diferentes métodos:

- a) Lecturas y conferencias. Las lecturas y las conferencias son dos métodos de formación tradicionales. En términos generales, todo programa de formación comienza con una charla y una conferencia (Raheja, 2015). Estos métodos son una presentación verbal que se imparte a una amplia audiencia. El conferencista debe tener un gran conocimiento en el tema y motivar al público con la profundidad del tema. Sin embargo, crear interés y atención en los aprendices es una tarea difícil. Por esta razón, estos métodos tienen como desventaja el ritmo de aprendizaje y retención de información de los aprendices.
- b) Formación de vestíbulo. La formación se impartirá utilizando maquinaria y herramientas reales, pero no en el lugar de trabajo real (Vasanthi & Rabiyaathul, 2019). El entrenamiento no ocurre en el área de trabajo, sino en uno diferente. La intención es crear condiciones de trabajo similares a las reales a manera de prototipos, para así,

formar a los trabajadores en esas condiciones. Este método también puede utilizarse como paso previo a la formación en el puesto de trabajo y, asimismo, previene que los trabajadores cometan errores en la maquinaria real.

- c) Simulaciones. La simulación es un método popular de entrenamiento laboral utilizado por organizaciones, con el cual el aprendiz recibe la formación en un ambiente artificial exactamente similar a la situación real, donde simula su labor de manera virtual y se prepara para realizarla en el campo de trabajo. Generalmente, se utilizan simuladores a través de máquinas y equipos diseñados especialmente para esta actividad. y la simulación. Este método de formación es comúnmente utilizado para entrenamiento de militares, la aviación y la medicina, en los cuales, el entrenamiento en el entorno real es muy costoso.
- d) Juegos de rol. Los juegos de rol ofrecen al aprendiz la oportunidad de aprender otras perspectivas del contenido del curso. Este método permite a los empleados representar escenarios de trabajo mediante la presentación de problemas y soluciones. Primero, se les brinda información pertinente sobre especificaciones de la empresa, luego se les proporciona una descripción general del problema o situación actual a la que se enfrenta la empresa. A continuación, cada trabajador aprendiz deberá representar su papel para dar una solución. En otras palabras, se somete al aprendiz a una situación específica, en la cual, deberá posicionarse en el rol que se le asigne para intentar resolverla.
- e) Cursos de formación y programas de desarrollo formales. Se trata de una serie de métodos que se utilizan para desarrollar las competencias necesarias en una empresa, mediante un conjunto de programas planteados y definidos para entrenar al personal para, finalmente, planificar su evaluación. Estos programas pueden ser realizados por

los trabajadores estando fuera de trabajo durante un tiempo determinado o, alternativamente, estar presentes en el trabajo a tiempo parcial (Nassazi, 2013).

Ambos tipos de formación son una manera de formación que cada empresa elige según sus necesidades y las de sus empleados. La formación en el puesto de trabajo contiene métodos más rentables de bajo costo debido a que no se requiere de un capacitador externo, además de que el entrenamiento forma parte de su jornada laboral. No obstante, realizar el entrenamiento y a la par ejercer sus actividades laborales puede resultar abrumador para el trabajador, convirtiéndose en un reto. Por otro lado, los métodos de formación fuera del puesto de trabajo son impartidos por expertos, por lo que se transfiere conocimiento de calidad. Este tipo de formación suele ser planeado fuera de horario laboral e, incluso, en los fines de semana para no interferir con el trabajo actual. Sin embargo, es menos rentable debido a su alto costo, además, al ser un entrenamiento con grupos amplios de trabajadores, en ocasiones los temas son generales para todos a un ritmo constante, lo cual, se puede traducir en una desmotivación.

5.2.4 Técnicas e instrumentos utilizados en la capacitación de personal operativo

Los diferentes tipos de capacitación requieren de ciertas técnicas e instrumentos como recursos de apoyo para ser impartidos, de acuerdo con las necesidades correspondientes a cubrir. Además, según la empresa y las características de su personal, se adaptan métodos para cumplir con una capacitación íntegra y así obtener mejores resultados. Hoy en día, el uso de la tecnología ha expandido las posibilidades, brindando un mayor alcance y así incrementar la productividad y la fidelidad del personal hacia la empresa; así como aportar a su crecimiento laboral. Ya se han expuesto los diferentes tipos de capacitación y la manera en que se ejecutan, sin embargo,

cada uno de ellos puede ser impartido a través de distintos instrumentos que funcionan como material de apoyo. Cabe destacar que, a lo largo del tiempo, estos han sido modernizados y se han ido adaptando a las tecnologías que van emergiendo y forman parte de la evolución.

Pizarra. Este instrumento es el más común, al cual, se le atribuye el recurso de apoyo elemental en la enseñanza en todo el mundo. La pizarra para tiza o gis es la más tradicional y análoga, así como los pizarrones blancos para marcadores especiales, son dos recursos que siempre serán útiles; estos posibilitan al capacitador escribir, dibujar y trazar a mano alzada cualquier contenido que requiera para reforzar la capacitación. Dado a que este artefacto es el más antiguo, su pertenencia es en un aula de clases en presencia de un capacitador y del aprendiz. No obstante, debido a los actuales avances tecnológicos, este ha experimentado cambios en relación con materiales y técnica, convirtiéndolo en pizarras digitales, o pizarras interactivas.

Proyector. El proyector es un recurso que proyecta una imagen o cualquier tipo de objetos y documentos sobre una superficie, por lo general, blanca y se requiere del oscurecimiento total de la sala. Sin embargo, dejando a un lado el tecnicismo, el proyector por sí solo no tiene valor alguno si no se tiene contenido a presentar. Este instrumento es ampliamente utilizado en casi todas las disciplinas cuando se pretende mostrar o exponer algo a un grupo de personas. Se puede elaborar un documento que contenga la información necesaria y relevante de una manera concreta y dinámica, la cual, eventualmente podrá ser proyectada en una superficie plana dentro de una sala específica hacia un determinado grupo de personas. Hoy en día, es una de las herramientas de apoyo más utilizadas en todo ámbito, puesto que es bastante versátil.

Manual de instrucción o manual de uso. Este instrumento es uno de los más conocidos, puesto que, en algún momento, todos lo hemos utilizado. En pocas palabras, el manual instructivo consta de una serie de pasos explicados a detalle para realizar una actividad o actividades específicas que han utilizado las organizaciones desde hace décadas. Su tarea principal es indicar la forma de operar de todos los actores que configuran la empresa. Los manuales tienen gran utilidad para el adiestramiento del personal de nuevo ingreso, y cada organización tiene el compromiso de diseñar su propio modelo; no obstante, existen modelos ya elaborados que funcionan como guía. En concreto, son instrumentos que apoyan el funcionamiento de la organización, puesto que concentran información acerca de las bases jurídicas, atribuciones, estructura orgánica, objetivos, políticas, responsabilidad, funciones y actividades de esta (Montiel, 2018).

Como lo explica Montiel (2018), todos los manuales deben tener un objetivo principal en general, el cual es proveer los lineamientos, reglas o normas de cómo utilizar algo de una forma sistemática, explícita y ordenada. Existen diferentes tipos de manuales clasificados con base en su objetivo específico. Estos son el manual de procedimientos, el manual de procesos, el manual de operaciones, el manual de calidad, el manual de políticas y el manual de usuario. No es necesario detallar cada uno de ellos, puesto que su mismo nombre es explicativo. Lo importante es subrayar que cada manual es adaptado con las especificaciones y la estructura de cada organización; no obstante, cada tipo cuenta con sus propios lineamientos. Estos se detallan paso a paso, se define el alcance y los involucrados, y la estrategia para adiestrar a los trabajadores. El que existan diferentes tipos de manuales, no significa que deban utilizarse todos si la organización no lo requiere. Finalmente, todo manual se evalúa haciendo revisiones periódicas para comprobar su vigencia.

Modelos tridimensionales. Un modelo tridimensional es otra herramienta que se utiliza para capacitar, y consiste en tener un prototipo o el producto mismo, ya sea en físico o en digital y la intención es poder interactuar con ellos. Sean estos manipulables o no, se pueden visualizar en todas sus dimensiones. Un ejemplo es en el sector automotriz, donde se sitúa una pieza física en el centro, para que los aprendices se les permita apreciarla estando presentes y así comprendan su funcionamiento; también, sirve para identificar cada pieza y su respectivo nombre. Los modelos tridimensionales virtuales se optimizan para ser visualizados a través de una pantalla de un computador o un dispositivo móvil. Esta técnica ha sido empleada para el aprendizaje en distintas disciplinas.

Simuladores por computadora. “La capacitación con simuladores es una técnica donde los educandos aprenden acerca del equipo real o simulado que usarán en el puesto de trabajo, pero reciben su capacitación fuera de éste” (Dessler & Varela, 2011, p.192). El simulador es una herramienta de alto costo utilizada para optimizar y mejorar la formación del operador. En sí, el equipo que se utiliza para llevar a cabo la simulación es costoso; no obstante, se considera una opción que ayuda a disminuir los errores que afectan directamente a la economía de la organización, a disminuir la contaminación y, en particular, a reducir los accidentes causados por el factor humano y por las maquinarias, y todo riesgo asociado con las labores pesadas. De este modo, esta herramienta está diseñada para simplificar y optimizar la experiencia del entrenamiento de forma virtual, a través de un equipo especial. Estos han demostrado ser muy eficientes, puesto que el operador se entrena en un sitio cómodo y seguro, y a la vez, el capacitador puede medir su progreso rápidamente. Además, la práctica resulta mucho más

sencilla al estar situados en un lugar determinado, y proporcionan una experiencia realista del entorno laboral.

Conferencias virtuales. Este recurso es sumamente común actualmente debido a los constantes avances tecnológicos. Consta de una video llamada, la cual, se lleva a cabo a través de un dispositivo electrónico con acceso a internet. Existen diversas plataformas virtuales que ofrecen el servicio de videoconferencias para que grupos de personas puedan conectarse y compartir información visual y auditiva para impartir un curso, una plática, un taller, entre otros, en tiempo real. La conferencia web es una herramienta bidireccional y sincrónica que permite a los participantes tener un encuentro simultáneo para interactuar de manera colaborativa. Cada uno de los asistentes tiene la oportunidad de participar para crear una comunidad virtual. Uno de los atributos principales es que esta es a distancia y por ende no es necesario trasladarse a un lugar físico, así, existe un gran ahorro de tiempo. Por supuesto, se amplían las posibilidades de establecer una conexión con gente de alrededor del mundo, acortando las distancias. No obstante, cada usuario deberá poseer de un ordenador que cuenta con cámara web, que además tenga un procesador lo suficientemente bueno para soportar dicha actividad. Asimismo, se requiere de una buena conexión estable de internet, del contrario, se interrumpirá la conferencia web.

Brindar esta posibilidad al personal ofrece un aliciente para interactuar con demás personas a distancia, incluso, para realizar la capacitación correspondiente. Sin embargo, en relación con lo anterior, existen diversas limitaciones para esta opción. En la industria maquiladora, el personal operativo es aquel que labora directamente en su área de manera presencial, por ende, este debe permanecer físicamente dentro de las instalaciones. Por otro

lado, a ninguno de ellos se les exige la posesión de un equipo especializado en sus hogares, puesto que su actividad laboral es únicamente dentro de la empresa y bajo la supervisión de los superiores.

5.2.5 El recurso humano para procesos de capacitación en la industria maquiladora

La industria maquiladora es un tema que ha tomado relevancia en los últimos años, en especial en el norte de México. Como ya se ha mencionado antes, implica una posición muy grande en la economía del país, puesto que ha establecido la mayor cantidad de unidades de producción. La aparición de las maquiladoras se enmarca en un fenómeno económico de mayor amplitud que es la globalización (Ollivier, 2005). El actual contexto globalizado, además tecnológico demandado por la competitividad actual, exige a la industria a innovar de forma continua que, a su vez, requiere más personas calificadas para constituir el recurso humano. De esta manera, la innovación y actualización en los procesos de capacitación en las industrias es necesaria.

Existen diferentes sectores en la industria maquiladora, los cuales, se conforman por distintos métodos de capacitación planeados y focalizados a las necesidades de la empresa y de su propio personal. Si bien, la industria maquiladora es bastante meticulosa con sus procesos o sistemas debido al alto grado de competencia existente en la actualidad. Por ende, la gestión de un plan de capacitación varía de acuerdo con cada industria. Un plan de capacitación es un documento elaborado por la dirección de la empresa con el fin de asegurar la preparación de su personal por un periodo determinado (Parra y Rodríguez, 2015). Como ya se ha planteado, existen diferentes tipos y métodos incursionados en el ejercicio de formación de personal que

pueden ser utilizados en conjunto acorde con las necesidades detectadas y los recursos con lo que la industria cuenta.

Uno de los departamentos donde se planean y diseñan estrategias para los procesos dentro de la industria maquiladora, es el área de Recursos Humanos. Este departamento es el responsable de la atracción, retención y desarrollo del personal; además, se encarga de la administración de sueldos y salarios, y del comportamiento de los trabajadores. Así, el recurso humano es toda persona que labora dentro de la empresa, quien además cuenta con una tarea asignada específica que va acorde a su formación y puesto actual de trabajo. Entre ellos están los operadores, técnicos y profesionales que se distribuyen en las diferentes áreas según su especialidad. No obstante, cada departamento debe contar con un plan estratégico de capacitación dirigido a las necesidades detectadas dentro de la empresa, además de aquellas exigencias que demandan los clientes actuales y potenciales, puesto que son ellos quienes en esencia sostienen la industria.

Carrillo y Lara (2004) describen generaciones de las empresas maquiladoras en México. Estos autores argumentan que por generaciones se entiende un tipo ideal de empresas con rasgos comunes y con tendencia de predominar en un período específico. Según Carrillo & Lara, estas generaciones se dividen en tres: a) la primera generación se basa en intensificación del trabajo manual, estas con plantas de ensamble tradicional cuya debilidad es la falta de tecnología, manufactura, mano de obra calificada y la escasa integración productiva local y regional; b) la segunda generación se basa en la racionalización del trabajo; c) la tercera generación se basa en competencias intensivas en conocimiento. Asimismo, estos autores discuten que “las generaciones de empresas maquiladoras en México están también asociadas con el desarrollo de estrategias y políticas industriales nacionales” (p. 650): la fase del ensamble, o bien, maquila

o ensamble en México, que corresponde a la nueva división internacional de trabajo o al *product sharing*; la fase de la manufactura, o bien, hecho en México, que corresponde a la implantación del sistema de producción japonés, conocido como producción delgada; y la fase del diseño, o bien, creado en México, corresponde a la tendencia global de concentrar las actividades de diseño y desarrollo cercanas a la manufactura. No obstante, existe una cuarta generación, la coordinación desde México, que son empresas que realizan funciones de casa matrices.

El personal representa un bien intangible dentro de cualquier organización para dar solución a sus procesos internos. Aunque los procesos varían de maquiladora en maquiladora y esta investigación no pretende enfocarse en ellos, sí es posible centralizar al recurso humano como el hacedor de estas actividades. La industria automotriz en Ciudad Juárez va orientada en la segunda generación, preocupándose mayormente por la calidad y la manufactura. La industria maquiladora está constituida por áreas administrativas que cumplen diferentes funciones y son denominadas áreas funcionales: a) Operaciones productivas, b) Logística, c) Finanzas, d) Recursos Humanos, e) Sistemas, Informática y Telecomunicaciones, f) Mercadotecnia.

El personal obrero, de quien tiene el mayor enfoque la presente investigación, en realidad no tiene un perfil definido, sino que son los procesos de producción los que delinear requerimientos (IMIP, s/f). Este puesto pertenece tanto a hombres como mujeres; sin embargo, las variantes para ser contratados son según las políticas de la empresa. El operador, en términos generales, es quien realiza el trabajo de obra física dentro de la industria maquiladora. Si bien, este personal abarca una amplia variedad de rango de edad, con grado de estudios mínimos de nivel secundaria. Este factor es relevante, puesto que se convierte en un usuario muy variado al momento de integrar una tecnología en sus procesos de capacitación. La capacitación inductora, en la empresa maquiladora que se ha elegido caso de estudio en esta investigación, se imparte

a todo el personal operador de nuevo ingreso, independientemente del área donde se desempeñe. En esencia, adquiere los conocimientos y ciertas habilidades en la capacitación, para después ponerlas en práctica.

Los procesos de capacitación para el personal obrero son muy específicos y abarcan una amplia variedad de temas que se deben cubrir. Cada empresa planea y ejecuta un plan estratégico de acuerdo con las necesidades detectadas en su diagnóstico, tal como se explicó en el proceso de capacitación anteriormente.

5.3 Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología emergente que está en su auge en la actualidad. Puesto que es el elemento que destaca en este proyecto de investigación, en esta sección se realizará una revisión bibliográfica de la evolución de esta tecnología que ayude a comprender este concepto desde la postura de algunos autores; además de sus diversas aplicaciones en diferentes campos en los que toma forma. Desde la perspectiva de este estudio, la RA es un proceso que sirve como herramienta para aumentar la visualización de un objeto, así como valor agregado para otros procesos, tal como la capacitación de personal.

5.3.1 Esbozo histórico de la Realidad Aumentada

A inicios de los años noventa, Thomas Caudell acuñó el término de Realidad Aumentada, luego de que Ivan Sutherland inventa una pantalla montada en la cabeza en 1968, la cual, abrió campo al mundo virtual mediante el seguimiento mecánico en 3D. A través de los años, esta tecnología se convirtió en un tema de investigación importante en instituciones, tales como el U.S. Air Force's Armstrong Laboratory, la NASA Ames Research Center, el Massachusetts Institute of Technology, y la University of North Caroline Chapel Hill. Asimismo, en Boeing Corporation, después de investigaciones realizadas, Caudell & Mizell 1992) desarrollaron el proyecto de una aplicación de HUDset, el cual, su objetivo fue hacer avanzar los componentes de la Realidad Aumentada hasta el punto en que el uso de esta en las aplicaciones de fabricación fuera práctico.

A mediados de los años noventa, el “Touring Machine” de la Universidad de Columbia, (Feiner, MacIntyre, Höllerer, & Webster, 1997), desarrolló un sistema de prototipos móviles de

realidad aumentada en 3D para explorar el entorno urbano. En este sistema, las pantallas 3D y los dispositivos de interacción sumergen al usuario en un mundo sintetizado. A finales de los años noventa, Tobias Höellerer et al. (1999) desarrollaron un sistema de Realidad Aumentada móvil (del inglés *Mobile augmented reality system* o MARS), el cual, era especialmente aplicable cuando las personas requerían apoyo informativo para una tarea mientras necesitaban mantenerse concentradas en ella. El mismo año, Hirokazu Kato y Mark Billinghurst desarrollaron un sistema de conferencias de RA que permitía superponer imágenes virtuales (monitores virtuales) de colaboradores remotos al entorno real de los usuarios. Este prototipo de sistema permitía la colaboración entre dos usuarios, uno que utilizara la pantalla transparente montada en la cabeza (del inglés *head mounted display* o HMD), mientras que el otro que utilizaba la interfaz de escritorio tradicional donde se podían ver las imágenes de video que capta la cámara del usuario de RA. Asimismo, estos dos autores lanzaron “ARToolkit”, una librería de código abierto para desarrollar Realidad Aumentada, lo cual, abrió campo a esta tecnología a ser implementada en cualquier lugar del mundo.

Finalmente, en el siglo XXI se le buscó aplicación a la Realidad Aumentada, una vez que la teoría ya estaba establecida. En el año 2000, Bruce Thomas desarrolló el proyecto “ARQuake”, basado en torno en el motor del juego “Quake” de Id Software, el cual, liberó su código fuente bajo la Licencia Pública GNU. En este juego, el jugador corre o se mueve alrededor de un mundo virtual; está basado en un computador de escritorio, en donde el usuario interactúa con él usando un monitor, teclado y un ratón. Después de este año, los teléfonos celulares y la informática móvil comenzaron a evolucionar rápidamente. Años más tarde, Schmalstieg y Wagner (2005), presentaron una aplicación de navegación 3D que guía a un usuario a través de un edificio desconocido hasta un lugar elegido. Esta aplicación proporciona

al usuario una vista tridimensional aumentada del entorno; este sistema consiguió una buena precisión de registro de superposición utilizando un popular kit de herramientas de seguimiento basado en marcadores (ARToolKit), que se ejecuta directamente en la PDA (del inglés personal digital assistant).

En la actualidad, esta tecnología emergente está en un auge significativo; se han desarrollado numerosas aplicaciones de Realidad Aumentada en diversos campos como la fabricación, el entretenimiento, la educación, la industria, la publicidad, entre otras. Esta tecnología emergente ha evolucionado tanto que sus oportunidades cada vez aumentan más. Un ejemplo concreto de la Realidad Aumentada aplicada fue Pokémon Go de Niantic, un exitoso videojuego descargable en teléfonos inteligentes que causó furor en el año 2016 y consistió en la búsqueda de un avatar que coexistía en el entorno real del jugador y que se visualizaba a través de la geolocalización, por lo que el teléfono inteligente detectaba los sitios más cercanos donde el avatar se encontraba. O bien, la revolucionaria aplicación Ikea Place que fue lanzada por la tienda Ikea que permitía insertar productos virtuales de su catálogo sobre el entorno real, lo cual, permitía visualizar el producto a escala real en cualquier espacio del hogar sin necesidad de comprarlo primero. De este modo, la Realidad Aumentada crea una experiencia llamativa en la que el usuario interactúa en tiempo real con un objeto virtual.

La Realidad Aumentada (RA) se define como una tecnología utilizada para “aumentar” el campo visual del usuario con la información necesaria para realizar la tarea actual. En particular, los sistemas de RA requieren de un registro preciso con el mundo físico, en el que su nivel de precisión depende de la aplicación (Caudell & Mizell, 1992). Es decir, es una tecnología emergente que permite tener una visión aumentada de la realidad mediante la superposición de elementos multimedia, ya sea 2D y/o 3D, los cuales, son percibidos a través de la cámara web

del dispositivo móvil. Esta tecnología emergente a menudo, se confunde con la Realidad Virtual (RV), sin embargo, ambas son distintas. Estas dos realidades parten de elementos de un entorno digital, generalmente, tridimensional que se combina con el mundo real. La Realidad Aumentada, a diferencia de la Realidad Virtual, no crea la sensación al usuario de estar inmerso en un mundo virtual; por el contrario, los objetos digitales se superponen en el entorno real y estos son visualizados a través un dispositivo móvil en tiempo real mediante el escaneo de un código, un patrón, un objeto o una geolocalización. El término de Realidad Aumentada frecuentemente es utilizado para referirse a las interfaces en las que se superponen gráficos informáticos bidimensionales y tridimensionales sobre objetos reales, que a su vez, suelen verse a través de pantallas montadas en la cabeza o en la mano (Billinghurst & Kato, 2003).

Estos autores fueron los primeros en dar una definición del término Realidad Aumentada, aunque son completamente puntuales, no se puede descartar que se trata de una tecnología emergente, por ende, emerge y está sujeta a la constante evolución dentro de un mundo cambiante. Aunque en términos generales, la definición de la Realidad Aumentada es la misma, a lo largo de los años sus aplicaciones van cambiando y se van adaptando, y así, el significado de la Realidad Aumentada varía según sea su aplicación específica.

5.3.2 Niveles de la Realidad Aumentada

De acuerdo con Melo (2018), existen 4 niveles de Realidad Aumentada:

Nivel 0. Vinculado al mundo físico: este tipo de seguimiento de la Realidad Aumentada refiere a los hiperenlaces en el mundo físico y se realizan mediante los códigos QR (del inglés Quick Response Barcode) que enlazan con sitios web. Los códigos QR son códigos de barras en 2D, los cuales, funcionan para almacenar información en una matriz de puntos en forma de texto o enlaces a páginas en Internet, donde para descifrar su contenido es necesario un lector especial mediante una cámara fotográfica o de video.

Nivel 1. Realidad Aumentada con marcadores de referencia: son unos objetos utilizados para la observación de sistemas de imágenes, los cuales, aparecen en la imagen para ser usados como punto de referencia o medida. Aquí, los activadores son marcadores, figuras que cuando son escaneadas, por lo general, devienen en un modelo 3D que se superpone en la imagen real. Estos marcadores requieren de un patrón único, con el cual, la cámara podrá reconocer y determinar el objeto u objetos que debe mostrar. Sin embargo, se debe instalar previamente un software, ya sea en el ordenador o en el dispositivo móvil, que se encargará de procesar la RA.

Nivel 2. Realidad Aumentada sin marcadores: en este tipo de seguimiento, los activadores son imágenes, objetos, o bien, localizaciones GPS. Hoy en día, se han desarrollado aplicaciones para dispositivos móviles llamadas navegadores de realidad aumentada, las cuales, utilizan el hardware de los teléfonos inteligentes para localizar y superponer una capa de información sobre puntos de interés de nuestro entorno, a través de GPS, brújula y acelerómetro. De este modo, cuando el usuario mueve el teléfono inteligente al captar la imagen de su entorno, el navegador muestra los puntos de interés cercanos a partir de un mapa de datos. El GPS

proporciona las coordenadas de ubicación del dispositivo móvil y por lo tanto del entorno que está enfocando la persona que lo sostiene. La brújula identifica la orientación del dispositivo móvil, es decir, hacia qué dirección enfoca la cámara. Finalmente, el acelerómetro, detecta la elevación y el ángulo del dispositivo (Alegría, 2015).

Nivel 3. Aumento de la visión: la Realidad Aumentada está incorporada en gafas, por ejemplo, Google Glass, y tiene como propósito mostrar información disponible para los usuarios sin utilizar las manos. Asimismo, permite el acceso a Internet mediante órdenes de voz. Este tipo de Realidad Aumentada también es conocida como HDM (del inglés Head Mounted Display), inventada por Ivan Sutherland, la cual, son unos dispositivos que incorporan una pantalla instalada en la cabeza con las que se muestran imágenes del mundo real con objetos virtuales sobrepuestos en su vista (Lacueva, Gracia, Sanagustín, González, & Romero, 2015).

5.3.3 Software de desarrollo de Realidad Aumentada

El desarrollo de la Realidad Aumentada queda sujeto a su propósito y al del desarrollador. En el mercado existen variedad de SDKs (del inglés software development kit), cuyo significado es kit de desarrollo de software, de los cuales, el desarrollador decide el más adecuado. Algunos de estos softwares de desarrollo de Realidad Aumentada son (listado por orden alfabético):

ARCore: Es la plataforma gratuita de Google constituida para construir experiencias de Realidad Aumentada mediante diferentes APIs que permiten percibir e interactuar con la información, y está disponible en Android y iOS. ARCore utiliza tres funciones clave para integrar el contenido

virtual con el mundo real que se visualizarán a través de la cámara del dispositivo móvil, las cuales son: el seguimiento de movimiento, la comprensión del entorno y la estimación de la luz.

ARKit: Es un paquete gratuito de herramientas creado y lanzado por Apple que ofrece un enfoque nuevo de la tecnología de Realidad Aumentada. Este paquete fue creado específicamente para la creación de software móvil para la plataforma iOS, es decir, iPhones y iPads. Sin embargo, ARKit4, la nueva actualización, presenta componentes que solamente son compatibles con los últimos modelos de iPhone. Las características generales del ARKit son: geometría de la escena, oclusión de personas, la cámara frontal y trasera simultáneas, sesiones colaborativas, RA instantánea, la captura de movimiento de una persona en tiempo real con una sola cámara y el seguimiento de múltiples rostros.

ARToolKit: Es una biblioteca de código abierto de software para crear aplicaciones de RA basadas en el reconocimiento de marcadores. Su principio fundamental es que procesa los datos gráficos recibidos de la cámara del móvil y después los objetos se muestran en la pantalla del teléfono inteligente tomando en cuenta su ubicación en el espacio. ARToolKit es compatible con las plataformas iOS, Android, Windows, Linux, SGI y MAC OS X. Entre sus funciones se encuentra: el seguimiento de la posición/orientación de una cámara, el código de seguimiento, patrones de marcadores cuadrados, código de calibración de cámara fácil y código fuente completo.

EasyAR: es una herramienta gratuita para desarrollo de aplicaciones de RA proveniente de Asia. Con esta herramienta, a diferencia de otras, se requiere de más código, además de que no cuenta

con un gestor de objetos integrado. Es compatible con Android, iOS, UWP, Unity Editor, Windows y Mac OS. EasyAR permite a los desarrolladores reconocer imágenes, identificar objetos 3D, percibir los entornos, reconocer las nubes, grabación de pantalla, entre otras funciones.

MaxST: Es otro potente SDK de Realidad Aumentada de origen asiático para desarrolladores de software para dispositivos móviles. Es una herramienta gratuita compatible con Android, iOS, Windows y Mac OS. Se basa en cinco componentes principales: el rastreo de imagen, el seguimiento instantáneo, Visual SLAM, rastreador de objetos y escáner de QR (código de barras).

Unity 3D: es una plataforma de desarrollo en tiempo real desarrollada por Unity Technologies. En general, un motor de videojuegos líder programado en C++ y C#. Si bien, este programa no se especializa en la Realidad Aumentada, sin embargo, trabaja con objetos 3D en tiempo real. Es un motor gráfico para renderizar gráficos 2D y 3D, también cuenta con un motor físico que simula las leyes de la física. En esta plataforma se pueden realizar animaciones, agregar sonidos, Inteligencia Artificial, programación, etcétera. En este software, es posible desarrollar aplicaciones de Realidad Aumentada compatible con Mac OS, Windows y Linux. Su licencia es gratuita y de propietario.

Vuforia: introducido por Qualcomm, es uno de los SDK más populares para el desarrollo de aplicaciones de RA. En su núcleo se encuentra una biblioteca QCAR escrita en C++, cuyos objetivos son objetos reales reconociendo que su aplicación puede disponer de objetos virtuales

en las ubicaciones necesarias y las proporciones correspondientes. Asimismo, Vuforia cuenta con las funciones de Extended Tracking (rastreo extendido), que consiste en permanecer el objeto capturado incluso después de salir del encuadre, y Smart Terrain. Es una herramienta que cuenta con planes de suscripción gratuitos y de pago, y es compatible con Android, iOS, Universal Windows Platform y Unity Editor. Las funciones principales que ofrece son: Vuforia Object Scanner, reconocimiento de objetivos, VuMarks, reproducción de video, botones virtuales, soporte para gafas inteligentes y almacenamiento de datos.

Wikitude: es otro de los SDKs de Realidad Aumentada más populares. Esta plataforma, de origen australiano, fue lanzada en el 2008; es bastante flexible para los desarrolladores, sin embargo, se debe escribir un código JS (JavaScript) para crear soluciones personalizadas. También, cuenta con un estudio completo en línea para la disposición de objetos estáticos de RA. Wikitude es compatible con las principales plataformas, tales como, Android, iOS y Windows para tabletas. Se puede adquirir una prueba gratuita con marcas de agua, bien, cuenta con planes de suscripción de pago. Con esta herramienta es posible importar y renderizar objetos 3D con tecnología SLAM, crear aplicaciones para las gafas inteligentes, almacenar datos en la nube, emplear funciones de reconocimiento de objetos, escenas e imágenes, utilizar Wikitude Studio para añadir, gestionar y manipular objetos virtuales sin necesidad de codificación.

El desarrollo de la Realidad Aumentada tiene una amplia gama de posibilidades, de acuerdo con las necesidades del proyecto y del equipo con el que se cuenta. Es pertinente presentar una breve descripción de lo que cada plataforma ofrece, y así, sustentar la toma de decisiones en este proyecto de investigación. La Realidad Aumentada ofrece múltiples

beneficios para las empresas que permite explorar nuevas opciones e innovar en la comunicación con los usuarios.

5.3.4 Campos de aplicación de Realidad Aumentada en entornos industriales

Actualmente, la Realidad Aumentada está en su apogeo y puede considerarse como un recurso tecnológico que puede contribuir a facilitar la transición de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento. Sin duda, esta tecnología emergente ha llegado para quedarse y cambiar la forma en que las personas interactúan con el entorno. La migración de los procesos hacia la digitalización y la transformación de las habilidades requeridas para el futuro laboral exige un nuevo enfoque de capacitación más activo y continuo. La Realidad Aumentada puede ser utilizada de distintas maneras para enriquecer los procesos industriales. Si bien, esta no es una tecnología nueva, aunque como tecnología emergente, esta está sujeta a la evolución y constante adaptación. A lo largo de los años han surgido nuevas aplicaciones de Realidad Aumentada en diversos campos, tales como la educación, el entrenamiento, la fabricación, la medicina, el turismo, entre otros (Ariso, 2017). Esto se debe a que la RA constituye una nueva escritura a las formas de comunicación.

El sector industrial no ha sido ajeno a estos progresos, siendo numerosas las investigaciones en torno al uso de estas tecnologías como apoyo a los procesos de desarrollo de productos (Martín, Espinosa, & Domínguez, 2014). La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología digital emergente con capacidad que ha alcanzado niveles de adopción masiva, proporcionando información y datos mejorados para una variedad de actividades de trabajo. Dentro de la industria, las aplicaciones industriales de la RA describen el objetivo de apoyar la

deducción de los requisitos generales. En la industria manufacturera, o bien, en la fabricación y en el mantenimiento, esta tecnología ayuda a identificar problemas o errores mediante un sistema de visualización a través de una pantalla, en lugar de abrir varios manuales de reparación. En esa pantalla, la imagen del equipo o del artefacto se verá aumentada con elementos multimedia como anotaciones, gráficos, modelos 2D y 3D, y demás información que indique la reparación, o bien, las instrucciones. La industria emplea estos sistemas para afinar los resultados teóricos antes de la implementación, sin embargo, estos sistemas sirven solamente para crear una simulación (Martín et al., 2014).

Las empresas automovilísticas han introducido la tecnología de RA en entornos de fabricación para tareas de montaje, mantenimiento o inspección (Boboc et al., 2020). De manera en que los sistemas de RA ejercen como asistentes tecnológicos que ayudan a los técnicos a realizar sus tareas proporcionando las instrucciones delante de sus ojos de manera aumentada mediante una simulación que se ve a través de la pantalla de un dispositivo móvil, o bien, una pantalla transparente montada en la cabeza (del inglés head mounted display o HMD), el cual, es un dispositivo que se coloca sobre la cabeza frente a los ojos donde se reproducen imágenes creadas por un computador. En el año 2013, el fabricante de automóviles alemán, Volkswagen, desarrolló un manual de servicio junto a la empresa Metaio y diseñó una aplicación de Realidad Aumentada para iPad utilizando la aplicación MARTA (del inglés Mobile Augmented Reality Technical Assistance). Esta aplicación tenía la función de ayudar a los mecánicos de servicio a realizar sus tareas de mantenimiento e inspección mediante visualizaciones virtuales realizadas a partir de animaciones 2D y 3D.

En los procesos de manufactura, también conocida como fabricación, hay una necesidad constante de mejorar la calidad de los productos, así como la productividad de los trabajadores

(Blaga & Tamas, 2018). En un mundo donde el cambio y la evolución son inherentes, este tipo de procesos están sujetos a las tecnologías que van emergiendo. Desde la última década, la manufactura digital ha tomado relevancia, sobre todo en la etapa de preproducción, en donde se utilizan tecnologías de simulación como la Realidad Aumentada para mejorar los procesos de fabricación antes de comenzar con la producción, lo cual, reduce el costo y tiempo del desarrollo del producto. Estas simulaciones son creadas a partir de modelos 3D “aumentados” de los productos reales con los cuales el trabajador interactúa a través de la pantalla de un ordenador. Los procesos de fabricación son construidos en softwares especializados en modelado 3D para recrear los escenarios de manera virtual y así estos puedan ser visualizados por personas.

En la industria educativa, en términos generales de enseñanza, algunas universidades han empezado a adaptar métodos de enseñanza a las necesidades de la Industria 4.0 (Cortés et al., 2020). Esto indica que en la actualidad se han incursionado métodos que involucran el uso de la tecnología como herramienta de apoyo, tal como la Realidad Aumentada. La visualización de información mediante objetos virtuales permite que una persona interactúe con el mundo real usando nuestros dedos o los movimientos de los dispositivos manuales, como inclinar y agitar, se tiene la capacidad de manipular objetos virtuales sobrepuestos en el mundo físico real. Con esto, se ha implementado esta tecnología en los libros de texto impresos tradicionales que cuentan con marcadores que al ser escaneados por la cámara web de un dispositivo móvil, el libro brinda visualizaciones diseñadas para ser aumentadas y que, de esta manera, el alumno interactúe con el libro mediante objetos virtuales que enriquecen la información. Mediante el uso de la realidad aumentada en las páginas de los libros impresos, los libros de texto se convertirán en fuentes dinámicas de información. De este modo, las

personas sin conocimientos informáticos podrán disfrutar de una rica experiencia interactiva (Kesim & Ozarslan, 2012).

La Realidad Aumentada, en el campo de la medicina, puede utilizarse como ayuda en la visualización y el entrenamiento en las cirugías (Melo, 2018). Dentro de estas visualizaciones sobresalen las de análisis de imágenes biomédicas, simulación de sistemas fisiológicos, entrenamiento de anatomía y visualización de procedimientos quirúrgicos (Ortiz, 2011 como se citó en Moreno et al, 2016). La simulación médica ofrece la oportunidad de desarrollar los conocimientos, las habilidades y la actitud de los profesionales médicos, así como de los practicantes sin poner bajo ningún riesgo al paciente (Viglialoro et al, 2021). Asimismo, dentro de este campo se desarrolló AR Liver, una herramienta de tiempo real para la educación médica y para la comunicación con los pacientes que presenta modelos 3D anatómicos de alto detalle.

El entrenamiento, o bien, la capacitación es una de las partes más importantes de la estrategia global de una organización. La necesidad de formación surge debido a los avances tecnológicos, a la necesidad de mejorar el rendimiento o como parte del desarrollo profesional (Abolfazl, Abu, Chasempour, & Anvari, 2014). Existen diversos métodos de entrenamiento utilizados dentro de las organizaciones, uno de ellos es el entrenamiento a base de simulaciones. Estas simulaciones están diseñadas para reproducir o simular eventos, circunstancias y procesos que tienen lugar en el trabajo de los aprendices (Lawson, 2002 como se citó en Abolfazl et al., 2013). En términos generales, se desarrolla un entorno virtual en un ordenador similar al entorno real, con el cual los aprendices ensayan con movimientos y acciones de los procesos que se utilizarán con los equipos en sus respectivas áreas de trabajo. Este tipo de entrenamiento utiliza la tecnología como la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, y ha sido utilizado inicialmente por militares, pilotos y médicos. Los militares han utilizado pantallas en las cabinas

de mando que presentan la información al piloto en el parabrisas de la cabina o en el visor del casco de vuelo (Silva, Oliveira, & Giraldi, s/f). Esta manera reduce los riesgos al ser un mero simulador que emula la realidad de manera virtual, además, sintetiza los espacios requeridos y se compactan en un solo espacio que se utilizará para todo individuo que tome la práctica.

5.3.5 Elementos para la visualización a través de la Realidad Aumentada

Hasta ahora, se ha concretado que la Realidad Aumentada tiene la característica de sobreponer elementos visuales y/o audiovisuales registrados en una superficie real. Evidentemente, sin estos la RA no tendría función alguna, puesto que no habría ningún componente a visualizar. En diversos ejemplos comunes, se han visto modelos 3D digitales aparecer sobre objetivos específicos en espacios físicos, tal como los muebles virtuales de Ikea que ya se mencionaron antes. Sin embargo, existen otros elementos gráficos que cumplen el mismo propósito y pueden ser utilizados según sean necesarios. Entre ellos se encuentran los textos, las imágenes, los videos, los hipervínculos y los elementos tridimensionales. Estos elementos son añadidos mediante los software de desarrollo de Realidad Aumentada que disponen de la creatividad del desarrollador.

5.3.5.1 El texto

Cuando se habla de la comunicación de un mensaje, lo primero que se viene a la mente es el texto, el cual, está conformado de letras que son signos gráficos que se utilizan en diferentes sistemas de escritura, ya que a partir de su correcta combinación puede reproducirse el lenguaje

en forma escrita (Ares, 2013). En la comunicación visual, el texto trabaja como apoyo a la imagen para evitar la polisemia de esta. Sin embargo, el texto también es considerado como una representación visual. En este sentido, se puede referir al texto como una imagen, el cual, se puede referir a la tipografía. Es considerada como el medio por el que se da forma visual a una idea escrita para luego comunicar. Por otra parte, la tipografía tiene un valor estético y funcional, así como simbólico; una mala selección podría comunicar un mensaje completamente distinto al planteado inicialmente. Dicho esto, el texto puede adoptar diferentes formas con el propósito de transmitir un determinado mensaje. El uso de la tecnología digital, a través de los diversos software destinados al diseño gráfico es posible crear textos visuales creativos con el buen uso de la tipografía, para luego, poder llevarlos a una Realidad Aumentada. Estos textos, si bien, pueden ser creados a manera de ilustración bidimensional o tridimensional.

5.3.5.2 La imagen

En términos generales, la imagen es una representación de la realidad con una intencionalidad. Actualmente, es un recurso utilizado en la comunicación destinado a un receptor, que decodifica e interpreta. Sin embargo, para comprenderla es necesario saber leerla, y para ello, esta deberá tener un objetivo. La imagen la conforman elementos básicos como el punto, la línea, la forma, el color, la luz, entre otros. Esta puede representarse como una fotografía, una ilustración, una pintura, una composición, etcétera. “Las imágenes se han situado como elementos relevantes para la transmisión de información y comunicación entre las personas” (Meza, 2018). La imagen es generalmente polisémica, por lo que tiene múltiples lecturas e implica diversos significados.

Por ende, el destinatario debe saber leerla, y para ello, necesita distinguir todos los elementos que esta contiene y que fueron situadas intencionalmente.

Por otro lado, la representación de las imágenes en movimiento es operada por fotogramas, o también conocidos como frames, los cuales, muestran una secuencia de imagen fijas una tras otra a cierta velocidad, ya sea 24 frames por segundo, 30 frames por segundo, etcétera. Para la Realidad Aumentada, la imagen estática y/o en movimiento son un elemento esencial, puesto que, es aquello que el usuario visualizará e interpretará en el proceso de esta comunicación.

5.3.5.3 El video digital

Este ha retomado fuerza en los últimos años, especialmente en los medios audiovisuales. Si bien, el formato digital requiere del uso de un ordenador forzosamente para su proceso de digitalización, a diferencia del video analógico. En términos generales, el vídeo digital es una serie de imágenes en movimiento compuestas por un número concreto de píxeles. Actualmente, está al alcance de cualquier persona y este puede ser manipulado y editado de forma no lineal mediante programas especializados en un computador, no obstante, no es una tarea sencilla. Para ello, se requieren de conocimientos y habilidades adquiridas para resolver los parámetros y configurar los formatos. Además, es una actividad que solicita un amplio criterio creativo. Hoy en día, es posible crear videos en diferentes formatos con teléfonos inteligentes y, asimismo, editarlos en aplicación gratuitas o de paga de una manera sencilla en la palma de la mano.

Por supuesto, el vídeo digital es aplicado y tiene un propósito específico. Por ejemplo, un cortometraje o largometraje en el cine, un spot publicitario, un infomercial, entre otros. En la Realidad Aumentada, el video digital es comúnmente como elemento multimedia con el cual es posible añadir un valor comunicativo, pues puede incluir sonido, imágenes, textos, efectos especiales, etcétera. Los tipos de formatos de video más utilizados son .MP4, .MOV .AVI, H.265, entre otros. Mientras que para la pantalla grande se puede optar por una HD (High Definition o alta definición), o bien, el popular 4K, la Realidad Aumentada no exige tanto, puesto que es visualizado a través de un dispositivo móvil, ya sea un teléfono inteligente o una tableta.

5.3.5.4 El hipervínculo o hiperenlace

Los hipervínculos son un concepto cuyo nombre puede resultar avanzado, sin embargo, es un elemento comúnmente utilizado por las personas que navegan por la red. También conocidos como enlaces, en términos amplios, describen una remisión unidireccional en un documento electrónico que pueden enlazar diversos documentos distintos como diferentes partes dentro de un mismo documento (Ionos, 2019). En otras palabras, se trata de un elemento electrónico que permite dirigir y acceder a otros documentos, archivos, etcétera, interconectados. Por supuesto, esto se trata de navegación electrónica en un computador o dispositivo móvil. Esto permite poder navegar a otros sitios en un mismo documento electrónico. Este recurso es muy útil para la Realidad Aumentada, pues permite escanear un marcador y redirigir a vínculos electrónicos y visualizarlos de manera aumentada.

5.3.5.5 Elementos tridimensionales estáticos y en movimiento (CGI)

En la actualidad, el modelado 3D consiste en utilizar software³ para crear una representación matemática de un objeto o forma tridimensional. El objeto creado se denomina modelo 3D y se utiliza en distintas industrias, tales como el cine, la televisión, los videojuegos, la arquitectura, la construcción, el desarrollo de productos, la ciencia, la medicina, entre otros, con el propósito de visualizar, simular y renderizar diseños gráficos (Autodesk, 2020). Si bien, esta definición es utilizada hoy en día debido a las distintas áreas en las que se puede aplicar, por ejemplo, la animación 3D en las películas animadas y en los videojuegos. Su impacto

Sin embargo, el modelado 3D, en términos generales, tiene su origen en la geometría. Los modelos 3D representan un cuerpo físico mediante una colección de puntos en el espacio 3D, conectados por diversas entidades geométricas como triángulos, líneas, superficies curvas, etc. Al ser una colección de datos (puntos y otra información), los modelos 3D pueden crearse a mano, de forma algorítmica (modelado por procedimientos) o escaneados (Safibullaevna, Alisher, & Nasriddin, 2016). En otras palabras, el modelado 3D digital es una representación digital de un objeto real desarrollado y visualizado a través de un ordenador. Estos modelos tridimensionales pueden crearse en diferentes programas como Blender, Cinema 4D de Maxon, Autodesk 3DS Max, Maya de Autodesk, Google Sketchup, entre otros, de acuerdo con la aplicación que se le dará al modelo, por ejemplo, la creación de un personaje, la construcción

³ Término de origen anglosajón que hace referencia a la parte intangible de la informática (Llamas, 2020); es el conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora (Real Academia Española).

de un modelo arquitectónico, el prototipo de un producto, la simulación de una maquinaria, etcétera.

La fotogrametría es una técnica que permite realizar medidas 3D y obtener un modelado digital foto realístico del producto a través de fotografías. Se puede definir a la fotogrametría como el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuales podemos deducir de la fotografía de un objeto, la forma y dimensiones (Santamaría & Sanz, 2011). Esta técnica comúnmente es utilizada en la topografía, mediante la captura de imágenes aéreas o terrestres con el fin de formar un plano topográfico. Actualmente, la fotogrametría digital es empleada en diversos ámbitos, tales como el turismo, las ingenierías, el diseño, las artes, la medicina, etc., mediante el modelado 3D de objetos. Si bien, hay proyectos en los que un modelado digital es indispensable. No obstante, los modelos 3D en sí mismos deben ser muy ricos para que puedan asociarse analogías entre la imagen proporcionada por la cámara digital y el modelo 3D, sobre todo cuando nos referimos a niveles de detalle de resolución elevada (Lerma, Cabrelles, Navarro, & Seguí, 2013).

Recrear un objeto directamente en un programa de modelado 3D es una actividad que requiere de tiempo y precisión para alcanzar un acercamiento realista. Asimismo, el contenido de color y textura reales, los cuales, pueden ser proporcionados por una imagen fotográfica capturada del entorno físico, son difíciles de superar e incluso asemejar. La técnica de la fotogrametría deriva de la fotografía y esta captura la materialidad de los objetos. Sin embargo, la fotogrametría se configura mediante un software especializado que se encarga de deducir la imagen digital en un conjunto de puntos que conforman las dimensiones del modelo final.

En un mundo cambiante, sujeto a la constante adaptación debido a la evolución y avances tecnológicos que surgen. La Realidad Aumentada es una tecnología emergente que ha

sido utilizada en diversos campos, en los cuales, utilizan simulaciones creadas a partir de entornos virtuales para la formación del personal. La capacitación es una actividad que se puede ejercer en cualquier organización con la intención de brindar herramientas valiosas a su personal para que este desarrolle y/o refuerce habilidades que le servirán para realizar su labor diaria y, además, se verá reflejado en su productividad y desempeño. La Realidad Aumentada ha demostrado ser una herramienta con eficacia como guía visual para los trabajadores a manera de capacitación.

La formación es una actividad utilizada en diversos campos que requieran de aprendizaje, entrenamiento, actualización y demás. El entrenamiento virtual se acerca a la realidad gracias a la aplicación de tecnologías de Realidad Virtual y aumentada, que tratan de crear una visualización lo más fiel posible del objeto en el espacio, así como su manipulación y movimiento en un entorno 3D y en tiempo real (Gabajová et al., 2019). Así, la persona que utilice con la Realidad Aumentada podrá interactuar con el producto, o bien, con el sistema para practicar su tarea laboral a manera de simulación antes de llevarla a la práctica real. Un ejemplo muy puntual es la empresa automotriz Bosch, quien presentó CAP (del inglés Common Augmented Reality Platform), la cual, es una aplicación que permite a los técnicos de reparación en capacitación ver lo que hay detrás de un panel del vehículo, como la ubicación de las zonas o componentes ocultos sin necesidad de quitarlo y volverlo a instalar, puesto que se pueden visualizar a través de la pantalla de una tableta o un teléfono inteligente.

Esta tecnología emergente ha comenzado a ser considerada dentro de la industria para economizar y hacer más eficientes sus procesos de capacitación de personal. Debido a esto, ha traído beneficios en cuestiones de calidad, economía, rentabilidad, sustentabilidad de aprendizaje y seguridad, dentro del área de la capacitación. La entrega de información eficiente

al personal es valiosa e importante como la economía del tiempo y recurso humano además de la reducción del gasto de insumos para alcanzar los índices de calidad. Sin duda, esto es una prioridad para las organizaciones. Actualmente, las certificaciones de calidad exigen a las empresas proteger a sus empleados y sugieren optimizar condiciones y formatos para mejorar los procesos de aprendizaje durante la capacitación. La Certificación ISO 45001 provee un marco para mejorar la seguridad y bienestar de los empleados; esto permite a las organizaciones activamente optimizar su trabajo, salud e indicadores de salud.

Los escenarios virtuales permiten la capacitación del personal en situaciones peligrosas sin correr ningún riesgo real. Sin embargo, para que esta tecnología suceda, el personal debe ser primero capacitado para que logre entender cómo funciona, y así comprenda cómo reaccionar física y psicológicamente ante una situación similar en la vida real. Asimismo, la rentabilidad es otro aspecto con el que se beneficia la incursión de la RA como herramienta de capacitación. Esto no significa dejar atrás modelos tradicionales de entrenamiento, sino generar procesos de capacitación autosustentable, basada en la experiencia y con herramientas que permitan el aprendizaje autónomo, para que así, el empleado tenga la posibilidad de aprender a su ritmo, o bien, bajo sus propias habilidades.

5.4 Proceso de diseño centrado en el usuario de productos digitales

El diseño centrado en el usuario, así como la experiencia de usuario, son dos términos indispensables en este proyecto. El usuario tiene la máxima relevancia, puesto que la intención es tener un enfoque en los operadores de la industria maquiladora elegida para su óptima capacitación. Por ello, en este capítulo se realizará una lectura de los conceptos pertinentes.

5.4.1 La Experiencia de Usuario (UXD)

La Experiencia de Usuario es una denominación reciente. Según lo plantea Ronda (2013), es un concepto utilizado por los diseñadores y desarrolladores de software. En términos generales, es un enfoque metodológico que se constituye por la arquitectura de la información y el diseño de interacción. Para clarificar, en el desarrollo de software se requiere de un proceso basado en ciertos principios cuyo objetivo es crear una experiencia en el usuario satisfactoria. Esta se relaciona directamente con la vivencia del usuario con el producto, en la cual, se involucran los sentidos del individuo. En sí, la experiencia de usuario no es otra que hacer esta tecnología amigable, satisfactoria, fácil de usar y, por tanto, útil (Hassan, 2015).

Retomando un poco de historia, a finales de la década de los años 60's, la comunidad científica dio origen a una nueva área de estudio llamada Interacción Persona-Ordenador (del inglés Human-Computer Interaction). La IPO es considerada como una disciplina que se dedica al estudio de la tecnología centrada en su lado humano, lo cual, versa en el comportamiento de las personas ante la tecnología. Es decir, sus capacidades y sus limitaciones para la resolución de problemas y toma de decisiones (Hassan, 2013). Surgida de la confluencia de la informática y la ergonomía.

Para Garrett (2011), la experiencia de usuario no necesariamente se relaciona con el funcionamiento interno de un producto o sistema, sino en cómo funciona en el exterior cuando una persona entra en contacto con él. Por lo general, toda persona genera una experiencia cuando adquiere algún producto o sistema, ya sea positiva o negativa. En este caso, el diseño de productos se refiere a digitales e interactivos. No solamente se trata de diseñar el aspecto visible y validarlo en términos de funcionalidad. Por ejemplo, asegurar que un producto bien diseñado

es aquel que hace su trabajo correctamente o, por el contrario, un producto mal diseñado es aquel que no lo hace bien y falla al momento de utilizarlo. Por otro lado, algunos creadores de productos no consideran el diseño, puesto que enfocan el proceso únicamente en el desarrollo funcional. La experiencia de usuario va más allá de lo funcional o lo estético; involucra un conjunto de percepciones y sensaciones. Desde la posición de Interaction Design Foundation “un diseñador de experiencias del usuario se ocupa de todo el proceso de adquisición e integración de un producto, incluidos los aspectos de marca, diseño, usabilidad y función”.

El Diseño de Experiencia de Usuario es una historia que comienza antes de que el dispositivo esté incluso en manos del usuario (Interaction Design Foundation). Aunque no existe una definición concreta de lo que significa una buena experiencia de usuario, puesto que un producto puede evocar emociones de forma explícita, expresando algún sentimiento o afecto; o bien, de forma implícita, a través de su estética (Hassan & Martín, 2005). Este concepto tiene su origen en el campo del Marketing y recientemente se ha aplicado en el campo del diseño; debido a esto, se pretende establecer una relación familiar y consistente entre consumidor y marca bajo el análisis de factores que influyen en la adquisición o elección de un determinado producto (Kankainen, como se citó en Hassan & Martín 2005). Dispone de ciertos conceptos fundamentales que forman parte vital de su desarrollo y permiten que el diseñador considere tres preguntas principales: el por qué (motivaciones, valores y puntos de vista), qué (funcionalidad y características) y cómo (accesibilidad y estética) se utiliza el producto.

5.4.1.1 La usabilidad.

Este concepto es el que más popularidad ha adquirido que en pocas palabras significa ‘facilidad de uso’ y representa un importante atributo de calidad que debe poseer un producto interactivo. Sin embargo, no se trata de un atributo universal. A menudo, el diseño de experiencia se ocupa de cuestiones de contexto. Esto se debe a que se diseña a una audiencia específica, quien determina si el producto es usable o no, de acuerdo con el propósito específico con el que fue diseñado. La usabilidad tiene dos dimensiones: la objetiva y la subjetiva. La dimensión objetiva es la propiedad que se mide mediante la observación para desglosar la facilidad del aprendizaje (la facilidad con la que le resulta al usuario realizar tareas básicas por primera vez), la eficiencia (el tiempo que tarda el usuario en realizar las tareas una vez que ha aprendido el funcionamiento del diseño), la cualidad de ser recordado (la facilidad para utilizar de nuevo el producto después de un periodo sin hacerlo) y la eficacia (la cantidad y la gravedad de errores que comete el usuario al realizar las tareas y la rapidez con la que los logra resolver). Por otra parte, la dimensión subjetiva se basa en la mera percepción del usuario, por ejemplo, su satisfacción (la sencillez y el agrado ha resultado en el usuario la ejecución de las tareas).

Cabe recalcar que la usabilidad no es una cualidad meramente subjetiva, puesto que esta puede ser evaluada objetivamente mediante los atributos previamente mencionados, asimismo, puede ser medida subjetivamente a través de la satisfacción de uso. Esta última se basa en la valoración final del usuario por medio de su experiencia. Debido a que el DCU va dirigido a una audiencia específica, cuya función es cubrir ciertos requisitos y características puntuales, las métricas utilizadas para su validación pueden variar, puesto que sus propósitos son diferentes. Al final, los productos pueden ser comparados en virtud de cuál es mejor. Para ello,

es posible realizar pruebas de usabilidad con el fin de hacer la valoración, las cuales se tomarán a continuación.

5.4.1.2 La accesibilidad

Al adquirir un producto, en ocasiones, este no viene junto con un instructivo, sin embargo, deducimos cómo utilizarlo correctamente debido a nuestra previa experiencia. De aquí la accesibilidad, un concepto que se le atribuye a si un producto o servicio puede ser utilizado por todos sin problemas, independientemente de las limitaciones propias del individuo. Las leyes de accesibilidad existen para ayudar a las personas con discapacidades (temporales o permanentes), que pueden estar relacionadas con el nivel de conocimientos, habilidades o experiencias de los individuos; o bien, limitaciones derivadas del contexto de uso, impuestas por barreras físicas, el ruido, la iluminación, entre otras. A menudo, este atributo se confunde fácilmente con la usabilidad, debido a que tienen cierta similitud. A pesar de que, en teoría, la usabilidad incluye la accesibilidad para un diseño eficaz, eficiente y satisfactorio, la accesibilidad se centra en las personas con discapacidad; de manera que todos los usuarios puedan acceder a una experiencia de usuario equivalente (Hassan, 2015).

5.4.1.3 La arquitectura de la información

De acuerdo con Hassan (2005), la función del arquitecto de información es, en términos simples, organizar grandes cantidades de contenidos, con el objetivo de que el usuario pueda manejarlos y navegar por ellos fácilmente, además de satisfacer sus necesidades de información. En otras

palabras, Hassan define la arquitectura de la información como “la disciplina profesional dedicada a la organización, la clasificación, la estructuración y el etiquetado de grandes volúmenes de contenidos”. En efecto, cuando de sitios web y aplicaciones se trata, la arquitectura de la información cumple una función indispensable, puesto que el usuario que navega por ellos espera poder encontrar lo que desea con facilidad y sin frustraciones en cada una de las pantallas. Según Babich (2020), es requerido un flujo que permita a los usuarios navegar entre pantallas sin mucho esfuerzo y esto es determinado por los arquitectos de Experiencia de Usuario. “El tiempo es el recurso más preciado que tiene el usuario” (Babich, 2020), por ende, nadie espera poner mucho empeño y esfuerzo en encontrar lo que se busca, y si la búsqueda se torna demasiado lenta o complicada, es probable que el usuario abandone la página y tal vez no desee volver.

Dicho así, la arquitectura de la información (AI) toma acción. Las aplicaciones móviles, así como los sitios web suelen contener grandes cantidades de contenido y organizarlo puede ser un reto para el diseñador. Para ello, existen principios y métodos para desarrollarlo, tales como las leyes de la Gestalt, las cuales, se desarrollarán más adelante. Por contenidos se entiende todo aquello que conforme la información, tales como, textos, imágenes, videos, etcétera. Según Hassan (2005), una primera tarea del arquitecto es analizar la naturaleza del contenido y determinar su nivel de descomposición, es decir, su granularidad. Según Babich (2020) La creación de jerarquía y navegación son componentes esenciales en la arquitectura de la información. Jerarquizar la información es, en pocas palabras, darle estructura al contenido; mientras que la navegación define cómo se moverá el usuario a través de la página web o la aplicación móvil. Estos dos componentes son características intrínsecas de la AI que crean esta experiencia del usuario. Para ello, se debe considerar lo que el usuario espera ver a través de

una previa investigación, así como lo que la empresa o autor quiere mostrar, es decir, los requerimientos.

Aunque la AI resulta compleja, una manera de comenzar es considerando diferentes escenarios de interacción entre el usuario y el producto a través de la creación de diagramas. Por lo general, estos diagramas se generan en un formato de mapa del sitio que ilustra la jerarquía del contenido en un sitio web (Babich, 2020). En este sentido, el profesional tomará el papel de usuario para contemplar e interpretar los posibles escenarios de interacción. El paso final es el prototipo o maqueta, que se encarga de demostrar la jerarquía de la información y la navegación, en donde, el profesional se encarga de realizar un bosquejo no necesariamente de alto detalle. Así, el diseñador previsualiza cómo se conformarán cada una de las pantallas. Es decir, se prefigura el diseño para luego llevarlo a la acción. Para lograr una óptima arquitectura de la información se requiere del uso de palabras clave y vocabularios controlados, así como la categorización y clasificación para que el usuario empatice con el contenido y le sea sencillo navegar por el sitio y realizar exitosamente su búsqueda.

5.4.1.4 El diseño de interacción.

Este atributo es un factor elemental dentro de la Experiencia de Usuario. La Interacción Persona-Ordenador (Human-Computer Interaction, HCI), como lo plantea Hassan (2005), “es un área de estudio centrada en el fenómeno de interacción entre usuarios y sistemas informáticos”. Su objetivo es hacer más amigable el uso de aparatos. Este término ha tomado fuerza en la actualidad, pues en la vida cotidiana el ser humano interactúa con variedad productos, ya sea dispositivos móviles, computadoras, consolas de videojuegos, cepillos de dientes electrónicos,

cajeros automáticos, por mencionar algunos. Sin embargo, no todos son fáciles y disfrutables de usar, incluso pueden llegar a ser frustrantes, aún cuando no es la primera vez utilizándolos. Por lo general, el ser humano interactúa con aquello que lo rodea de alguna forma u otra. El diseño de interacción tiene la función de reducir los aspectos negativos de la experiencia del usuario, mientras que se potencian los positivos (Preece, Rogers, & Sharp, 2015). De manera que el usuario tenga una óptima experiencia.

Aunque se asemejan, el Diseño de Interacción y la Interacción Persona-Ordenador tienen un alcance distinto, en el cual, su principal diferencia radica en que el Diseño de Interacción va más allá de la interacción entre persona-ordenador; este se ocupa de la teoría, de la investigación y la práctica del diseño de experiencias de usuarios para todo tipo de tecnologías, sistemas y productos (Preece et al., 2015). El Diseño de Interacción es una subdivisión del diseño de la experiencia del usuario que se ocupa de crear las maquetas para los sitios web y aplicaciones móviles. De acuerdo con Interaction Design Foundation, el trabajo de los diseñadores del Diseño de Interacción implica cinco dimensiones del lenguaje, las cuales, fueron definidas por Gillian Crampton y Kevin Silver. Estas son:

1D: las palabras, las cuales, abarcan el texto tal como las etiquetas de los botones que ayudan a dar a los usuarios la información adecuada. Estas deben ser fáciles de entender para permitir la interacción.

2D: las representaciones visuales son elementos gráficos como imágenes, tipografía e iconos que ayudan a la interacción con el usuario; deben tener un estilo similar y coherencia con el contenido proporcionado.

3D: el contexto de la interacción debe ser considerado en el diseño. Los objetos y espacios físicos, en esencia, son el medio a través del cual los usuarios interactúan con el producto o servicio.

4D: esta dimensión se le atribuye al tiempo y se refiere a la velocidad y frecuencia con que ocurren cambios en los elementos, por ejemplo, las animaciones, los videos, el sonido, o todas las respuestas animadas y cualquier cambio que se produzca como consecuencia de una acción del usuario.

5D: el comportamiento es la última dimensión y tiene que ver con el modo en que las cuatro dimensiones anteriores definen las interacciones que ofrece un producto y las posibles reacciones los usuarios pueden tener frente a los mecanismos que hacen funcionar una plataforma.

5.4.2 Diseño Centrado en el Usuario (DCU)

Acorde a Hassan & Ortega (2009), el Diseño Centrado en el Usuario se considera una vía para alcanzar y lograr la satisfacción de las necesidades del o de todos los usuarios potenciales y así mejorar empíricamente la usabilidad del producto. La usabilidad es un término que se le atribuye a la calidad del diseño. Igualmente, el DCU se considera más que nada un enfoque, en el cual, el usuario final prevalece sobre todo factor ante cualquier toma de decisiones. Sin embargo, el representar un enfoque no significa que no exista un proceso; en realidad, el DCU es un proceso cíclico e iterativo, un término contrario a la linealidad. La intención de un proceso iterativo es mejorar incrementalmente el diseño, de manera que siempre se puede regresar a cualquiera de las fases o etapas con la finalidad de corregir y/o enriquecer y, eventualmente, avanzar.

Como ya se mencionó, el recurso humano es el elemento fundamental dentro de cualquier empresa, por ende, sin duda lo es dentro de la industria maquiladora. Como en toda organización, el personal está constituido por seres humanos independientes con el fin de laborar, lo cual, es una cuestión de importancia, puesto que está sujeto a conductas, educación, personalidad, necesidades específicas, entre otras cualidades que posee cada individuo. Sin embargo, diseñar para las personas es un tema complejo, debido a todas estas virtudes con las que cuenta; sobre todo al considerar que son sus necesidades las que motivaron el uso del producto y la condición del diseño. Aunque en ocasiones, el diseño no cumple la función de resolver necesidades en absoluto, sino que genera el impulso de nuevas.

5.4.3 Principios y leyes de diseño para la Experiencia de Usuario.

El diseño de una experiencia de usuario, tal y como se expuso, involucra un proceso que además requiere de algunos principios cuyo objetivo es procurar el éxito del producto. Estos principios son más que nada sugerencias propuestas por autores que se han dedicado a estudiar la interacción y el comportamiento del ser humano ante los objetos. A continuación, se expondrán algunos de estos principios que tienen la finalidad de dar pie al diseño de la aplicación móvil que se realizará en esta investigación y tener un acercamiento teórico.

5.4.3.1 Ley de Fitts

Actualmente, las aplicaciones móviles se han convertido en un elemento esencial en la vida cotidiana para cualquier actividad, los individuos han adquirido la habilidad de navegar en estas

con tal facilidad. Desde aplicaciones móviles para entretenimiento, de aprendizaje, para productividad y estilo de vida, por mencionar algunos. Cada una de ellas fue diseñada y desarrollada con un propósito basado en el usuario; cómo este interactúa con el producto. Si bien, la apariencia estética capta la atención del consumidor y hace que esta sea atractiva. No obstante, diseñar el elemento visual de una interfaz no es suficiente para el usuario si este no puede usarla correctamente. En sentido amplio, si una interfaz resulta complicada de utilizar, a pesar de ser estéticamente atractiva, esta no satisfará al usuario.

Las aplicaciones móviles, así como los sitios web se navegan a través de un cursor que se mueve de acuerdo con las dimensiones de la pantalla. Tal como la Ley de Fitts lo plantea, de acuerdo con Interaction Design Foundation (2019), la cantidad de tiempo que necesita una persona para mover un puntero a una zona objetivo es una función de la distancia al objetivo dividida por el mismo tamaño. En otras palabras, entre más grande sea la distancia y menor tamaño tenga el objetivo, mayor es el tiempo. Esto se debe al sistema motor del ser humano, que fue examinado por Paul Fitts en 1954, que después fue estipulado en la conocida Ley de Fitts. Esta ley, podría decirse, que yace de una pregunta concreta, ¿qué tan rápido puede el usuario seleccionar el objetivo? Fitts planteó que esto podría resolverse con un algoritmo, debido a que dice que el tiempo para seleccionar un objetivo se relaciona con el tamaño de dicho objetivo, así como su distancia. Dicho esto, la ecuación planteada es la siguiente:

$MT = a + b \cdot \log_2(2 \cdot D/W)$, en donde **MT** es el tiempo promedio para seleccionar el objetivo, es decir, para completar el movimiento; **a** es el intercepto, y es una variante establecida por el tipo de dispositivo; **b** es la pendiente, y es otra variante establecida por el tipo de dispositivo; **D** es la distancia entre el punto inicial hasta el objetivo; **W** es el ancho del objetivo a lo largo del eje de movimiento.

Sin embargo, esta ecuación funcionó como un punto de partida que en la actualidad no se utiliza como tal. En general, esta no es una ley como tal, pero así se le denominó. Para Fitts, este es un modelo descriptivo del sistema motor humano, o bien, del movimiento humano que rastrea el tiempo de interacción considerando el tamaño y la distancia. Es más fácil seleccionar elementos de mayor dimensión y que se encuentren cerca, que aquellos elementos pequeños que están lejos. Si bien, esta ley está destinada al diseño de interfaz; aunque se cree que es ignorada, debido a los incontables diseños existentes que carecen de esta lógica y que tienen como consecuencia una mala experiencia de usuario.

Es preciso destacar que esta ley fue estipulada en 1954 y que, debido a los avances tecnológicos, el diseño de interfaz ha evolucionado a gran escala. Como ejemplo están los actuales dispositivos móviles con pantalla táctil; además de incontables sitios web que cumplen diferentes funciones. Cuando se trata de dispositivos móviles con pantalla, se habla de diseñar para los dedos, pues aquí ya no existe un cursor dentro de un ordenador, sino que el cursor como tal son las manos del individuo que interactúan con la aplicación. Dicho esto, existen algunas actualizaciones hacia ciertos elementos que plantea la Ley de Fitts y que han sido expuestas por otros autores, como Nielsen Norman Group. Lexie Kane (2019), miembro activo de NN Group, argumenta que algunos principios postulados en la Ley de Fitts no son recomendables en el diseño de interfaz actual; asimismo, revelan principios que procuran hacer una interfaz, una aplicación y/o un sitio web, fácil y obvio de usar.

De acuerdo con Soegaard (2020), aplicar la Ley de Fitts en el diseño de interfaz permitirá una buena experiencia de usuario. Para ello, expone algunos principios que sugiere deben ser empleados:

1. De primera instancia, todos los botones de mando y cualquier otro elemento interactivo importante de la interfaz debe distinguirse de otros elementos no interactivos por su tamaño, de manera en que sean fáciles y rápidos de presionar. Este principio, por más obvio que parezca, suele ser ignorado; entre más grande sea un botón, más preciso será presionarlo. Asimismo, una correcta distancia entre cada botón funcionará mejor, puesto que, si los botones se encuentran muy pegados uno del otro, más difícil será su acceso.
2. Por consiguiente, el segundo principio indica que los bordes exteriores y las esquinas de la interfaz gráfica pueden adquirirse con mayor facilidad que en cualquier otro lugar de la pantalla; esto se debe a que cuando el usuario llega al tope de la pantalla, es decir, a los puntos más extremos, el dispositivo señalador ya no puede desplazarse más, por lo que el cursor se fija en la periferia de esta.
3. El tercer principio recae en los menús emergentes, o bien, pop-up menú. Básicamente, este se refiere a que admiten la selección inmediata de elementos interactivos que los menús desplegables, puesto que el usuario no tiene que mover su cursor de su posición actual. Asimismo, la Ley de Fitts constata que el diseño de menús largos hace que la tarea de seleccionar una opción sea difícil, y que, entre menos opciones o más cortas, la tarea es más sencilla.
4. Los menús desplegables forman parte del cuarto principio. Los menús lineales, verticales u horizontales, conlleva más tiempo la selección de las opciones que los menús circulares. Sin embargo, este principio fue establecido por Fitts años atrás, por lo cual, puede considerarse algo obsoleto. Hoy en día, los menús circulares no son comunes; además, existen maneras de realizar menús desplegables aptos para el usuario.

5. El último principio consiste en las barras de tareas e indica que estas obstaculizan el movimiento a través de la interfaz, debido a que estas exigen un nivel de precisión mayor cuando las opciones se sitúan en los límites exteriores de la pantalla.

Cabe destacar que estos no son los únicos principios, existen otros de igual importancia como el Magic Pixel y el Prime Pixel. El primero, los píxeles mágicos, se encuentran en las esquinas de la pantalla y estos son cuatro en total. Estos complementan el segundo principio de los bordes exteriores en donde el cursor no puede moverse más allá de las esquinas, puesto que son el límite de la pantalla. Estos espacios son los menos valiosos y útiles para poner algo importante en la interfaz, en especial cuando la pantalla es de mayor dimensión, pues el cursor tarda más tiempo en llegar. Por otro lado, se encuentra el Prime Pixel, el cual, permite saber dónde está el cursor del usuario cuando aterriza en la aplicación (Purwar, 2019). Este concepto indica el punto desde el que el usuario realizará todas sus tareas. Sin embargo, tanto los navegadores como las aplicaciones pueden utilizar este píxel, un sitio web no puede hacerlo. Puwar menciona que, por esta razón, el punto situado en el centro de la pantalla es el píxel principal.

Según Craig, en la Interacción Persona-Ordenador el Prime Pixel produce la mayor potencia. Este autor indica que el píxel primario es la referencia utilizada para el punto único del espacio en el que se encuentra el cursor de su dispositivo de entrada. De este modo, para cada interfaz de ordenador, la distancia de un objeto objetivo siempre se medirá por la distancia en la que se encuentre el Prime Pixel. Para ejemplificar, si un usuario hace clic en “iniciar sesión”, el cuadro para rellenar los datos del usuario debe encontrarse lo más cercanos posible a la opción de inicio de sesión, así como el botón de “enviar”. De no ser así, el usuario experimentará complicaciones y tal vez frustración al tener que desplazar el cursor.

Otro elemento importante es la agrupación, a la cual se le atribuye a la Ley de la Gestalt que se explicará más adelante. En términos generales, en una interfaz es conveniente para su usabilidad mantener los elementos similares cerca unos de otros. Así, el usuario percibirá grupos en lugar de individuales y será más sencillo navegar por la interfaz. Asimismo, es de suma importancia que todos los elementos, ya sean grupos o individuales, se encuentren en una precisa distribución conservando la misma distancia entre cada botón; cuidando los espacios no interactivos entre cada botón, puesto que, si la distancia es mayor y el usuario presiona un espacio inactivo, podría tener una mala experiencia de usuario y disminuir la usabilidad.

No es novedad que el ser humano ha evolucionado a través de los años y cada vez está más apegado a las nuevas tecnologías, incluso, algunos suelen adaptarse rápidamente a ellas. Si bien, navegar por un sitio web o una aplicación móvil se ha convertido en una actividad cotidiana para realizar casi cualquier tipo de tarea. Asimismo, las tecnologías han evolucionado rápidamente, y consigo los principios de diseño de interfaz y experiencia de usuario. Un ejemplo son las pantallas táctiles que funcionan con los dedos, por ende, se diseñan para los dedos de las personas. Por supuesto existen constantes en todo esto, como la Ley de la Simplicidad que se expondrá a continuación. No obstante, la Ley de Fitts cuenta con argumentos que serán de relevancia en este proyecto de investigación.

5.4.3.2 Leyes de la Simplicidad

Las Leyes de la Simplicidad, en esencia, es un libro escrito por John Maeda, donde proporciona diez leyes para alcanzar la simplicidad. Para el autor, este libro fue ideado como un Manual de la Simplicidad en áreas de diseño, tecnología, negocios y la vida en general. Si bien, lo simple

no es sinónimo de menos y ni mucho menos de sencillez, por el contrario, alcanzar el objetivo utilizando solamente los elementos necesarios puede ser un ejercicio retador para no perder la esencia ni desviar el mensaje. Dicho esto, a continuación, se expondrán algunas de las leyes que Maeda (2010) expone y que serán tomadas como fundamento para el diseño de una aplicación móvil.

Ley 1/ Reducir: la reducción razonada es la manera más sencilla de alcanzar la simplicidad. Según Maeda, se debe tener un equilibrio entre el punto en el que se puede simplificar algo y el nivel de complejidad necesario. Esto se debe a la funcionalidad de los productos o servicios; por lo general, el usuario desea que algo sea fácil de usar, pero a la vez desea que sea capaz de hacerlo todo. Se dice que, si no se tiene la certeza de algo, se elimina; no obstante, hay que tener cuidado en todo aquello que se elimina o se quiere eliminar. Es decir, si se elimina algo y no se tiene repercusiones, entonces fue correcto. Sin embargo, si ocurre lo opuesto, se tomará en consideración un conjunto de métodos propuestos por el autor: estilizar, ocultar e integrar.

Estilizar refiere a ese placer inesperado que un usuario experimenta cuando un objeto pequeño o algo que pareciera insignificante, sorprendentemente funcione como es debido, y que de alguna manera inspira compasión. Por ejemplo, cuando el producto es ligero y fino, sin embargo, es potente; tal como los televisores con pantallas planas. El segundo método respectivamente es ocultar y consiste en conseguir que la complejidad permanezca oculta mediante el uso de la fuerza bruta. En otras palabras, que solamente las funciones principales se mantengan a la vista, mientras que las más complejas queden ocultas de manera ingeniosa, así, el usuario no tendrá distracciones ni complicaciones. Por último, el método integrar indica que es una cualidad más que nada empresarial en la que se integran materiales y medios de

fabricación de mejor calidad, y que además con el poder de la mercadotecnia, se puede programar la perfección que percibirá el consumidor. En pocas palabras, hay que minimizar todo aquello que pueda ser minimizado y ocultar todo lo que se pueda ocultar sin llegar a perder el valor interno.

Ley 2/ Organizar: Maeda argumenta que la organización permite que un sistema complejo parezca más sencillo. En general, este método trata de agrupar los elementos que pertenezcan a la misma categoría; de este modo, al trabajar con menos objetos, menos conceptos y menos funciones, hay menos botones que pulsar, por lo tanto, se simplifican las decisiones. Cuando se navega por un sitio web, por ejemplo, los menús muy extensos pueden frustrar al usuario al momento de buscar su objetivo; sin embargo, la tarea se torna más sencilla cuando los elementos se agrupan en un orden conocido y congruente. Organizar es una tarea que requiere de pensamiento crítico para definir los elementos que corresponden entre sí. Además, este término es subjetivo si se considera que el ser humano crea su propio sistema y algunos encuentran orden en el caos. No obstante, la labor del diseñador es conducir ese caos en orden mediante la organización.

Una manera popular de conducir el orden en una página web es a través de los filtros. Está el caso de los sitios web de tiendas virtuales de ropa, en donde se utilizan filtros para minimizar las opciones de acuerdo con las especificaciones del usuario. Ya sea una agrupación de pantalones de tipo mezclilla de tal color y tal corte; de esta manera, la búsqueda se simplifica a esas peticiones. O bien, otro ejemplo mencionado por Maeda está en la evolución de la Gestalt del iPod de Apple, en el cual se hicieron unos pequeños cambios de organización en el diseño de los botones que generaron una reducción de costos. Este cambio consistió en integrar todos

los botones necesarios en un único control liso, con espacio suficiente para que aquellas personas con dedos gruesos pudieran presionarlos sin problema. Es así como la buena organización, seguida del embellecimiento puede generar un diseño simple y funcional.

Ley 3/ Tiempo: “El ahorro de tiempo simplifica las cosas” (Maeda, 2010). Esta tercera ley recae precisamente en el ahorro de tiempo. Si bien, este es un valioso factor que nadie gusta desperdiciar, y la intención de esta ley es la reducción del tiempo. De acuerdo con Maeda, el tiempo puede materializarse mediante un enfoque más engañoso, utilizando el diseño para crear una ilusión de movimiento y de velocidad. Como ejemplo se encuentran las barras que se van llenando conforme el tiempo va pasando y la acción se va completando. Sin embargo, ¿de qué modo se puede reducir la espera?, y ¿de qué modo se puede hacer que la espera sea más llevadera? Básicamente se puede utilizar la terminología ELLA, tal como en la primera ley. Por un lado, se puede estilizar las limitaciones del tiempo, y de ocultar o integrar la dimensión del tiempo. Siendo así el ahorro de tiempo una negociación entre la rapidez cuantitativa y la rapidez cualitativa.

Ley 4/ Aprendizaje: indica que el conocimiento y el aprendizaje lo simplifican todo, y esto es válido para cualquier objeto, por más difícil que sea. Sin embargo, para que esto suceda, el usuario deberá aprender a usarlo, aunque según Maeda, en el proceso pueda llegar a pensar que está perdiendo el tiempo. El aprendizaje se realiza mejor cuando existe un deseo de adquirir un determinado conocimiento. En realidad, esta ley está más enfocada a cinco etapas del proceso de aprendizaje establecidas por el autor. Aunque el diseñador no es un educador, un buen diseño depende de la capacidad de incluir un sentido de familiaridad instantáneo; es decir, todo aquello

que el usuario ya conoce o ya ha visto antes. En otras palabras, que sea intuitivo. Para Maeda, el diseño comienza por influenciar el instinto humano para establecer una relación, seguido por la materialización de dicha relación en un objeto o un servicio tangible.

Esta ley aplicada en el diseño de interfaz gráfica es de gran utilidad. Aquí, el diseñador tiene la tarea de gestionar un espacio gráfico, en el cual, el usuario pueda navegar sin ninguna dificultad de entendimiento, es decir, que deberá deducirlo con su previo conocimiento adquirido por su propia experiencia. O bien, que esta sea tan amigable que incentive al usuario a aprender conforme la utiliza a través de pequeños pasos, es decir, un mini tutorial introductorio que indique cómo funciona. Así, el usuario no se verá obligado a aprender, pero lo hará de alguna manera. Es preciso eliminar todo aquello difícil de aprender y enfatizar lo lógico y racional. De este modo, será menos complicado iniciar la navegación por la interfaz debido a la simplicidad de esta.

Ley 6/ Contexto: “Lo que se encuentra en el límite de la simplicidad también es relevante” (Maeda, 2010). Esta ley enfatiza la importancia de lo que podría perderse a lo largo del proceso de diseño. Como en todo diseño, el contexto es fundamental y es obligación conocerlo, puesto que el no hacerlo, puede poner en riesgo el éxito del proyecto. Es decir, se diseña para un grupo de personas específicas en un ambiente específico. Cada entorno cuenta con sus propias características y costumbres, ciertas necesidades.

Sin embargo, para Maeda, existe un término medio importante entre sentirse completamente perdido en lo desconocido y completamente encontrado en lo familiar. Un exceso de familiaridad puede resultar aburrido, así como un exceso de incógnita puede resultar emocionante para algunos, o bien, todo lo contrario. Es preciso estar bien situado y conocer

todo el alrededor. De no ser así, probablemente el usuario se sienta confundido y no tenga una buena experiencia.

Ley 8/ Confianza: Maeda expresa que confiamos en la simplicidad. Esta premisa se basa en que se suele confiar más en lo simple que en lo complejo. Tal como la confianza que le tenemos a nuestro computador de guardar las contraseñas y que las recuerde cada vez que se quiera ingresar a algún sitio. Así, ya no es tan necesario aprenderlas de memoria si la inteligencia del sistema se adjudica esa tarea. Aunque, el exceso de confianza tampoco es bueno; de hecho, es enemigo de la grandeza. Diseñar un producto que el usuario se sienta cómodo y con la confianza de interactuar con él. Esta confianza se deriva de lo conocido, tal como la cuarta ley, la del aprendizaje afirma el poder del conocimiento.

Para ejemplificar, algunas aplicaciones móviles bancarias cuentan con una interfaz tan amigable e intuitiva, que el usuario muestra cierta empatía para navegar en ella. El diseño simple y funcional, además de atractivo, hace que el usuario sienta confianza en realizar una transacción, realizar un pago o cualquier otro movimiento, puesto que es tan sencilla que agiliza el proceso. Los pasos para seguir con deducibles que ingresan información sensible generan desconfianza. Sin embargo, cuando la plataforma es complicada y difícil de entender, la desconfianza puede apoderarse del usuario, abandonándola eventualmente.

Ley 10/ Única: esta ley, en términos generales, es un resumen de todas las anteriores. La simplicidad consiste en sustraer lo que es obvio y añadir lo específico, todo lo importante que da significado. Observar todo el panorama abre la posibilidad de encontrar soluciones simples

a los problemas; en ocasiones, la solución se encuentra justo enfrente, pero la necesidad de pensar más allá en propuestas complicadas

Estas leyes pretenden dar un indicio al diseño de interfaz de manera simple e intuitiva. Como fue posible ver, no están expuestas las 10 como el autor propone, puesto que algunas de ellas son más que nada anecdóticas que útiles, además de obvias. El diseño de una aplicación móvil supone ser intuitivo y deductivo para el usuario, por ende, el factor humano es imprescindible. Para ello, este acercamiento a las leyes de Maeda constituye elemento de punto de partida.

5.4.3.3 Principios de la Gestalt

Los principios de la Gestalt, también conocido como Leyes de la Gestalt, son principios/leyes de la percepción humana que describen cómo el ser humano agrupa elementos similares, reconoce patrones y simplifica imágenes complejas (Interaction Design Foundation, 2020). Gestalt, en términos amplios, significa “conjunto unificado” en alemán; los primeros principios fueron ideados en la década de 1920 por los psicólogos alemanes Max Wertheimer, Kurt Koffka y Wolfgang Kohler. Acorde con la definición de la Gestalt, la mente humana percibe lo que el ojo ve como un todo y no como elementos individuales. Disciplinas como el Diseño Gráfico adoptaron estos principios que en la actualidad son utilizados por los profesionales para elaborar diseños bien pensados; además de que son un elemento esencial en para la comunicación visual. Estos principios tienen que ver, más que nada, con el factor humano, el cual, es el componente principal cuando de Diseño Centrado en el Usuario se trata. Se desglosan a continuación las cuatro leyes más reconocidas según Interaction Design Foundation (IDF).

Ley del cierre. Esta ley o principio es una de las comunes en el diseño gráfico, así como el Diseño de Experiencia de Usuario, puesto que es frecuentemente utilizada en logotipo. Afirma que el cerebro rellena los espacios en blanco cuando se observa que le faltan partes a una imagen; de esta manera, forma una imagen completa después de buscar un patrón reconocible (User Testing, 2019). Esto se debe a que el ser humano prefiere ver figuras completas, por lo que automáticamente rellena todo espacio en blanco para darle un cierre y percibir un conjunto, es decir, la imagen completa. Tal es el ejemplo del famoso logotipo de IBM, que consiste en una serie de líneas espaciadas que conforman las letras “I”, “B”, “M”, siendo los espacios en blanco cerrados por el usuario para formar las letras completas.

Ley de región común. Acorde a IDF, el humano agrupa los elementos que se encuentran en la misma región cerrada. Un ejemplo está en la categorización, donde se separan los componentes que pertenecen a un mismo grupo de acuerdo con sus características, funciones, entre otros. De esta manera, se perciben como un conjunto. Una manera de agruparlos puede ser delimitando el espacio agregando bordes, o bien, mediante la diferenciación de colores, formas o proximidad.

Ley de figura/ fondo. Para User Testing (2019), el principio figura/ fondo afirma que las personas perciben instintivamente los objetos como si estuvieran en primer o segundo plano. Asimismo, Soegaard (2020) argumenta que la incertidumbre no es grata para muchos, así que se buscan objetos sólidos y estables. Cuando la imagen resulta ambigua, el usuario tiende a

separar la figura y el fondo. Una manera de hacerlo es a través del contraste de los elementos, por ejemplo, una figura de color claro sobre un fondo oscuro.

Ley de la proximidad. Este principio constata que los elementos que se encuentran cercanos o próximos serán visualizados como un grupo, independientemente de su color, de su forma, o bien, de su similitud. La proximidad debe ser utilizada con astucia, puesto que el mensaje puede variar si se efectúa incorrectamente. Un ejemplo está en cuando se utiliza imagen y texto, a manera en que, si el texto se sitúa cercano a la imagen, indicará que pertenece a ella.

Recordando que el diseño de interfaz, el factor humano es fundamental, puesto que es el usuario quien percibe e interactúa con el sitio web o aplicación móvil. Por este motivo, el uso de los principios de la Gestalt es indispensable para entender la percepción del ser humano ante ciertos elementos. Las Leyes de la Gestalt están fundamentadas a través de la psicología y son comúnmente utilizadas por profesionales del diseño gráfico, disciplina que se enfoca en la comunicación visual.

5.4.4 Metodología, métodos y técnicas para la Experiencia de Usuario.

El diseño de una experiencia de usuario, tal y como se expuso, involucra un proceso que, además, requiere de algunos principios cuyo objetivo es procurar el éxito del producto y el alcance del objetivo de la herramienta digital.

5.4.4.1 Los Elementos de Experiencia de Usuario: Jesse James Garrett

Para el desarrollo de la aplicación que se realizará en esta investigación, se utilizará la metodología propuesta por Jesse James Garrett (2011) de la Experiencia de Usuario. Como ya se mencionó anteriormente, la experiencia de usuario no tiene que ver con el funcionamiento interno de un producto o servicio, sino que se refiere a cómo funciona en el exterior, donde las personas entran en contacto con él (Garrett, 2011). En este caso, no se hablará de la programación interna de la aplicación móvil, sino de la interacción del usuario con ella. Para conseguirlo, se seguirán las cinco fases expuestas por Garrett.

Esta metodología fue construida de abajo hacia arriba; en otras palabras, su lectura comienza del plano situado al final y sube hacia el primero. En general, estos planos proporcionan un marco conceptual para hablar de los problemas de la experiencia de usuario y de las herramientas que se utilizan para resolverlos (Garrett, 2011). Si bien, el diseño de esta metodología comienza con una idea abstracta que, conforme avanza el proyecto, estas se vuelven más concretas. El objetivo de esta metodología aplicada a esta investigación es diseñar una aplicación móvil para desarrollar un modelo digital de capacitación que funcione como herramienta de apoyo, y así, crear una nueva experiencia en el usuario meta.

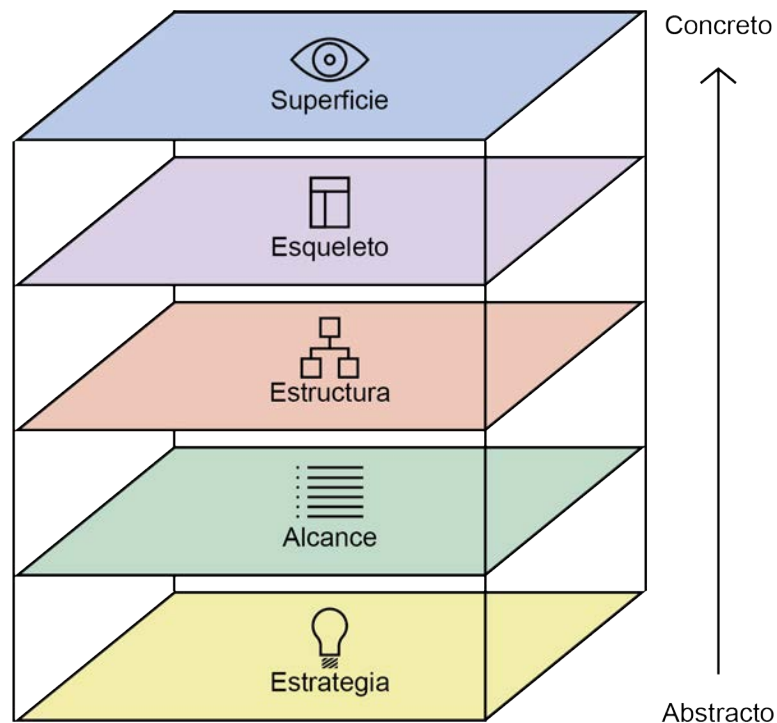


Imagen 1: Los Elementos de Experiencia de Usuario. Autor: Jesse James Garrett, 2011. Elaboración propia.

1. *Plano Estrategia*: es la primera fase que propone este autor. Esta consiste en establecer una estrategia que esté claramente articulada. Para ello, es necesario contestar dos preguntas básicas: ¿qué queremos conseguir con este producto? y ¿qué quieren nuestros usuarios? Dicho esto, la tarea es establecer y describir los objetivos, y delimitar las necesidades del usuario. Los objetivos provienen de la organización misma, en este caso, del investigador; mientras que las necesidades del usuario son los objetivos impuestos al producto desde el exterior. Una vez mencionado esto, en esta fase se detectaron y se delimitaron las necesidades del usuario a través de una investigación de campo, puesto que es fundamental estar presente en el contexto donde se desenvuelven laboralmente. Es imprescindible conocer al usuario en primera persona y tener acceso a la interacción con él; de este modo, se comprenderá a quién va dirigida la propuesta y quiénes le

sacarán provecho, así como conocer quién es y cómo es el usuario. Conocer sus procesos de capacitación es un reto, por ende, se requiere estar presente físicamente dentro de la empresa. Luego, se recopiló toda la información obtenida en una bitácora de campo para establecer los objetivos de la propuesta. Puesto que se realizará un modelo digital basado en el modelo tradicional de capacitación de la industria maquiladora elegida, será necesario determinar los objetivos de la aplicación móvil, es decir, del producto. La finalidad es esclarecer la estrategia que se utilizará a lo largo del desarrollo.

2. *Plano Alcance*: la estrategia establecida en la fase anterior se convierte en alcance. Lograrlo requiere traducir las necesidades del usuario, así como los objetivos del producto en requisitos específicos sobre el contenido y la funcionalidad que el producto ofrecerá al usuario (Garrett, 2011). En otras palabras, este nivel consiste en un proceso valioso que da lugar a un producto valioso. En esta fase, se identificará lo que se puede abordar en el momento y lo que será pertinente hacer más adelante. Para esto, será necesario organizar las tareas por orden de relevancia y prioridad; la asignación de las tareas a los actores que participarán en el desarrollo, además de concretar los requisitos, las especificaciones y las herramientas que se utilizarán. Realizar un modelo tecnológico requiere de organización y precisión para que este sea igual de efectivo que su modelo tradicional; considerando que la función principal de este es capacitar.
3. *Plano Estructura*: En esta fase se comienza con la elaboración de un bosquejo. Según Garrett, al llegar a este nivel ya se tiene una idea clara de lo que incluirá el producto final. Por consiguiente, se desarrollará una estructura conceptual para el sitio, lo que se traduce como la arquitectura de la información y el diseño de interacción. Una vez que se ha delimitado y priorizado, la siguiente tarea es organizar todo el material obtenido.

En el caso de las aplicaciones móviles, el contenido debe ser concreto y la información seleccionada, para luego, proseguir a diseñar la estructura de cada pantalla. Este paso corresponde a comenzar a darle forma tangible a la toma de decisiones. Acorde a Garrett, el diseño de interacción y la arquitectura de la información comparten énfasis en la definición de patrones y secuencias en las que las opciones serán presentadas al usuario. Asimismo, puesto que la Realidad Aumentada es la protagonista de la aplicación móvil, esta se desarrollará en torno a la RA. Por ende, el modelo 3D del objeto debe comenzarse para ser visualizado.

4. *Plano Esqueleto*: es la penúltima fase de esta metodología propuesta por Garrett, en la cual, la estructura comienza a tener forma y se refina identificando aspectos específicos de la interfaz, la navegación y el diseño de la información. Si bien, en la fase anterior se define cómo funcionará el producto; mientras que en esta etapa se definirá la forma que adoptará esa funcionalidad. El diseño de navegación consiste en adaptar el diseño de interfaz a la presentación de los espacios de información. Esto implica pensar en el usuario y su capacidad de hacer cosas en la interfaz, denominado como diseño de interacción. El objetivo es que el usuario sea capaz de interactuar y navegar en la aplicación móvil con facilidad e intuición, de manera que no sea necesario explicarle cómo debe hacerlo. El diseño de interfaz es sumamente importante, pues consiste en seleccionar los elementos de la interfaz adecuados para la tarea que el usuario está tratando de realizar y disponerlos en la pantalla de forma que se entiendan y se utilicen fácilmente (Garrett, 2011). Ultimadamente, esta aplicación surge de la necesidad de apoyar la capacitación de personal que se efectúa con un modelo tradicional. Por esta razón, la aplicación móvil debe facilitar esta tarea y no complicarla.

5. *Plano Superficie*: implica la disciplina del diseño gráfico. La razón por la cual esta etapa se encuentra en la cima es porque es lo que el usuario notará primero. Básicamente, la funcionalidad y la estética son los protagonistas y son el resultado de un diseño que complazca a los sentidos y cumpla los objetivos de todos los planos anteriores. Acorde a Garrett, el plano anterior se ocupa de la disposición, mientras que este plano se ocupa del diseño sensorial y la presentación de las disposiciones lógicas que conforman el esqueleto del producto. En esta fase, la experiencia de usuario toma fuerza. Siendo la propuesta una aplicación móvil, el diseño visual debe estar bien orientado. La empresa cuenta con una línea de diseño corporativo definido, el cual, es necesario seguir. Por otra parte, se deberá diseñar una imagen independiente para darle uniformidad al diseño de la aplicación, es decir, un logotipo que identifique la aplicación móvil, pero que a la vez pertenezca a la misma empresa. Así, se emplearán colores, tipografías, iconografía, etcétera. Finalmente, en esta etapa se evaluará la usabilidad y la funcionalidad de la aplicación.

Esta metodología propuesta por James Garrett será utilizada para el diseño de la aplicación móvil, como ya se explicó. Aunque en este apartado, cada fase ha sido descrita en términos generales, en el capítulo de desarrollo se explica detalladamente y se mencionan las herramientas, las técnicas y los métodos específicos que se utilizarán. Para entender este proyecto, se requiere de esta lectura proporcionada sobre los principios de diseño que proporcionan una base y un sustento a la toma de decisiones tanto de gestión como de diseño.

5.4.4.2 Métodos y técnicas de experiencia de usuario.

En este apartado, se expondrán diferentes métodos y técnicas utilizadas en la experiencia de usuario para el diseño de la aplicación móvil. Cada uno se utilizará con el propósito de desarrollar este proyecto de investigación.

Test de usuarios. Esta prueba es la principal y más importante del DCU, pues según argumenta Hassan & Ortega (2009), aunque el diseñador tenga un amplio conocimiento sobre usabilidad, siempre será recomendable evaluar el diseño con usuarios. Estas pruebas se basan en la observación de cómo un grupo de participantes ejecuta una serie de tareas que se le encomiendan. Sin embargo, Nielsen (2000 como se citó en Hassan & Ortega, 2009) recomienda hacer 3 pruebas con 5 personas cada una, a una sola prueba a 15 participantes. La finalidad de estas pruebas es mejorar de forma iterativa la usabilidad de la aplicación. La intención es recuperar la información suficiente de cada participante para hacer la evaluación y así mejorar la solución del diseño. Para ello, cada participante realizará la prueba de manera individual; además, estos deben contar con un perfil similar al usuario real o potencial. Una vez que comienza la prueba, el registro de información puede ser documentado con un bloc de notas, o bien, grabaciones de video del usuario. Estas pruebas se llevan a cabo en un determinado tiempo, en el cual, el diseñador evaluará la toma de decisiones del participante.

Además, con la prueba de usuarios se pretende detectar en qué momentos el usuario se equivoca o se detiene durante la realización de la tarea, así como el porqué. Se analizará, asimismo, los errores que cometa, el tiempo empleado y su satisfacción final una vez que culmine con la tarea. Una manera de lograr este objetivo es preguntarle en voz alta al

participante, es decir, que lo exprese verbalmente. No obstante, estas pruebas suelen pensarse como una prueba final; por el contrario, al ser el DCU una metodología iterativa, estas pruebas de usabilidad se llevan a cabo a lo largo del proceso de diseño. Así, se obtiene una constante retroalimentación que incrementa la mejora del producto. De otro modo, entre más larga sea la espera, más costoso resultará la reparación de los errores de diseño que se detecten (Hassan & Ortega, 2009). Por ende, son recomendables en las etapas tempranas del proyecto. Sin embargo, son de alto coste, tanto económico, como de tiempo y esfuerzo; por ello, la evaluación heurística es la opción óptima para realizar previamente.

Evaluación heurística. La evaluación heurística, en sentido amplio, es un método que consiste en el estudio y la evaluación de la interfaz para encontrar defectos en el diseño. Esta evaluación se realiza por uno o varios expertos en usabilidad, basados en un conjunto de reglas y principios de diseño establecidos previamente (Universitat Oberta de Catalunya, 2021a). Si bien, este método se inscribe dentro del proceso de Diseño Centrado en el Usuario al momento de evaluar. Sin embargo, no necesariamente se realiza al final, sino también durante el proceso de diseño cuando se ha elaborado el primer o los primeros prototipos. De esta manera, se podrán corregir y diagnosticar ciertos aspectos de usabilidad antes de desarrollarla por completo. Estas pruebas de usabilidad son necesarias para detectar defectos o cualquier elemento inconsistente, para luego tener la posibilidad de pulirlo antes de que la aplicación sea utilizada por el usuario real.

Realizar una evaluación heurística conlleva tres tareas: 1) preparar o seleccionar el *checklist* de base, 2) evaluar el diseño, 3) analizar los resultados y preparar las recomendaciones de diseño. El *checklist* se utiliza para indicar fácilmente cuáles heurísticas se cumplen y cuáles no; destacando que cada disciplina tiene sus propias heurísticas. La evaluación, por

consiguiente, se realiza de manera individual y se inspecciona siguiendo el *checklist*. Finalmente, el análisis de los resultados se realiza de manera cuantitativa y cualitativa; tanto la recolección de datos sobre los problemas se podrá representar en forma gráfica, luego estos problemas se describirán por orden de prioridad y se redactarán las conclusiones.

Perfil de usuario. Este método de diseño permite definir a quién se va a diseñar específicamente, es decir, al usuario objetivo. Este principio es muy importante, debido a la importancia de centrarse en el usuario para la conceptualización y desarrollo (Universitat Oberta de Catalunya, 2021b). Para ello, se selecciona un conjunto de características que permiten separar a las personas en varios grupos menores, ya sea, por edad, por género, características sociodemográficas, etcétera. La creación de perfiles de usuario consiste en la elaboración de una ficha por cada persona con la que se haya interactuado, en este caso, en la investigación de campo. Debe tener una descripción sencilla sobre sus hábitos y necesidades; esto servirá para tener siempre presente a estos usuarios a los que va dirigida la solución a definir. En cada paso dado en el desarrollo de una idea, el equipo deberá evaluar si se ajusta al perfil de los usuarios definidos.

Cabe destacar que estos perfiles funcionan como un modelo mental, puesto que, no están basados en los datos del usuario, es decir, información real de cada uno. Su propósito es tener en mente ciertas características y usarlas como guía para el desarrollo de la aplicación. Para definir estos perfiles, se suelen utilizar cuatro cuadrantes: 1) asignación de un nombre (proto-

persona⁴) y un dibujo que represente a la persona de este perfil; 2) lista de comportamientos; 3) características demográficas, y 4) las necesidades y objetivos.

Observación contextual. Para diseñar un producto o servicio, la observación contextual es un método eficaz de punto de partida, puesto que el investigador, o bien, el diseñador debe entender cómo es el usuario y cuál es el entorno donde se desenvuelve y que se utilizará.

⁴ Los proto-personas son una variante del personaje típico, con la importante diferencia de que no son inicialmente el resultado de una investigación de usuarios; estas son útiles para iniciar y reforzar la conciencia corporativa del punto de vista del cliente para garantizar que se incluya en la planificación estratégica (Gothelf, 2012).

6. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

Para Garrett (2011), la experiencia de usuario no necesariamente se relaciona con el funcionamiento interno de un producto o sistema, sino en cómo funciona en el exterior cuando una persona entra en contacto con él. Por lo tanto, nos proporciona una guía para conducir el diseño pensando como lo apreciará el usuario. El modelo no define las herramientas, estas pueden variar de acuerdo con el tipo de sistema o diseño que se realice, por lo que en este proyecto se identificaron y adecuaron las herramientas para cada etapa del proceso, toda vez que actualmente el modelo se ha ampliado a diversos ámbitos del diseño. Por lo tanto, para fines de esta investigación, donde se diseña un sistema digital que será utilizado como herramienta didáctica para capacitar a personal de nueva contratación. Se utilizaron los perfiles de contratación como perfiles de usuario, los cuales están definidos con base en la actividad que realizará el personal dentro de la empresa.

6.1 Plano Estrategia

En este plano se definió la estrategia del sistema, características y funcionalidades, y se realizó un acercamiento al usuario para conocer sus necesidades. Es importante señalar que, tanto el capacitador, como el aspirante a operario son considerados usuarios en este estudio. Para ello, la investigación de campo fue el método utilizado para el acercamiento con el usuario meta, en donde, se permitió conocer tanto los procesos implementados en la capacitación del personal operativo de la empresa, como a los aspirantes mismos.

6.1.1 Propósitos del sistema como herramienta de apoyo

El propósito de la herramienta didáctica es facilitar el proceso de capacitación, por lo que el capacitador se convierte también en usuario. El propósito de la capacitación es que los usuarios directos (los aspirantes a operador) conozcan el modelo de calidad de la empresa adaptado del modelo Zero Defects. Es importante destacar que el modelo que la empresa utiliza es propio y no se encuentra abierto al público, puesto que cubre necesidades específicas. El perfil de operador evaluará las piezas cuando ya se han ensamblado, el modelo los instruye para identificar errores en el ensamblaje de las piezas, el modelo les proporciona las zonas que deben ser revisadas.

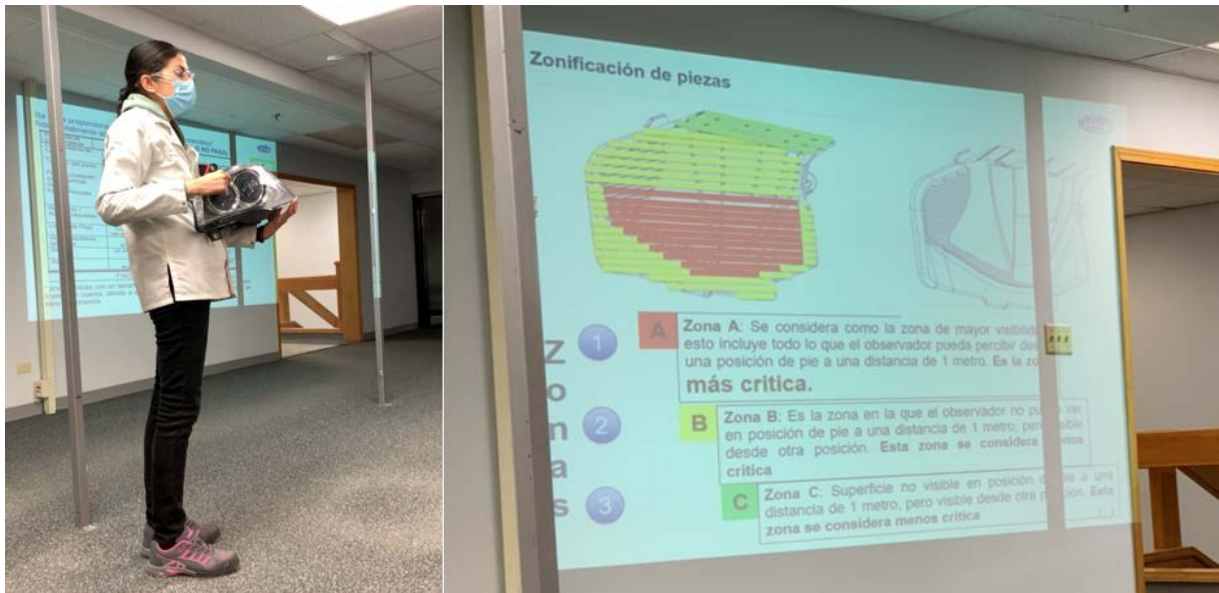


Imagen 2. La capacitadora mostrando la pieza y los materiales donde se muestra el modelo. Elaboración propia.

6.1.2 Necesidades de los usuarios

Para definir las necesidades de los usuarios se realizó observación participante, por lo que se acudió a una capacitación presencial en la empresa, esto permitió un acercamiento más puntual al proceso. Por medidas de confidencialidad no fue posible entrevistar a los usuarios, por lo que se solicitó permiso para realizar una memoria fotográfica durante el proceso de capacitación y al final, realizar una entrevista a la capacitadora.

Entre algunas de las respuestas obtenidas, las más relevantes fueron: en relación con la manipulación de materiales “para la capacitación solo tenemos una pieza de la lámpara y es la que todos manipulan durante las prácticas, deben esperar su turno”, en relación con el espacio comentó: “no se redujo el número de personas a atender, sino que se adaptó un espacio más grande para poder respetar la sana distancia, no es posible hacer muchas capacitaciones para pocas personas”.

En relación con la estrategia y materiales didácticos comentó: “se utiliza un proyector para el tema general, las actividades en equipo se cambiaron por individuales para manipular la pieza, y se tuvo que imprimir material para cada participante, antes se hacían equipos y se les daba un solo material para consulta de información”.



Imagen 3. Las herramientas de capacitación y condiciones de las actividades. Elaboración propia.

6.1.3 Para atender la problemática se tendrán en cuenta los siguientes puntos como parte de la estrategia:

1. Se elaborará una herramienta didáctica que servirá de apoyo para la capacitación.
2. Será manipulada de forma individual a través de un dispositivo móvil (se utiliza una tableta Android).
3. Los usuarios podrán acceder a la información del Modelo de Calidad, a las instrucciones para la evaluación de calidad y a la lámpara que van a evaluar.

4. La pieza se modelará en 3D y podrá ser observada desde todos sus ángulos a través de tecnologías de Realidad Aumentada.
5. La pieza podrá ser manipulada a través de un menú que permita obtener de forma rápida las tres posiciones a evaluar y las instrucciones de lo que se debe observar.
6. Se habilitarán estaciones individuales para la capacitación con Realidad Aumentada.

6.2 Plano Alcance

Este plano se divide en dos partes, por un lado, se definen las características y funcionalidades técnicas que se establecieron en la primera capa, y por el otro se delimitan los contenidos que la aplicación va a incluir. El alcance determina la estructura de la App.

6.2.1 Especificaciones funcionales del sistema

Se requiere una aplicación que funcione como escáner; para ello, se utilizará la tecnología de Realidad Aumentada para realizar una aplicación de Nivel 1, el cual, refiere a la Realidad Aumentada con marcadores de referencia de patrón único, ya que lo que se espera es que despliegue un modelo digital en 3D y que este se superponga a un contexto real que puede ser la lámpara colocada en un automóvil, en una línea de producción, o en una capacitación. En este caso, el marcador de referencia será una imagen fija para que el usuario realice el escaneo. La imagen seleccionada se tomará de la página web de la misma empresa maquiladora, para que el usuario esté familiarizado con esta y que sea fácil de identificar.

Para efectos de este estudio, solo se centrará en la capacitación, pero no se descarta que pueda ser utilizada en otros escenarios de aplicación. A su vez la aplicación tomará características de aplicación informativa, ya que como herramienta didáctica no solo contiene la parte práctica, sino también la parte informativa. Por lo que se integrará al escáner un menú fijo que permita recorrer algunas páginas con contenido informativo, cuando el escáner deba ser utilizado, la interfaz cambiará las características de la pantalla al hacer la conexión con la cámara del dispositivo para la lectura de marcas.

6.2.2 Perfiles de usuario

En el Diseño Centrado en el Usuario, uno de los métodos para acercarse y delimitar al usuario es creando perfiles basados en sus características reales. Este concepto ya se ha definido anteriormente y en este apartado se utilizará. Desde un inicio, se realizó investigación de campo para situarse en el contexto real del personal. Mediante la observación participante, fue posible detectar ciertas características y comportamientos. De esta manera, se desglosaron algunos perfiles que derivan de estas características y, en los cuales, se les otorgaron objetivos y necesidades que permitieron separar a las personas en varios grupos. Este ejercicio sirvió para atender las posibles necesidades del usuario meta, puesto que no se tuvo alguna otra interacción con él. Estos perfiles, si bien, son ficticios. Su intención fue abarcar diversos grupos potenciales que permitan visualizar diferentes perspectivas de las personas hacia la tecnología.



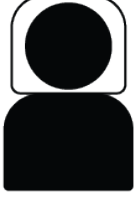

 <p>"Enrique"</p> <p>Comportamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aprende mejor a través de la práctica. -Pregunta de 2 a 3 veces las instrucciones. -Siente saturación de información teórica. -Utiliza frecuentemente su celular. <p>Demografía</p> <p>Edad: 35 años. -Padre de familia, casado con dos hijos. -Nivel de estudios: preparatoria. -Mexicano. -Escasa experiencia como operador en industria maquiladora.</p> <p>Necesidades y metas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ganar experiencia. -Cumplir con los tiempos meta establecidos. -Manera más interactiva de aprender. 	 <p>"Mary"</p> <p>Comportamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> -No muestra interés en la tecnología; cuenta con un celular sencillo. -Capta fácilmente la teoría. -Ayuda a sus compañeros, puesto que tiene experiencia previa. -Dice aprender mejor si practica. <p>Demografía</p> <p>Edad: 44 años. -Madre de familia, casada con 3 hijos. -Cuenta con amplia experiencia en la industria maquiladora automotriz. -Nivel de estudios: secundaria.</p> <p>Necesidades y metas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Practicar más. -Interactuar más con los compañeros para compartir información.
 <p>"Ana"</p> <p>Comportamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tiene un celular de tecnología avanzada y lo utiliza la mayor parte del tiempo. -Muestra aburrimiento con el exceso de teoría. -Se siente abrumada al estar tanto tiempo sentada en la capacitación. -Pregunta a sus compañeros y no al capacitador. <p>Demografía</p> <p>Edad: 30 años. -Soltera, sustento de su familia. -Primera vez en la industria maquiladora. -Nivel de estudios: preparatoria trunca.</p> <p>Necesidades y metas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Visualizar el producto con un poco de entretenimiento. -Poder interactuar de pie. -Aprender a su ritmo. 	 <p>"Alberto"</p> <p>Comportamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Por su edad, difícilmente es contratado. -Usa la tecnología cuando es necesario. -Prefiere la interacción con personas de manera presencial. -Pregunta cuantas veces sea necesario para comprender mejor. <p>Demografía</p> <p>Edad: 50 años. -Casado y principal sustento en su familia. -Experiencia en el trabajo de campo y trabajo de oficina. -Nivel de estudios: licenciatura.</p> <p>Necesidades y metas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Interacción. -Teoría a través de la práctica. -Formas didácticas de aprendizaje.

Ilustración 1. Perfiles de usuario. Elaboración propia.

6.2.3 Requisitos de contenido

La herramienta concentró el contenido temático en el modelo de calidad *Zero Defect Manufacturing (ZDM)* que adopta la empresa para el control de calidad de sus lámparas frontales de automóviles. La European Commission (2019) menciona que el concepto de fabricación sin defectos ZDM se ha convertido en un tema de interés debido a que mejoran la eficiencia del proceso y la calidad del producto, minimizando, eliminando o compensando defectos y errores de proceso. Por lo que estos contenidos son el centro de la aplicación que se realiza. Por confidencialidad con la empresa solo se muestran de forma parcializada. El modelo de calidad ZDM adaptado a los contenidos de la empresa propone que la evaluación de las lámparas se realice por zonas, por lo que esto definió la estructura de los contenidos.



Imagen 4. Inspección por zonas. Propiedad de la industria maquiladora.

Para tener un inventario de la aplicación, se realiza una sábana de contenidos, donde se hace una descripción de uso por página, sus funcionalidades, especificaciones de contenido, de la estructura y de diseño. A continuación, se desglosan cada página de la aplicación, así como su respectiva descripción de uso y funcionalidad.

Página	Descripción de uso	Funcionalidades	Esp. contenido	Esp. estructura	Esp. diseño
Inicio	Usuario inicia la aplicación	Vínculo simple	Botón inicio, Imágenes (identidad)	Fondo seccionado	Caja de color institucional
Menú	Carga de pantalla de menú	Vínculos a las cuatro secciones	Botones imagen (identidad)	Menú vertical	Iconografía para botones
Instrucciones	Muestra instrucciones de uso	Listado de Instrucciones	Botones, Texto Menú fijo	Cajas para texto	Color en cajas
Inspección por zonas	Instrucciones para zona	Menú de zonas	Botones Texto	Menú fijo, Cajas	Color en botones
Zona A	Se manipula la imagen 3D a zona A	Escáner de marca	Botones, Imágenes Texto	Menú fijo, Cajas	Color en botones
Zona B	Se manipula la imagen 3D a zona B	Escáner de marca	Botones, Imágenes Texto	Menú fijo, Cajas	Color en botones
Zona C	Se manipula la imagen 3D a zona C	Escáner de marca	Botones, Imágenes, Texto	Menú fijo, Cajas	Color en botones
Imágenes 1	Muestra Galería de posibles errores 1	Galería con <i>slide show</i>	Botones, Imágenes, Texto	Menú fijo, Cajas	Color en texto
Imágenes 2	Muestra Galería de posibles errores 2	Galería con <i>slide show</i>	Botones, Imágenes, Texto	Menú fijo, Cajas	Color en texto
Detalle imagen	Hace un acercamiento a la imagen seleccionada	Visualizador Zoom para imagen.	Botones, Imágenes, Texto	Menú fijo, Cajas	Color en texto

Características de calidad	Muestra tabla con parámetros de calidad	Informativa	Texto	Menú fijo, Cajas	Color en cajas
----------------------------	-----------------------------------------	-------------	-------	------------------	----------------

6.3 Plano Estructura

Garrett (2011) menciona que la estructura determina el esqueleto de la aplicación móvil y su profundidad; por lo que en este plano se definió la estructura de las secciones, se eligió un modelo jerárquico con cuatro niveles de 4 niveles de profundidad para que sea más sencilla de explorar. La arquitectura de la información se comenzará en este plano, de manera en que, como ya se mencionó, se organizará y se estructurará la información que contendrá la aplicación móvil para la capacitación de personal. Si bien, la intención es una mínima profundidad para que no le resulte tedioso al usuario una gran cantidad de *clics* para llegar a la página deseada y, por supuesto, regresar al inicio en caso de que lo requiera.

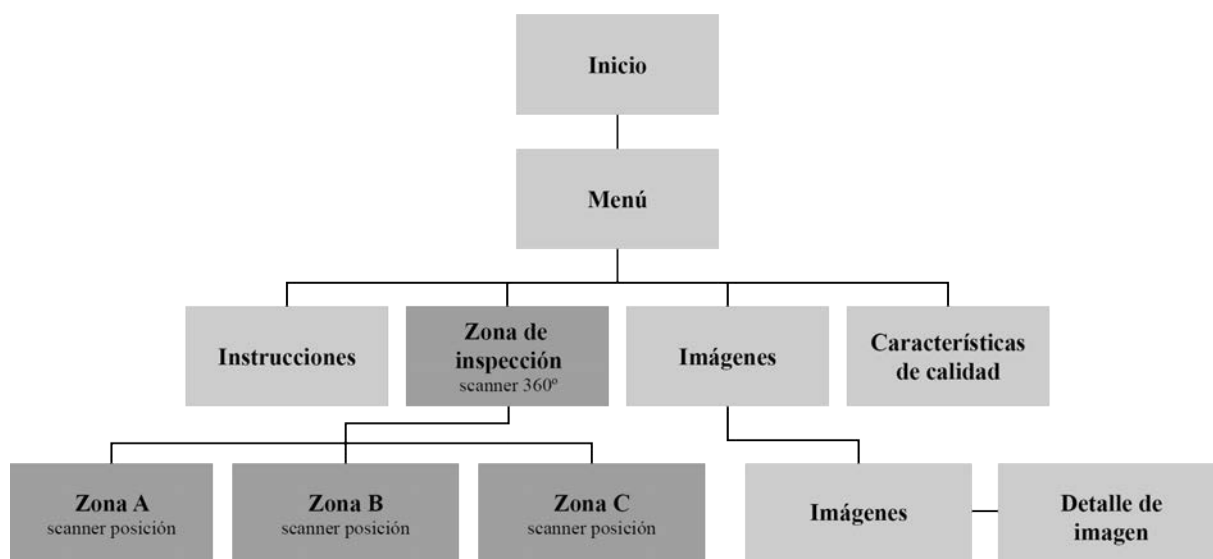


Imagen 5. Diagrama de flujo de la aplicación móvil. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 3, la primera pantalla de la aplicación consiste en el “inicio”, en donde se le dará la bienvenida a la capacitación al usuario. La siguiente pantalla se le atribuye al “menú”, en el cual, se establecerá el acceso a las siguientes pantallas del contenido de la aplicación. El siguiente nivel consiste en la capacitación en sí, es decir, la información valiosa y, por supuesto, la integración de la Realidad Aumentada en la inspección de la calidad por zonas. Asimismo, en este plano se comenzará con las pruebas para realizar el modelado 3D del reflector. Para ello, es necesario probar distintos programas y técnicas de modelado tridimensional, para así, determinar cuál será óptimo para cumplir la función de la capacitación.

6.3.1 Pruebas de modelado 3D

Estas pruebas se realizaron con distintos objetos que variaron en texturas y formas. Puesto que los materiales del reflector son complejos, estos pueden resultar desafiantes de duplicar, o bien, de capturar. Para ello, se seleccionaron diferentes objetos que servirán para establecer los parámetros correctos y elegir la técnica indicada.

-Fotogrametría



Imagen 6. Captura de pantalla de prueba 1 de fotogrametría.

Prueba 1	La primera prueba se realizó en un sistema operativo Windows.
Software: Recap Photo Autodesk	Este software es el más sencillo de utilizar. Acepta máximo 100 imágenes y mínimo 20 para proceder. Existen ciertas fallas en el software que hacen que se demore el renderizado. Por lo que se debe dejar trabajando por horas. Sin embargo, el resultado es bastante bueno. En general, la toma fotográfica define cómo será el resultado final. La imagen inicial debe estar bien capturada, con buena iluminación y contraste; de lo contrario, el software tendrá dificultad en leerla.
Plataforma: Windows	

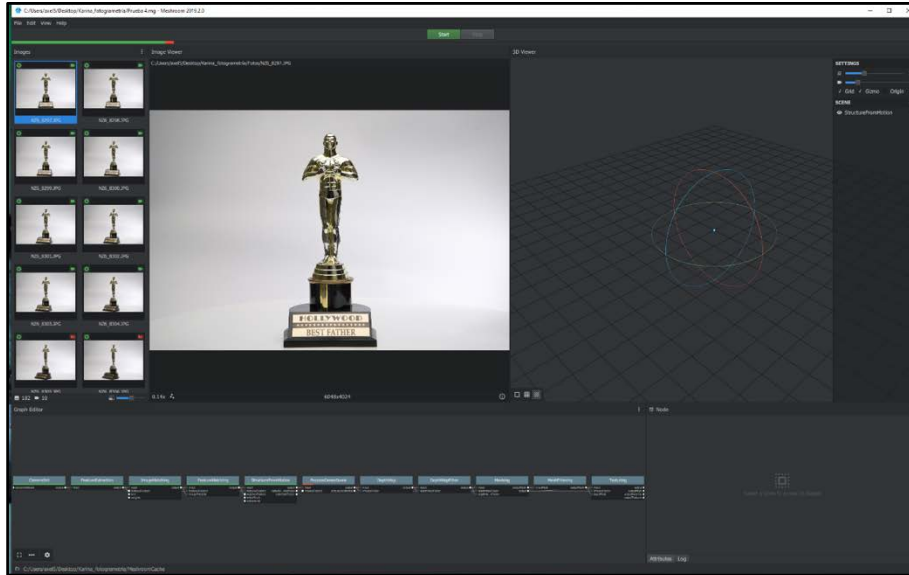


Imagen 7. Captura de pantalla de prueba 2 de fotogrametría.

Prueba 2	Se capturaron 183 fotografías de una estatuilla. La prueba comenzó bien, sin embargo, no todas las imágenes pudieron ser leídas con éxito, por lo que el renderizado se detuvo. Al eliminar las imágenes dañadas, el renderizado comienza desde 0. No hay manera de retomar el proceso una vez que las fotografías no fueron detectadas.
Software: Meshroom	
Plataforma: Windows	

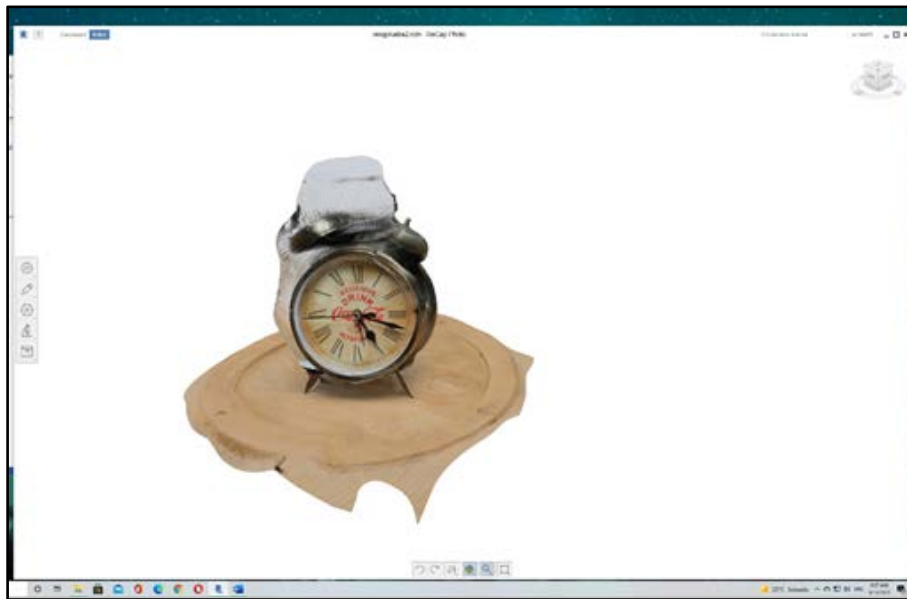


Imagen 8. Captura de pantalla de prueba 2 de fotogrametría.

Prueba 3	<p>Se dejó renderizando un día aproximadamente. La toma de fotografías no fue lo suficientemente buena, puesto que la iluminación falló. El modelo 3D es mejor que la prueba anterior. Sin embargo, hubo muchos puntos que el programa no detectó. En definitiva, el exceso de luz impide la correcta lectura de los puntos, así como el fondo blanco. Además, la base de madera no es parte del objeto, por lo que es necesario eliminarla y/o cubrirla para la siguiente prueba. Como se muestra en la Ilustración 4, el fondo se fusionó con el objeto, debido a que este se encontraba fijo y el programa lo detectó como el objeto mismo. La prueba fue completamente fallida.</p>
Software: Autodesk Recap Photo	
Plataforma: Windows	

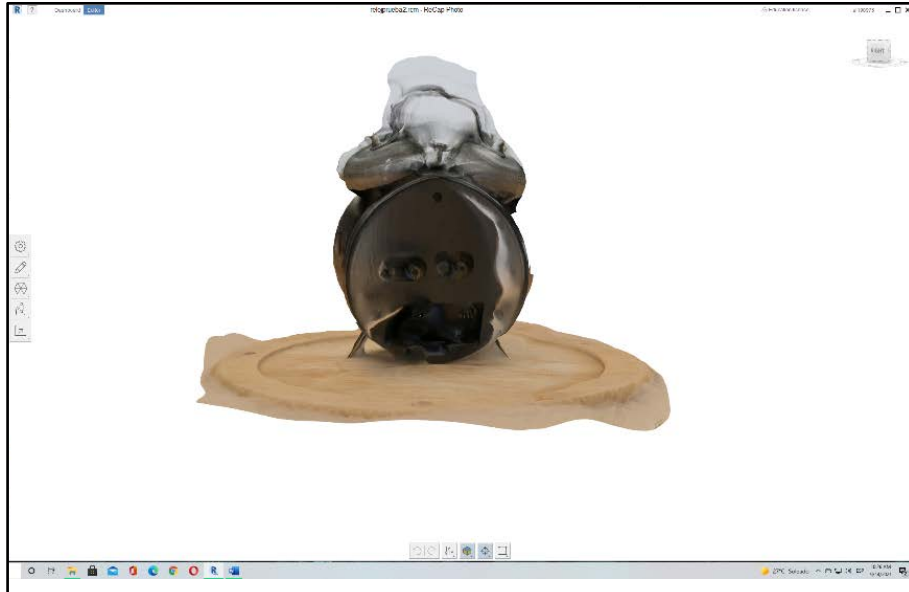


Imagen 9. Captura de pantalla de prueba 3 de fotogrametría.

6.4 Plano Esqueleto

Los wireframes muestran la distribución de la información, en la interfaz y la navegación. Garrett (2011) menciona que en este plano se debe definir por dónde puede moverse el usuario y a través de cuál elemento de la interfaz. Para mejorar el flujo, se colocó un menú fijo que permite moverse a todas las secciones de la aplicación. De esta manera, se le permitirá al usuario navegar sin complicaciones ni dificultades. A partir de este plano, se colaborará con Jonathan Pimientel, estudiante de la carrera de Diseño Gráfico, quien diseñará el diseño de la navegación y el diseño de interfaz.

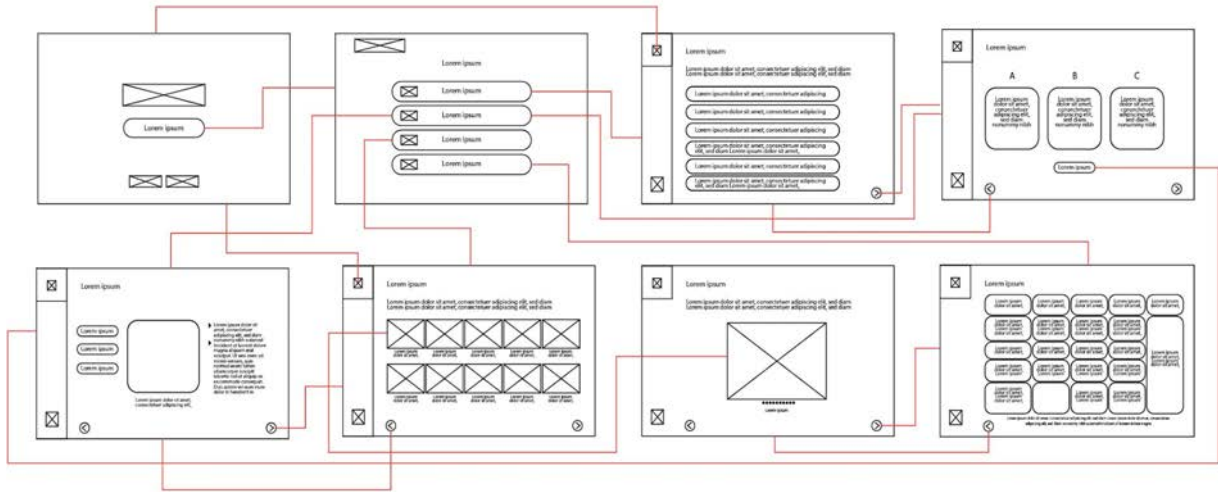


Imagen 10. Wireframes de la aplicación móvil. Elaboración propia.

6.5 Plano Superficie

Este plano determinó la apariencia de la App, la empresa ya tiene una identidad Gráfica, por lo tanto, se adaptó para implementarse en la aplicación. Para ello, con base en la imagen ya existente de la empresa, se tomaron ciertos elementos para seguir la misma línea de diseño.

6.5.1 Diseño de identidad visual de la App

Se implementaron los elementos de la identidad gráfica de la App: tipografía, color, iconografía, estructura visual, tomando como base las teorías del diseño para la web que sugieren apearnos a la simplicidad y a las convenciones para evitar errores en su uso. Para establecer la línea de diseño, se desarrollará un pequeño manual de identidad que funcionará como guía a lo largo del proceso de diseño. El primer paso consistió en el diseño de un isotipo. Para ello, se modificó el logotipo de la empresa haciendo énfasis en las siglas AR con un acento de la paleta de color

corporativo. Asimismo, se integró la leyenda “Augmented Reality Training” para reforzar la función de la App y diferenciar los logotipos. El isotipo no sufrió modificación y se agregó a la aplicación como imagotipo secundario. La finalidad es que el usuario identifique y unifique la App a la empresa. Se realizó una iconografía para implementarse en el menú principal, y se definió la forma de los botones en su modo activo e interactivo para que el usuario identifique las áreas ya revisadas.



Imagen 11. Logotipo e ícono para App. Elaboración propia.

Para la tipografía, se consideró que esta fuera legible para dispositivos móviles; asimismo, que perteneciera a las fuentes de la web. La iconografía es simple e intuitiva, con la finalidad de comunicar visualmente y reforzar con las palabras.

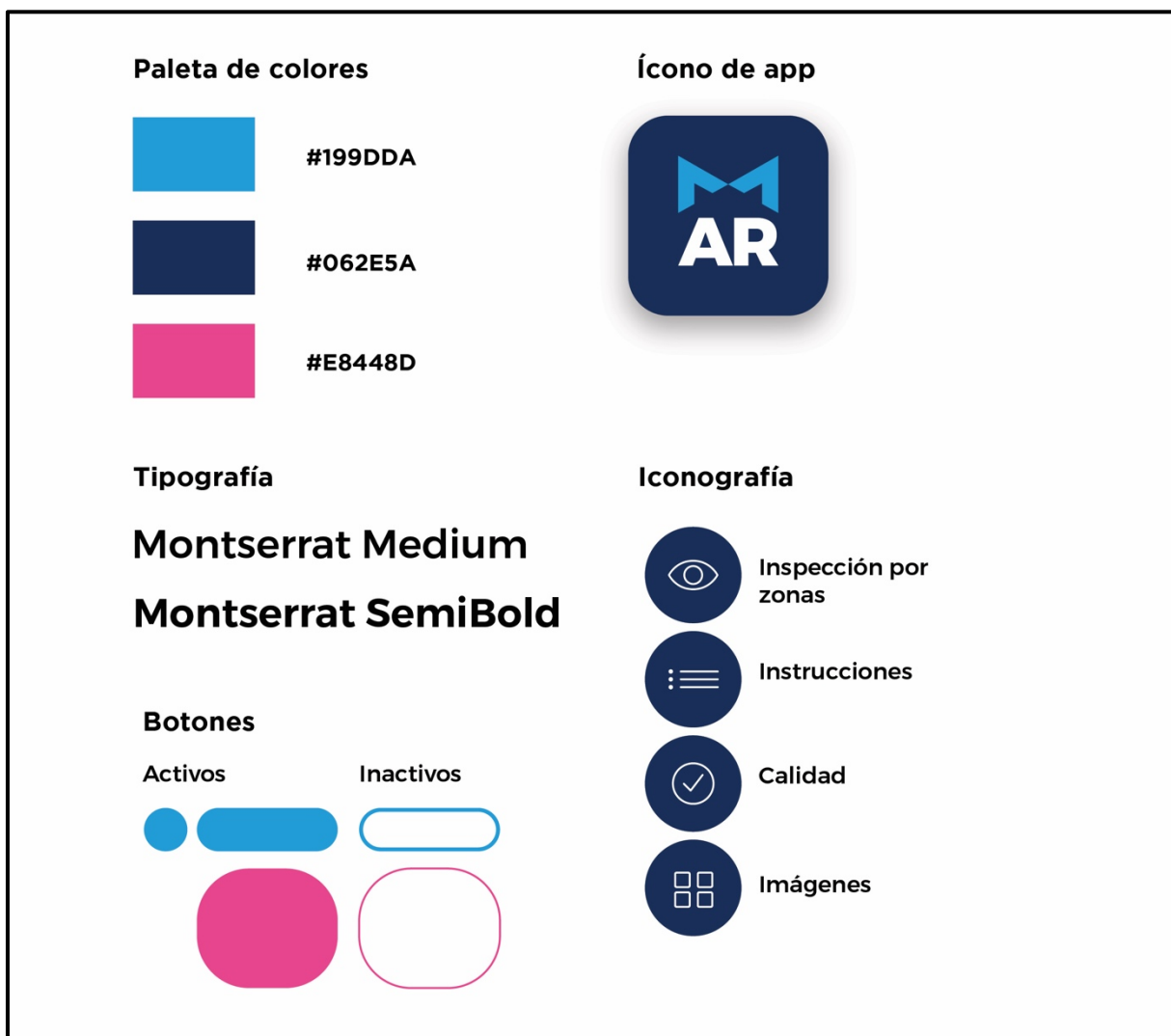


Imagen 12. Identidad gráfica para App. Elaboración propia.

6.5.2 Diseño de interfaz (UI)

Una vez que la identidad gráfica ha quedado unificada dentro de una línea de diseño establecida, se comenzará con el diseño gráfico de la interfaz. Si bien, este proyecto se realizará en conjunto con el estudiante de pregrado Jonathan Pimientel, quien se encargó de esta sección del desarrollo. Debido a sus amplios conocimientos en el diseño de aplicaciones móviles, se dispuso de modificar y adaptar los elementos para su óptima funcionalidad.



Imagen 13. Pantalla para iniciar en la App. Elaboración propia.



Imagen 14. Pantalla de menú de la App. Elaboración propia.



Imagen 15. Pantalla de galería de imágenes de la app. Elaboración propia.



Imagen 16. Pantalla de galería de imágenes de la app. Elaboración propia.

Características de calidad

Características con un tamaño menor a 0.4 mm. en cualquier dirección no son tomadas en cuenta, debido a que no son detectadas en una observación a un metro de distancia.

Evaluación de características	Zona roja	Zona amarilla	Zona verde	Zona blanca
Tamaño de punto admisible (diámetro o extensión más grande si no es circular).	≤ 1 mm.	≤ 1.5 mm.	≤ 2 mm.	No hay límites de características cosméticas de calidad.
Largo admisible de líneas de error.	≤ 1 mm.	≤ 5 mm.	≤ 10 mm.	
Superficie admisible de deformación o defectos	No admisible	≤ 3 x 3 mm.	≤ 10 x 10 mm.	
Distancia mínima entre características definidas de acuerdo a la tabla en un área circular con r= 50 mm.		10	5	

Imagen 19. Pantalla de características de calidad en la App. Elaboración propia.

Galería

Identificación de defectos. Cero tolerancia. No lo acepto- No lo paso- No lo hago.



Splay



Tiro corto (Incompleto)

Siguiente

Imagen 17. Pantalla de galería de imágenes de la app. Elaboración propia.

6.5.3 Desarrollo de la aplicación

De acuerdo con el modelo descrito anteriormente se procedió al desarrollo de la aplicación, El primer paso fue definir las tecnologías y cuál era el dispositivo que soportaría el sistema para poder hacer las pruebas. Después de verificar tecnologías y las características necesarias para implementar realidad aumentada se eligió la Tablet Samsung Galaxy A7. SM-T500 de 10.1.

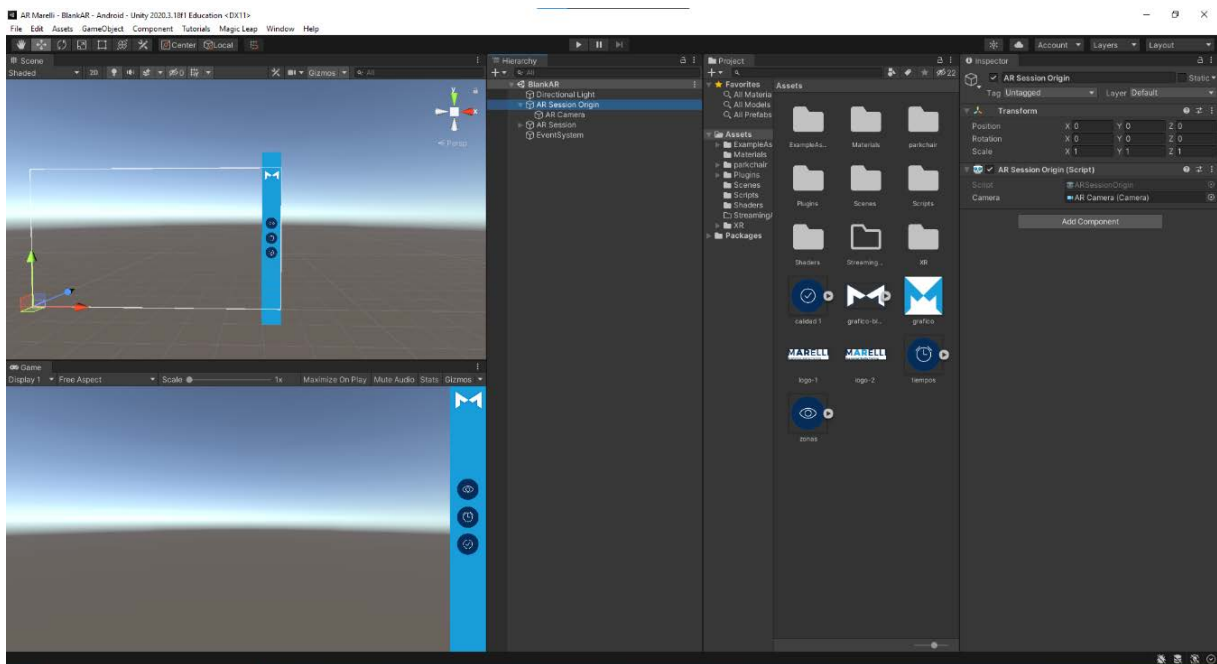


Imagen 20. Captura de pantalla de primera prueba con el entorno UI de Unity y sus capacidades con UI CANVAS.

Tecnologías utilizadas
<p><i>Para el desarrollo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – AR Foundation con lector de marca para el modelo 3D. – Lenguaje c#. – Unity en su última versión estable. – Visual Studio Code como editor de código. – Samsung Galaxy A7. SM-T500, 10.1”.
<p><i>Para el compilado</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Android 7 como mínimo soportado.
<p><i>Para fotogrametría</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Recap Photo de Autodesk. – Cámara Nikon D5100.

Para realizar la aplicación para Realidad Aumentada se optó por la plataforma UNITY en su última versión estable, para lo cual se obtuvo una licencia gratuita (educativa). Además de AR Foundation con lector de marca para el modelo 3D y como lenguaje de programación C#. Como marcador de activación para la Realidad Aumentada, se eligió una imagen con patrón único, tal como lo indica el Nivel 1, que se extrajo de la página web oficial de la empresa. A partir de esta imagen, el usuario podrá escanear y explorar el reflector virtual en 3D y comenzar con la capacitación en inspección de calidad.



Imagen 21. Marcador de activación para la Realidad Aumentada en la App. Propiedad de la empresa maquiladora.

En cuanto al modelado en 3D, después de varias pruebas con diferentes tipos de modelado (véase las pruebas en anexos), se decidió hacer un modelo a partir de la técnica de fotogrametría, tal como se expresó en el segundo plano, debido a que la lámpara frontal de automóvil tiene mucho detalle. Con esta técnica se logró una mayor fidelidad de la pieza y calidad gráfica de las texturas. Se realizó con Recap Photo de Autodesk, se accedió a él con una licencia gratuita que provee la universidad para profesores y alumnos. El software fue sencillo de utilizar, además permitió definir la cantidad de fotografías de acuerdo con la calidad que se quería obtener con las texturas de la pieza (acepta desde 20 imágenes hasta 100 para mayor calidad). Para lograr la calidad es necesario que la imagen inicial esté bien capturada, iluminada y contrastada, para que pueda construirla de forma limpia, se tomaron 103 fotos en total y se utilizaron 100 de ellas para realizar la fotogrametría.

No obstante, el resultado no fue del todo fiel a la pieza real, debido a las inconsistencias de los materiales. Por lo tanto, el modelo expedido por Recap Photo fue exportado en .OBJ, para luego ser manipulado en un software de modelado 3D. En esta tarea, se importó el objeto

a Cinema 4D⁵, en donde se modificó el modelo para perfeccionarlo y se crearon nuevas texturas que se asemejan a las reales. Además, se adaptaron algunos parámetros de iluminación, para mejorar el aspecto del reflector virtual y que los detalles tuvieran mejor visibilidad. El tiempo del renderizado fue lento, debido a la gran cantidad de detalle. En general, el proceso tomó un tiempo considerable. Puesto que no se permitió la salida del reflector original de las instalaciones de la maquiladora, fueron requeridas varias pruebas. Por este motivo, la sesión fotográfica se realizó dentro del departamento de capacitación de la empresa.



Imagen 22. Captura de pantalla de fotogrametría del reflector. Elaboración propia.

⁵ Software de uso profesional para modelado 3D y animación 3D, desarrollado por Maxon Computer.

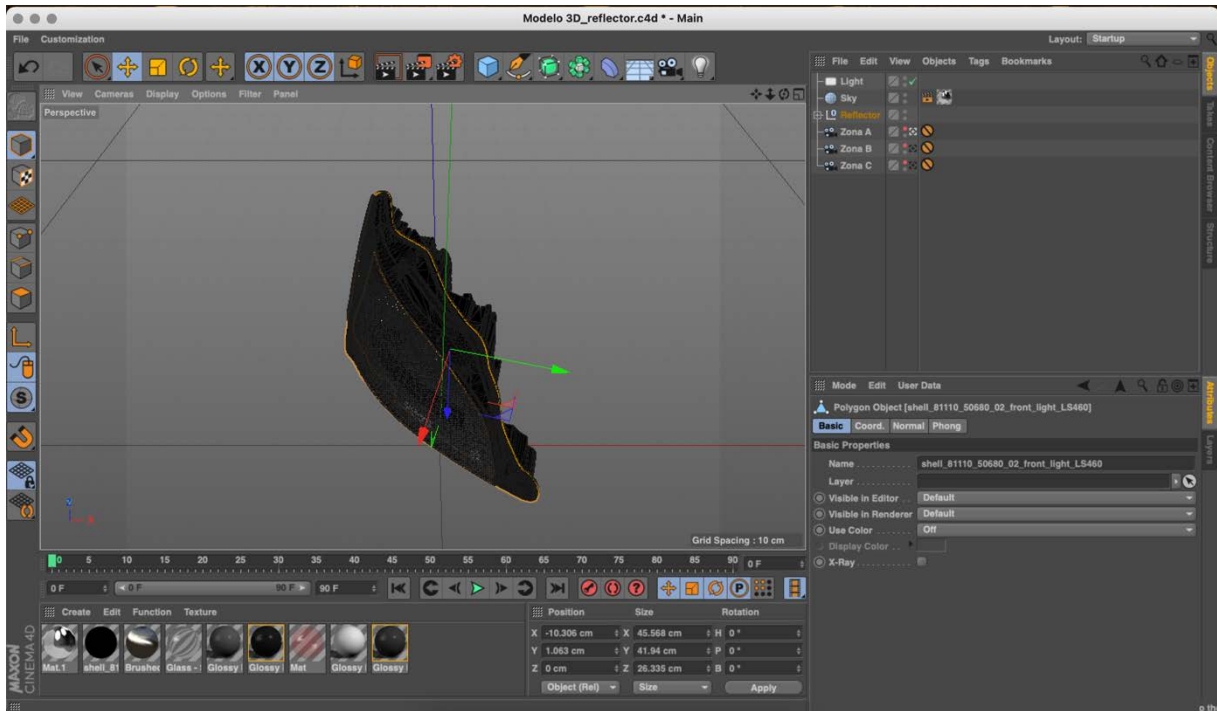


Imagen 23. Captura de pantalla del modelo 3D en Cinema 4D.

6.6 Evaluación heurística

Como parte del proceso de la Experiencia de Usuario, llevar a cabo una evaluación heurística es imprescindible. Estas pruebas preliminares son necesarias para detectar errores del sistema y corregirlas en el curso. Por ello, se realizó una primera prueba de usabilidad con 10 usuarios ajenos a la industria maquiladora, pero con un rango de edad similar. Como principal tarea, se les solicitó que recorrieran la aplicación en el dispositivo móvil y que, posteriormente, contestaran el cuestionario QUIS. Este cuestionario está validado y sirve para la evaluación de interfaz de usuario con enfoque en satisfacción subjetiva. Antes de poner en marcha la aplicación con el usuario real, se necesita detectar cuantos errores sean posibles con el fin de disminuirlos y/o eliminarlos. De este modo, cada uno de los usuarios seleccionados que

realizaron esta prueba de usabilidad, navegaron por la App y experimentaron la Realidad Aumentada.

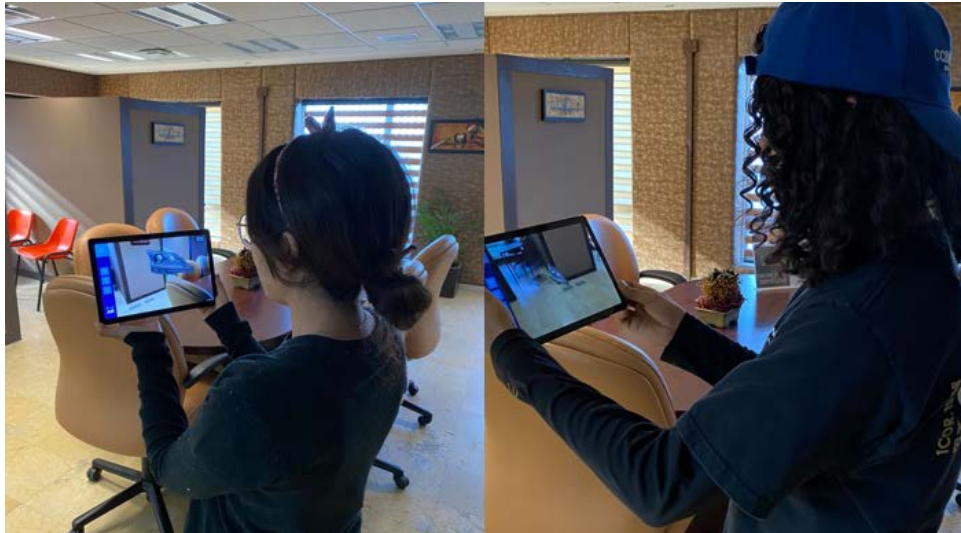


Imagen 24. Evaluación de la App. Elaboración propia.

Este QUIES constó de una serie de preguntas en formato de cuestionario. De acuerdo con las respuestas arrojadas, tal como se puede ver en el gráfico, las personas que fueron seleccionadas para participar se encontraban en un rango de edad entre 20 y 30 años, principalmente hombres; el nivel educativo predominante fue preparatoria y licenciatura. Un aspecto relevante es que mencionaron tener experiencia en el uso de dispositivos móviles.

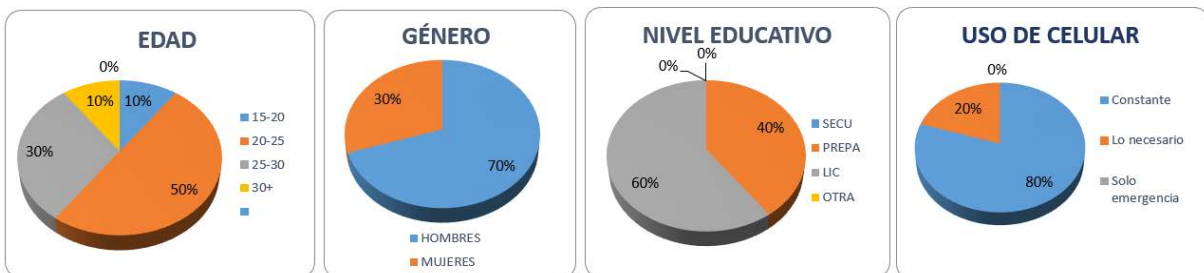


Figure 1. Características de los usuarios. Elaboración propia.

El primer acercamiento consistió en la reacción general de los participantes al sistema, en donde los usuarios tuvieron una respuesta poco favorable (véase en la tabla 1). En una escala del 1 al 9, siendo 1 el valor mínimo y 9 el valor máximo, se obtuvo un promedio de 6.68. Por otro lado, su facilidad de uso fue relativamente buena, sin embargo, las mejoras son inminentes. En cuanto al interés, se arrojó que fue un poco estimulante y un poco aburrido, por lo que será necesario corregir este aspecto para que la interacción del usuario con la aplicación sea mejor.

1) REACCIÓN GENERAL AL SISTEMA		Valoración en escala del 1 al 9												
Criterios INDICADORES	Participantes										Promedio	D. S.	Median	EM 1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1. Reacción general: TERRIBLE / BUENO	6	9	3	5	6	7	6	6	7	0	5.50	2.46	6	6.68
2. Facilidad de uso: DIFÍCIL / FÁCIL	6	9	4	6	7	8	7	6	7	9	6.90	1.52	7	
3. Satisfacción al uso: FRUSTRANTE / SATISFACTORIO	7	9	5	6	7	7	6	7	7	8	6.90	1.10	7	
4. Adecuación: INADECUADO / ADECUADO	7	9	5	7	7	8	7	7	8	9	7.40	1.17	7	
5. Interés: ABURRIDO / ESTIMULANTE	6	9	6	4	6	7	5	7	7	9	6.60	1.58	6.5	
6. Flexibilidad: RÍGIDO / FLEXIBLE	6	9	7	5	5	8	7	6	6	9	6.80	1.48	6.5	

Tabla 1. Reacción general al sistema. Elaboración propia.

La segunda cuestión para evaluar fueron los aspectos de la pantalla, de los cuales, resaltó que el texto no fue difícil de leer y que los elementos son claros y simplifican la tarea. Tanto la organización de la información como la secuencia de las pantallas fueron claras y consistentes. Siendo así un resultado favorable de 7.80 puntos de 9 que es el valor máximo. En sentido amplio, los indicadores de la pantalla fueron bien evaluados, no obstante, existen elementos sujetos a perfeccionamiento.

B) ASPECTOS DE LA PANTALLA											Valoración en escala del 1 al 9			
INDICADORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	D. S.	Median	EM 1
7. Texto en la pantalla: DIFÍCIL DE LEER / FÁCIL DE LEER	8	4	9	7	6	8	7	7	9	9	7.4	1.5776	7.5	7.80
8. Lo resaltado simplifica la tarea: NUNCA / SIEMPRE	8	6	9	8	6	8	6	7	9	9	7.6	1.2649	8	
9. Organización de la información: INCONSISTENTE / CONSISTENTE	8	8	9	7	7	9	7	8	8	8	7.9	0.7379	8	
10. Secuencia de pantallas: CONFUSA / MUY CLARA	9	9	9	8	6	9	8	8	9	8	8.3	0.9487	8.5	

Tabla 2. Aspectos de la pantalla. Elaboración propia.

La información y terminología del sistema fue un aspecto con un resultado un poco favorable. A pesar de que se consideró que el uso de términos en el sistema fue relativamente fácil, no envía mensajes de error y no informa sobre el progreso. Es importante señalar que los usuarios de esta prueba no son los usuarios reales, por ende, la terminología pudo parecer confusa debido a la falta de conocimiento en el área. Dado a que se trata de una capacitación de un tema específico de una determinada empresa, tanto la información como la dinámica es muy puntual. Aun así, se obtuvo un promedio de 6.38 de 9 que es el máximo.

C) INFORMACIÓN Y TERMINOLOGÍA DEL SISTEMA											Valoración en escala del 1 al 9			
INDICADORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	D. S.	Median	EM 1
11. Uso de términos en todo el sistema: DIFÍCIL / FÁCIL	7	5	8	9	6	5	7	7	8	9	7.1	1.4491	7	6.38
12. La terminología se relaciona con la tarea: DIFÍCIL / FÁCIL	7	6	8	9	7	5	8	7	7	9	7.3	1.2517	7	
13. Posición de mensajes en la pantalla: DIFÍCIL / FÁCIL	7	6	8	9	5	6	7	7	7	9	7.1	1.2867	7	
14. Solicitud de entradas: CONFUSO / SIEMPRE CLARO	7	7	7	6	6	5	6	6	6	4	6	0.9428	6	
15. El sistema informa sobre su progreso: NUNCA / SERVICIAL	6	8	6	0	7	6	7	5	6	9	6	2.4037	6	
16. Mensajes de error: INÚTIL / ÚTIL	6	3	5	0	6	3	6	5	5	9	4.8	2.3944	5	

Tabla 3. Información y terminología del sistema. Elaboración propia.

Por otro lado, el aprendizaje fue bueno, con un promedio de 8.3 de 9 que es el máximo. Se consideró que fue fácil aprender, recordar y explorar. Sin embargo, uno de los usuarios consideró que la falta de mensajes de apoyo o material de referencia adicional complicaba el proceso de valoración de estos aspectos en cero.

D) APRENDIZAJE

Valoración en escala del 1 al 9

INDICADORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	D. S.	Median	EM 1
17. Aprender a operar el sistema: DIFÍCIL / FÁCIL	9	9	9	9	6	9	9	9	9	9	8.7	0.9487	9	8.38
18. Exploración de nuevas funciones: DIFÍCIL / FÁCIL	9	9	6	9	7	9	9	9	9	9	8.5	1.0801	9	
19. Recordar uso de comandos: DIFÍCIL / FÁCIL	9	9	5	9	7	9	9	9	9	9	8.4	1.3499	9	
20. Realizar las tareas es sencillo: NUNCA / SIEMPRE	9	9	9	9	7	9	9	9	9	9	8.8	0.6325	9	
21. Mensajes de ayuda en la pantalla: INÚTIL / ÚTIL	9	9	9	9	7	9	9	9	9	0	7.9	2.846	9	
22. Material de referencia adicional: CONFUSO / CLARO	9	9	9	9	8	9	9	9	9	0	8	2.8284	9	

Tabla 4. Aprendizaje. Elaboración propia.

La capacidad del sistema fue el cuarto aspecto a valorar, el cual, se consideró rápida, confiable, sencilla de explorar y de corregir posibles errores. Asimismo, se estimó que puede ser usado por cualquier tipo de usuario. Este rubro obtuvo un promedio de 8.94 de 9 que es el máximo.

E) CAPACIDAD DEL SISTEMA

Valoración en escala del 1 al 9

INDICADORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	D. S.	Median	EM 1
23. Velocidad del sistema: MUY LENTO / BASTANTE RÁPIDO	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8.9	0.3162	9	8.94
24. Confiabilidad del sistema: CONFIABLE / TRANQUILO C	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	9	
25. El sistema tiene a ser: RUIDOSO: SIMPLE Y SENCILLO	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	9	
26. Corregir errores es: DIFÍCIL / SENCILLO	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	8.8	0.6325	9	
27. Diseñado para todos los niveles de usuario: NO / SI	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	9	

Tabla 5. Capacidad del sistema. Elaboración propia.

Finalmente, la usabilidad de interfaz de usuario fue valorada con 6.82 de 9 que es el máximo. En general, este aspecto fue considerado relativamente bueno, sin embargo, algo pobre en cuanto a contenidos. Esto nos indica que la aplicación carece de elementos interactivos con los que el usuario pueda manipular.

F) USABILIDAD E INTERFAZ DE USUARIO		Valoración en escala del 1 al 9													
INDICADORES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	D. S.	Median	EM 1
28. Uso de colores y sonido: POBRE / BUENO		6	7	9	9	5	7	8	9	9	9	7.8	1.4757	8.5	6.82
29. Respuesta del sistema: POBRE / BUENA		6	8	9	8	5	7	8	9	9	0	6.9	2.7669	8	
30. Respuesta ante errores del sistema: TORPE / GRACIOSO		7	8	5	0	4	7	5	6	9	0	5.1	3.0714	5.5	
31. El mensaje y contenidos del sistema: POBRE / BUENO		4	8	9	5	4	8	8	6	9	9	7	2.0548	8	
32. Diseño de la interfaz: POBRE / BUENO		6	7	7	7	6	7	8	7	9	9	7.3	1.0593	7	

Tabla 6. Usabilidad e interfaz del usuario. Elaboración propia.

En general, la aplicación móvil fue valorada con un puntaje de 7.5 de 9 que es el máximo, lo cual, indica que las mejoras son inminentes en diversos rubros. El punto principal por valorar y corregir es el diseño de la interfaz, el cual, en grandes rasgos fue considerado aburrido. Si bien, el diseño visual es de suma importancia. En un principio, se planteó que este fuera sencillo para evitar distracciones en el usuario; no obstante, hubo escasez de elementos gráficos para complementar la información. Dicho esto, los participantes consideraron que podían recibir más información a través de esta herramienta digital. Esto indica que no hubo la interactividad necesaria para la experiencia de usuario. De acuerdo con estas observaciones, se requiere hacer los cambios necesarios para la evaluación final con el usuario real. Para ello, será necesario realizar modificaciones y adecuaciones al diseño de interfaz, al modelo virtual del reflector y, por supuesto, a la visualización de los defectos del modelo en cada una de las zonas.

La aplicación móvil, luego de realizar la evaluación heurística, fue sujeta a las alteraciones necesarias y sugeridas por los usuarios. En primera instancia, el diseño visual de la interfaz fue el elemento más destacado a modificar; por ello, se rediseñó tanto la retícula como todo aspecto gráfico, siguiendo la línea de diseño ya establecida. De esta manera, la aplicación será optimizada para el usuario real y que su experiencia y capacitación como tal sea satisfactoria y enriquecedora.

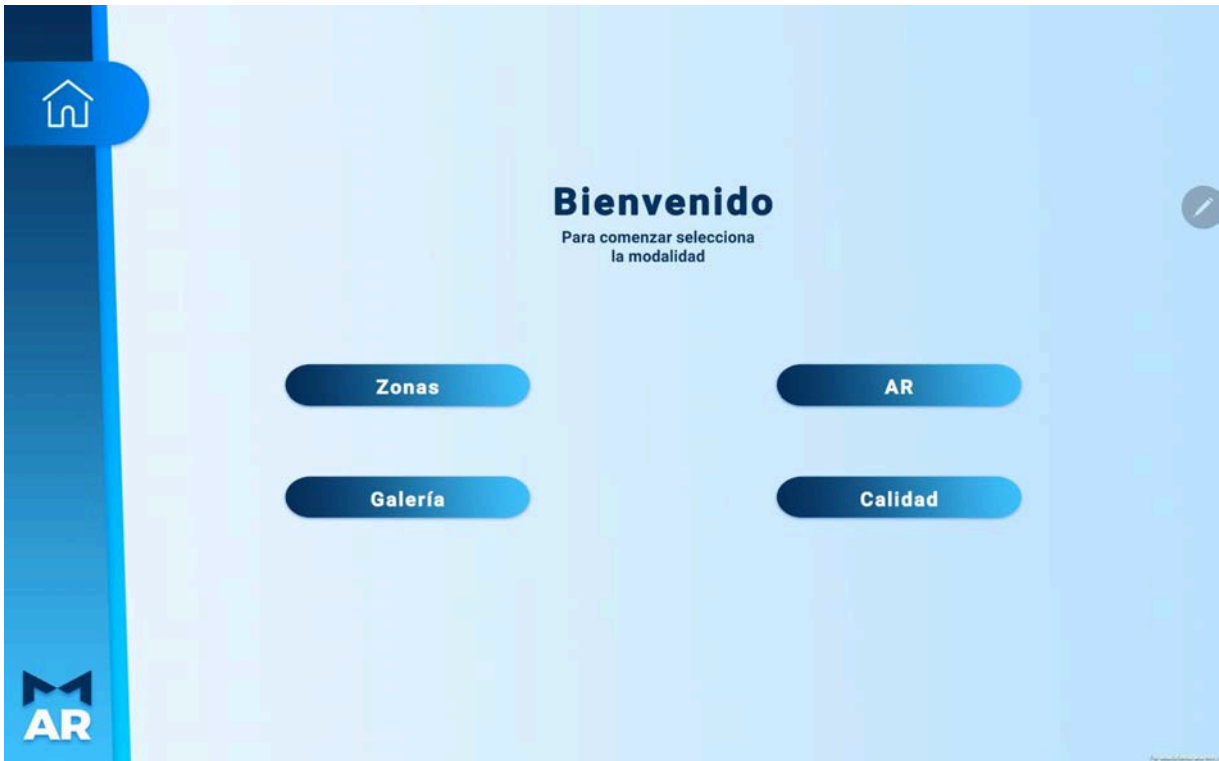


Imagen 26. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.



Imagen 25. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.

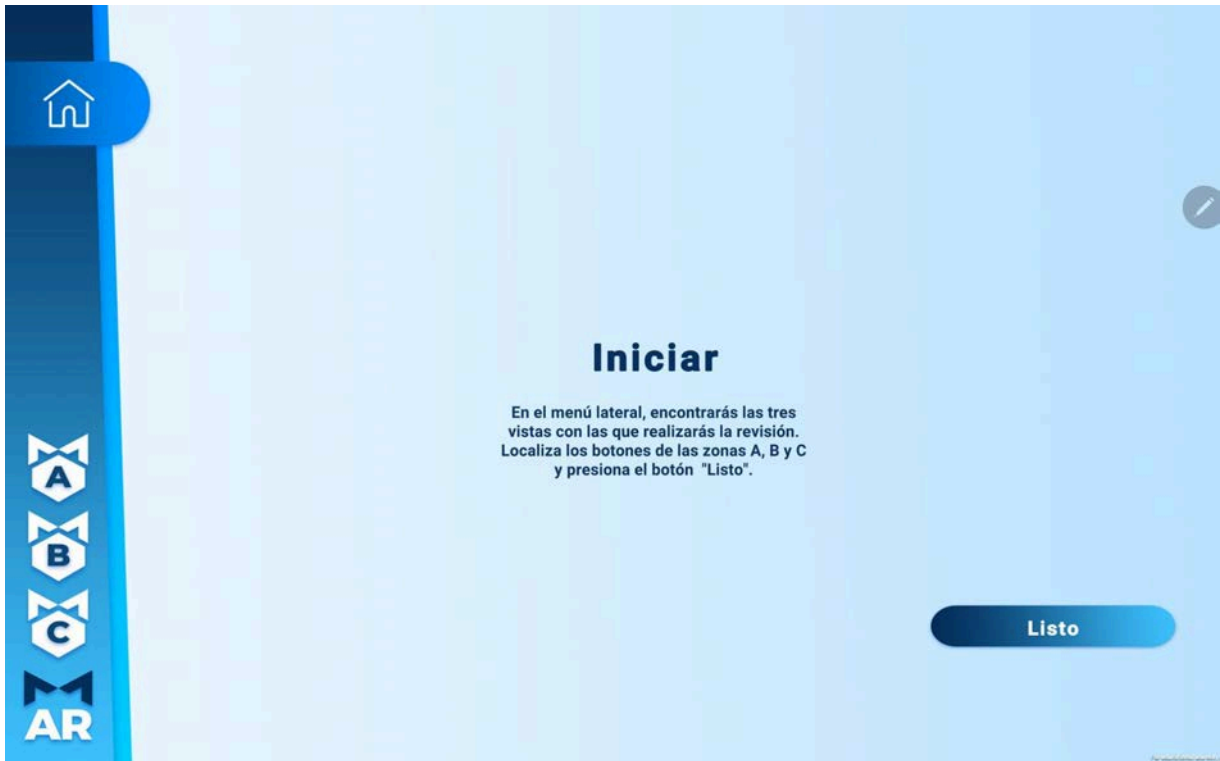


Imagen 28. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.

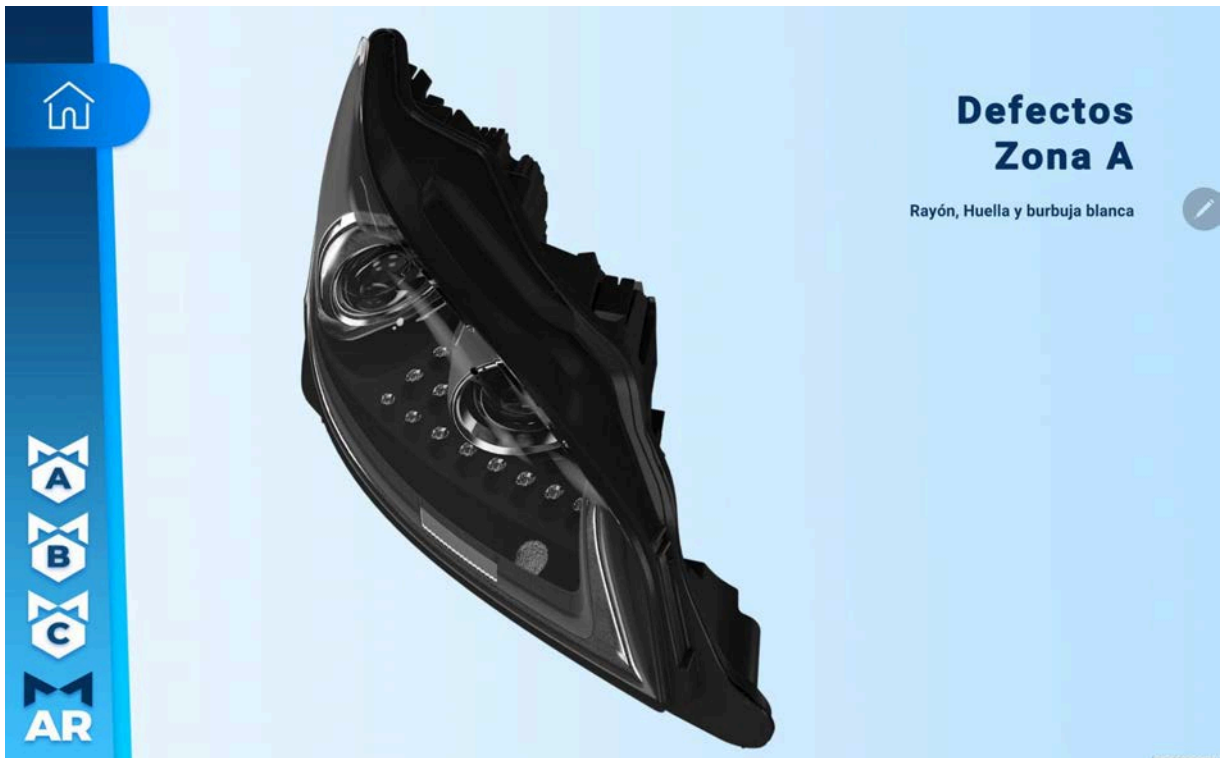


Imagen 27. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.



Imagen 30. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.



Imagen 29. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.

Características de calidad

Características con un tamaño menor a 0.4mm. en cualquier dirección no son tomadas en cuenta, debido a que no son detectadas en una observación a un metro de distancia.

Evaluación de características	Zona roja	Zona amarilla	Zona verde	Zona blanca
Tamaño de punto admisible (diámetro o extensión más grande si no es circular).	$\leq 1\text{mm.}$	$\leq 1.5\text{mm.}$	$\leq 2\text{mm.}$	No hay límites de características cosméticas de calidad.
Largo admisible de líneas de error.	$\leq 1\text{mm.}$	$\leq 5\text{mm.}$	$\leq 10\text{mm.}$	
Superficie admisible de deformación o defectos.	No admisible	$\leq 3 \times 3 \text{ mm.}$	$\leq 10 \times 10 \text{ mm.}$	
Distancia mínima entre características definidas de acuerdo a la tabla en un área circular con $r=50 \text{ mm.}$		10	5	

Imagen 31. Captura de pantalla de interfaz. Elaboración propia.

7. RESULTADOS

Corroborar la herramienta digital para capacitación de personal es el último objetivo de esta investigación; por ende, se pondrá en marcha un cuestionario de evaluación realizado para esta tarea. Como muestra, se seleccionó al personal operativo de nuevo ingreso del mes de abril perteneciente a la capacitación inductiva. Si bien, esta capacitación es impartida en el turno matutino a todos los interesados, quienes, en ese momento, se convierten en los aprendices. La modalidad es tradicional, es decir, presencial impartida a modo de exposición por un capacitador a un grupo de alrededor de 50 operadores. Si bien, no existe una característica en común y el rango de edad varía entre los 18 y 50 años en ambos géneros. Todo aspirante tiene un grado mínimo de secundaria y su puesto es indefinido hasta que se le asigne un área.

Por este motivo, se seleccionó un grupo de 10 personas de distintas edades y género, para ser evaluadas utilizando la aplicación móvil diseñada y desarrollada como herramienta digital de apoyo. Cada uno posee cualidades y habilidades diferentes, por lo que el uso de esta app fue una experiencia única. Todos los participantes se aislaron en otra aula acondicionada para la evaluación. Para la evaluación, se utilizaron dos tabletas Samsung Galaxy Android 7 de 10.1”, con la app previamente instalada. Asimismo, se imprimieron dos copias del marcador en tamaño carta para situarlos sobre una superficie plana y que la Realidad Aumentada pueda leerse correctamente.

Se realizó un cuestionario de evaluación que consiste en una rúbrica que cubre aspectos de satisfacción percibida por los usuarios en cuanto a usabilidad, calidad del sistema y calidad del aprendizaje del operador en esta modalidad. Este instrumento cuenta con 11 preguntas, las cuales, se identifican:

- Calidad del aprendizaje: conformado por los ítems 1 al 5.
- Calidad del sistema: conformado por los ítems 6 al 8.
- Calidad de la usabilidad: conformado por los ítems 9 al 11.

Una vez acondicionado el sitio, se solicitó a los usuarios de manera voluntaria, que tomaron una tableta e interactuaron con la aplicación móvil. Para ello, de dos en dos, cada uno con una tableta distinta, ejecutaron una serie de peticiones para navegar por el sistema. El objetivo de esta aplicación móvil, si bien, no es reemplazar la capacitación en inspección de calidad en su método tradicional, sino brindar una herramienta digital de apoyo lúdica que permita complementar la información y la experiencia del usuario en una modalidad distinta que implica individualismo. Una vez concluida la navegación y la interacción con la aplicación móvil, se le solicitó a cada uno de los participantes llenar el cuestionario impreso en papel. Ambas actividades les llevaron un total de diez minutos en completar a cada usuario; con un total de una hora para cubrir las evaluaciones de todos los participantes.

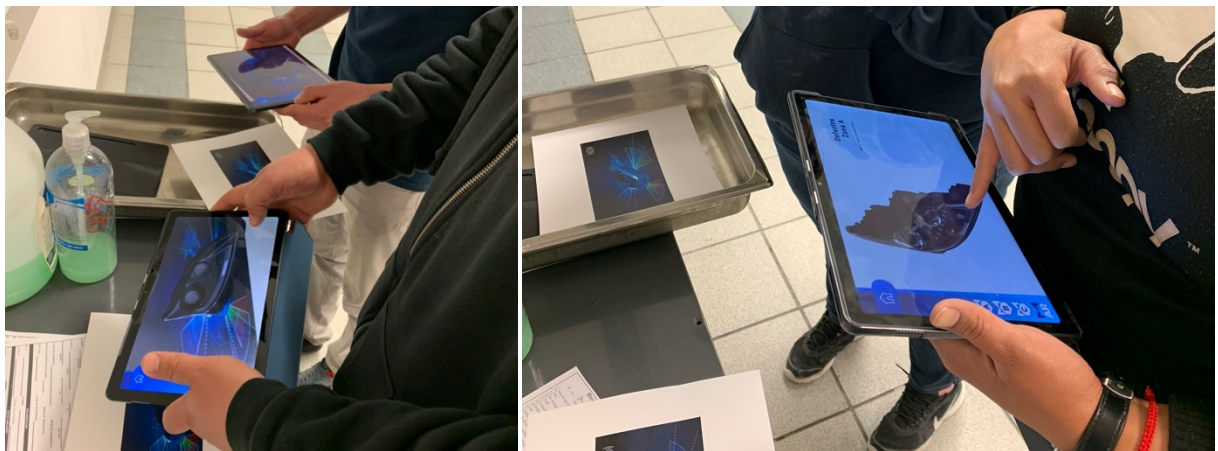


Imagen 32. Operadores de nuevo ingreso recibiendo capacitación a través de la app. Elaboración propia.

Cada pregunta contó con cuatro opciones de respuesta: 1) totalmente en desacuerdo (el valor mínimo), 2) en desacuerdo, 3) de acuerdo, y 4) totalmente de acuerdo (el valor máximo). De este modo, las opciones van de menor valor a mayor valor.

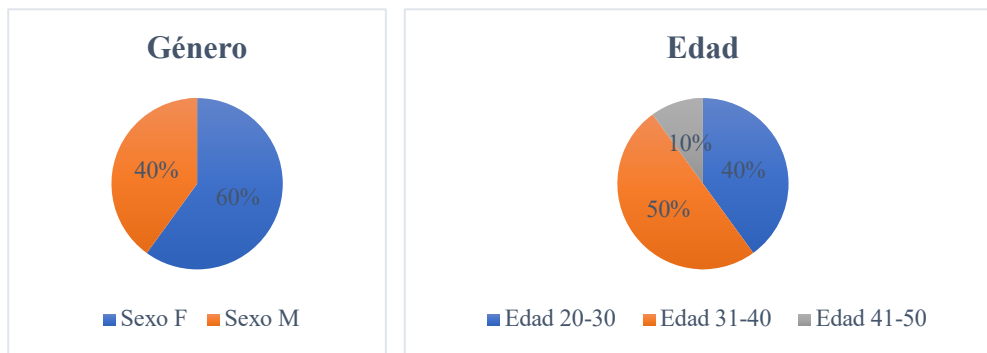


Ilustración 2. Género y edad de los usuarios. Elaboración propia.

Con una muestra de 10 personas, el 60% fue del género femenino y el porcentaje restante del género masculino. El rango de edad dominante fue de 31 a 40 años con un 50%, mientras que el 40% recae en edades de 20 a 30 años, y 10% restante de 41 a 50 años.

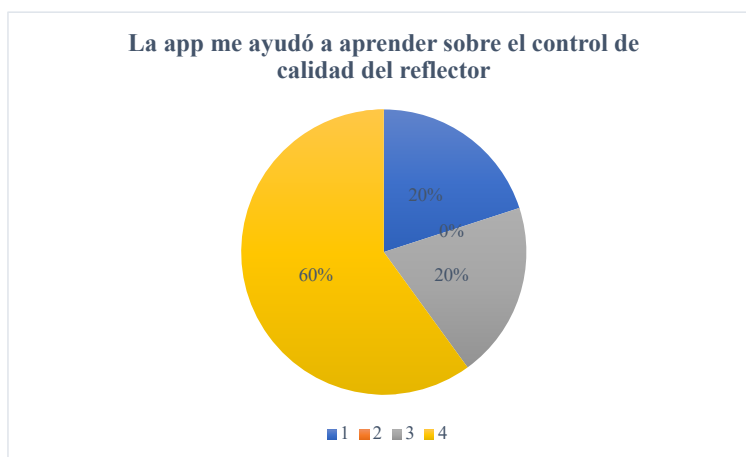


Ilustración 3. La app me ayudó a aprender sobre el control de calidad del reflector. Elaboración propia.

La aplicación móvil está centrada en la capacitación de inspección de calidad del reflector, por ende, la evaluación del aprendizaje es imprescindible. Este aspecto fue valorado positivamente, con el 60% de la opción “totalmente de acuerdo”; esto nos indica que la app benefició al aprendizaje de los operadores de nuevo ingreso. No obstante, un 20% lo adquirió la opción “totalmente desacuerdo”, lo que muestra que, a pesar de que esta herramienta se diseñó para complementar la capacitación, no toda persona acepta la incursión de una tecnología emergente en su labor. El 20% restante se le asignó a la opción “de acuerdo”, la cual, es una respuesta positiva.

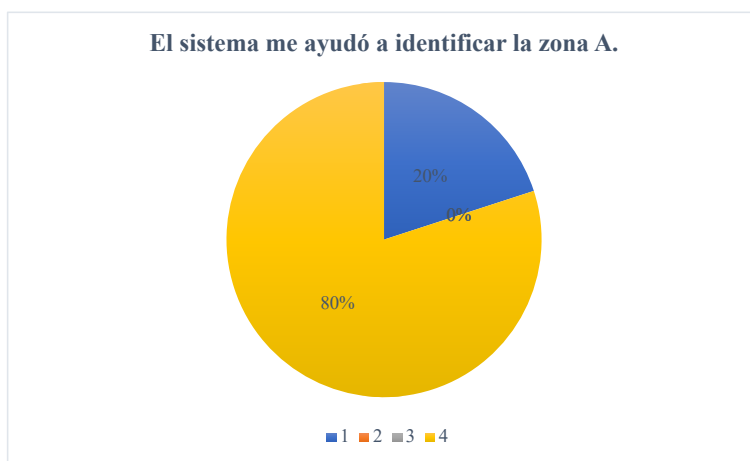


Ilustración 4. El sistema me ayudó a identificar la zona A. Elaboración propia.

El tema particular de más relevancia dentro de esta capacitación es la inspección del reflector, de acuerdo con las diferentes zonas. La zona A es la más importante y el 80% de los participantes mencionó identificarla con éxito. Mientras que el 20% restante no lo hizo en lo absoluto.



Ilustración 5. El sistema me ayudó a identificar la zona B. Elaboración propia.

Asimismo, la zona B se encuentra en segundo lugar de importancia dentro de la inspección, siendo una zona crítica para el cliente. Esta posición fue más sencilla de identificar, según la respuesta de los usuarios. El 90% contestó estar totalmente de acuerdo con la identificación de la zona B. El otro 10% no logró identificarla exitosamente.

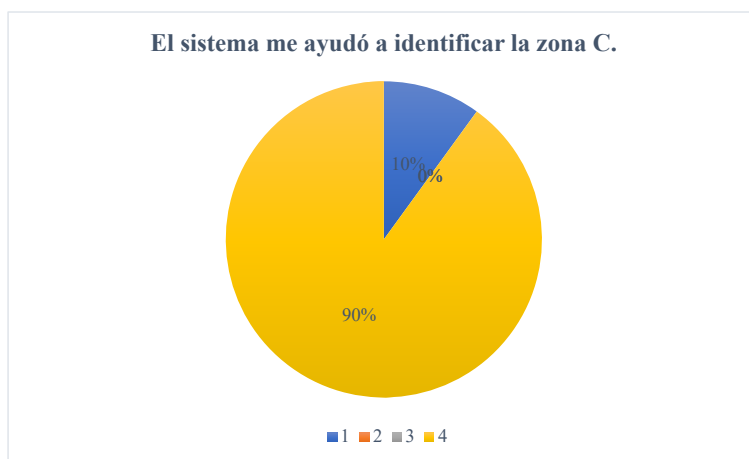


Ilustración 6. El sistema me ayudó a identificar la zona C. Elaboración propia.

La zona C es la menos crítica, pero es fundamental en la inspección. El 90% de los usuarios aseguró identificarla, señalando la opción “totalmente de acuerdo”. Los errores que el reflector pudiera tener ubicados en esta posición no son tan visibles, por lo menos no a simple vista; por

este motivo, identificar el área es una tarea compleja, y la app ayudó a facilitar este aspecto. Solamente el 10% de los participantes no logró hacerlo, quienes seleccionaron la opción “totalmente desacuerdo”. Las tres zonas son fundamentales, y la mayoría de los aprendices logró identificarlas; no obstante, hubo quienes no lo hicieron, lo que nos indica que la app debe ser mejorada en ese aspecto, o bien, es una opinión personal del usuario hacia la aplicación móvil.

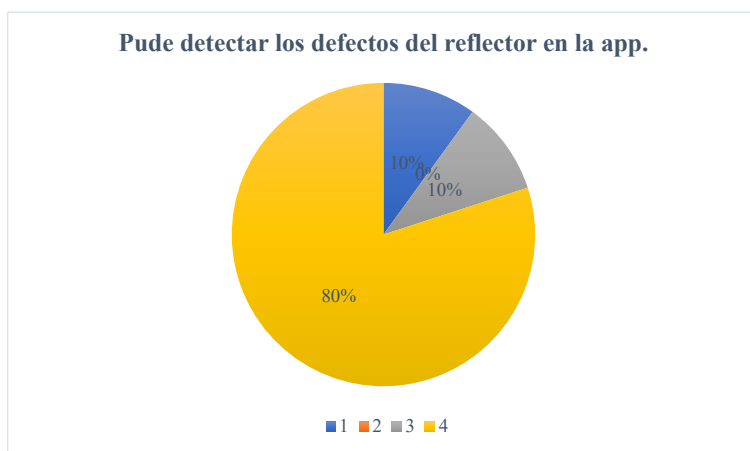


Ilustración 7. Pude detectar los defectos del reflector en la app. Elaboración propia.

Este rubro evalúa la detección de los defectos que puede tener el reflector. Para ello, el modelo 3D del reflector contiene diferentes errores que el usuario deberá señalar. En este ejercicio, el 80% de los participantes logró identificarlos sin algún problema; siendo esta una actividad lúdica. Un 10% señaló estar “de acuerdo” y el otro 10% restante destacó no estar de acuerdo en lo absoluto. La respuesta mayoritaria fue positiva, puesto que los aprendices lograron detectar los defectos con éxito.

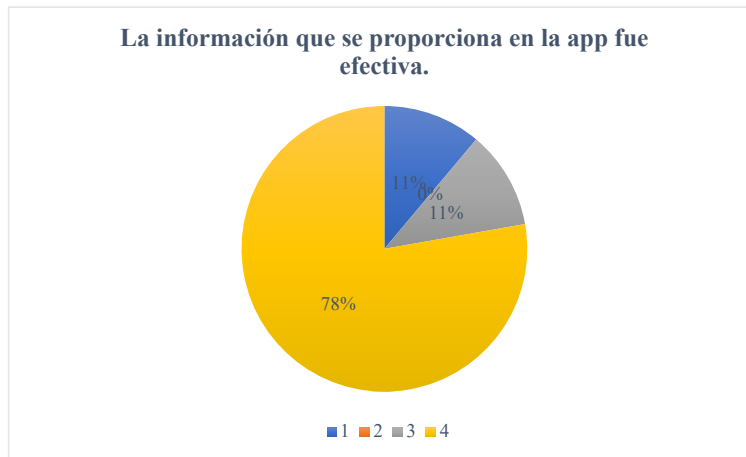


Ilustración 8. La información que se proporciona en la app fue efectiva. Elaboración propia.

Como parte de la capacitación en esta área, la aplicación cuenta con un apartado de criterios que el aprendiz debe memorizar; además de las secciones de las zonas, la Realidad Aumentada y la galería de imágenes reales. Este rubro tuvo respuesta de 9 de 10 participantes. Así, el 78% obtuvo la opción “totalmente de acuerdo”, la cual, es una valoración muy favorable. Un 11% respondieron estar de acuerdo con la información, y el último 11% obtuvo la opción “totalmente desacuerdo”.

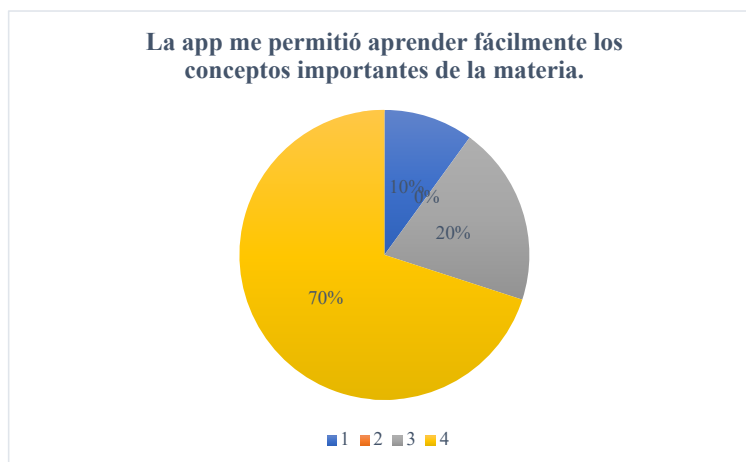


Ilustración 9. La app me permitió aprender fácilmente los conceptos importantes de la materia. Elaboración propia.

Este rubro consiste en la evaluación del aprendizaje de todos los conceptos. Puesto que esta aplicación móvil tiene como función principal complementar la capacitación. El 70% de los usuarios estuvo totalmente de acuerdo en que esta herramienta digital permite aprender fácilmente los conceptos importantes de la materia. Mientras que el 20% contestó estar de acuerdo y el 10% restante destacó estar totalmente en desacuerdo.

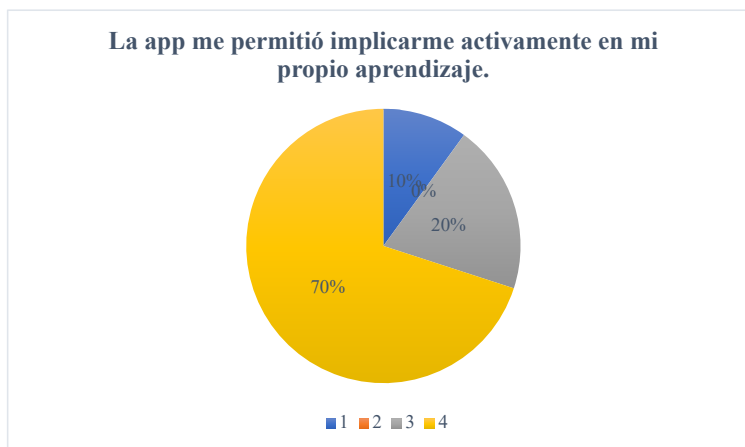


Ilustración 10. La app me permitió implicarme activamente en mi propio aprendizaje. Elaboración propia.

Si bien, el individualismo es uno de los atributos de esta modalidad. Cada usuario tuvo la oportunidad de manipular e interactuar con la aplicación a través de una tableta. De esta manera, el aprendizaje supone ser a su propio ritmo. La opción “totalmente de acuerdo” obtuvo una respuesta del 70%. El 20% de los participantes respondió estar solamente de acuerdo con este rubro, y el último 10% destacó estar en total desacuerdo.

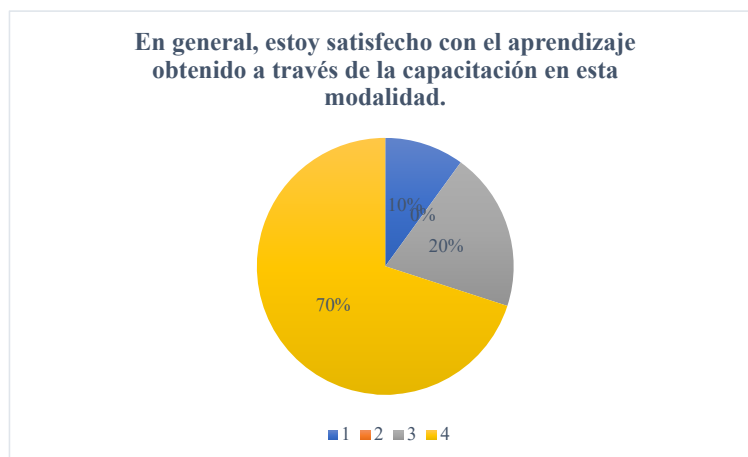


Ilustración 11. En general, estoy satisfecho con el aprendizaje obtenido a través de la capacitación en esta modalidad. Elaboración propia.

Esta modalidad es una incursión nueva dentro de la capacitación del personal de nuevo ingreso en la empresa elegida. Por ello, este rubro evalúa la satisfacción del usuario en cuanto a su aprendizaje mediante su interacción con la herramienta digital. El 70% contestó estar “totalmente de acuerdo”, mientras que el 20% está solamente “de acuerdo”. El 10% restante estuvo totalmente en desacuerdo. La capacitación se imparte de manera tradicional y así se ha transmitido por años; por ende, el salto a la tecnología puede ser complejo. Sin embargo, la respuesta fue mayormente positiva.



Ilustración 12. En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar esta app. Elaboración propia.

La aplicación móvil fue diseñada para ser intuitiva, sencilla y fácil de manipular. En términos generales, se evaluó la satisfacción del usuario con la facilidad que le fue utilizar la aplicación móvil y los resultados arrojados consistieron en el 90% se le adjudicó a la opción “totalmente de acuerdo”; mientras que el restante 10% contestó estar el total desacuerdo. En efecto, esta respuesta es subjetiva y abarca la satisfacción personal de cada usuario. Sin embargo, es parte de la experiencia de usuario.

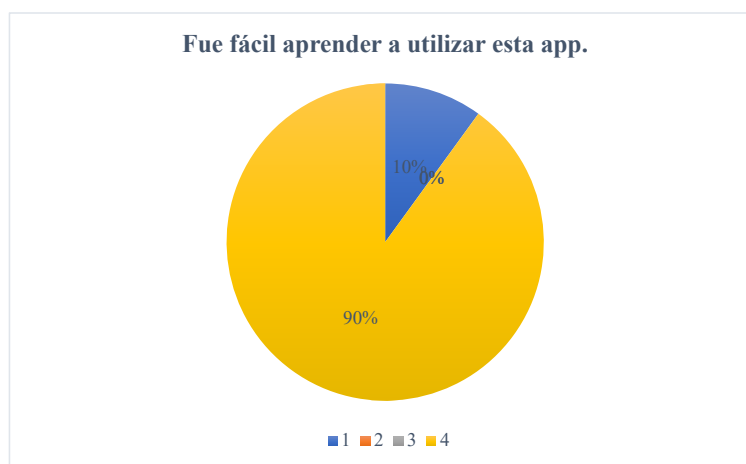


Ilustración 13. Fue fácil aprender a utilizar esta app. Elaboración propia.

Por último, se evaluó la facilidad con la que el usuario aprendió a utilizar la aplicación móvil sin asistencia. El 90% contestó positivamente, seleccionando la máxima respuesta “totalmente de acuerdo”. El restante 10% respondió estar totalmente en desacuerdo. Esto nos indica que la aplicación móvil, en su mayoría, es fácil de utilizar sin tener un previo conocimiento, ni la asistencia de alguien que lo guíe y le enseñe cómo hacerlo. Por lo contrario, es la mera intuición la que señala cómo debe ser manipulada.

En general, esta herramienta digital ayudó a complementar la capacitación del personal de nuevo ingreso de la maquiladora elegida, puesto que la respuesta más destacada fue “totalmente de acuerdo”, a la cual, se le atribuye el máximo valor. El 60% es del género femenino y el 40% del género masculino. El rango de edad sobresaliente fue de 31 a 40 años, con un 50%. Una edad joven que aceptó y le dio una oportunidad a la tecnología. No obstante, de los 10 usuarios seleccionados para participar, 1 de ellos respondió con la respuesta de valor mínimo. Este usuario, del género femenino y una edad de 41 años, comentó no estar interesada en una incursión tecnológica para su capacitación, expresando que “lo tradicional debe quedarse tradicional”. Aunque esta respuesta es completamente subjetiva, contribuyó a la nula aceptación de la app como herramienta digital de apoyo. Los participantes tuvieron una debida interacción con la aplicación que incitó al aprendizaje individual, puesto que, cada uno tuvo la oportunidad de avanzar a su ritmo.

8. CONCLUSIONES

La incursión de una herramienta digital con una tecnología emergente, tal como la Realidad Aumentada, como valor agregado, es un salto a la digitalización que demanda la Industria 4.0. La capacitación de personal es una actividad imprescindible dentro de cualquier empresa, y sus procesos deben ir a la par con los avances tecnológicos que surgen día con día. Aunque los métodos tradicionales forman parte de la cotidianidad y tal vez no sean sustituidos completamente, estos pueden ser complementados con la modalidad virtual. La Realidad Aumentada (RA) posee la cualidad de brindar una experiencia elevada al usuario y que ha demostrado ser eficiente en los procesos de capacitación de personal. Una de las áreas más explotadas es el sector automotriz, en la cual, la RA ha permitido incrementar la detección de errores en menos tiempo.

La Industria 4.0 se encuentra vigente, sin embargo, no toda empresa adopta las tecnologías emergentes en sus procesos. Tal es el caso de estudio de esta investigación, una industria maquiladora del sector automotriz de Ciudad Juárez, Chihuahua. A pesar de que esta empresa forma parte de la segunda generación de las maquiladoras, según Carrillo y Lara, sus procesos de capacitación están lejos de estar digitalizados y automatizados. La capacitación tradicional no será reemplazada, sin embargo, sus procesos no son del todo efectivos. Esta empresa es de corte internacional, por lo que ir a la par de la tecnología es inherente.

El objetivo general de esta investigación se efectuó satisfactoriamente. Se implementó la herramienta digital diseñada y desarrollada para complementar la capacitación del personal en cuanto a la inspección de calidad. Esta aplicación móvil tiene como valor agregado la Realidad Aumentada, la cual, activa el modelado digital 3D del producto a evaluar, es decir, el

reflector de automóvil de la empresa. En efecto, para realizar este modelo, se utilizó la técnica de la fotogrametría para obtener una óptima fidelidad del producto, siendo así lo más parecido a la realidad. Para su desarrollo, se tuvo asistencia de un programador, quien se encargó de realizar la aplicación móvil y generar la RA es un software especializado.

Para lograr ingresar a la industria maquiladora elegida, se requirió enviar una solicitud formal en hoja membretada al departamento de Recursos Humanos. Asimismo, una vez aceptada la petición, se asistió a una capacitación de personal operador de nuevo ingreso para delimitar el área en la que se intervendrá, es decir, la inspección de calidad. Para ello, se conoció el modelo de capacitación de la empresa, así como sus métodos y técnicas de evaluación. Esto permitió tener un acercamiento y recopilar toda la información necesaria para continuar.

Puesto que la Realidad Aumentada es el valor agregado de la aplicación móvil, fue indispensable indagar sobre esta tecnología emergente. En esta búsqueda documental se recopilaron los elementos que pueden ser visualizados a través de la Realidad Aumentada; además de algunas de sus aplicaciones en diversas áreas y profesiones. Con esto, fue posible expandir el panorama y conocer a profundidad todas las características de esta tecnología emergente.

Asimismo, el reflector es el elemento principal de la capacitación en general. Una de las actividades cruciales fue identificar la técnica el CGI apropiada para generar el modelo virtual. Para ello, se realizó una búsqueda de las diferentes técnicas para desarrollar el reflector de manera digital y tridimensional que tuviera como resultado la mayor fidelidad al detalle. Así, se seleccionó la fotogrametría como la indicada para realizar esta tarea. Para ello, fue necesario desarrollar diferentes pruebas preliminares con distintos objetos para deducir la manera correcta de hacerlo. Estas pruebas fueron necesarias, puesto que solamente se tuvo una oportunidad para

capturar el reflector. Para hacer la fotogrametría con el objeto real, se utilizó una cámara Nikon D5100 y un difusor. Se solicitó al personal de la maquiladora un espacio amplio e iluminado para la sesión fotográfica; así, fue posible eliminar cualquier elemento innecesario del ambiente.

La fotogrametría es una técnica compleja, puesto que requiere de mucha precisión en la captura de imagen, además de un software de uso profesional. Por ello, se probaron 3 softwares distintos para seleccionar la mejor opción. Todo el equipo utilizado para este objetivo pertenece al DigitLab de la UACJ, que incluye el computador, en el cual, se instaló el software Autodesk Recap Pro, y el equipo de fotografía profesional. Asimismo, se requirió de un permiso especial para sacar el equipo de las instalaciones y trasladarlo a la industria maquiladora. De esta manera, esta técnica fue la más adecuada y precisa para la calidad del reflector modelo 3D.

Aunando esto, el siguiente objetivo fue la indagación de procesos de diseño centrado en el usuario para conducir el proceso de diseño y desarrollo de la aplicación móvil. Se realizó una búsqueda amplia sobre la experiencia de usuario y todos sus métodos, técnicas y principios para asegurar el éxito de la herramienta digital; asimismo, la experiencia del operador a través de la capacitación. Una vez que se recopiló toda la información, se puso en ejecución para diseñar y desarrollar la app. La programación de la app se realizó en conjunto con un programador. A pesar de que se utilizaron los principios de diseño investigados, la evaluación heurística fue la que arrojó modificaciones que ayudaron a mejorar y optimizar la app. Esto permitió ubicarse en lo que los expertos dicen y que el diseño de la herramienta digital tuviera un buen diseño de interfaz, así como de su funcionamiento.

Una vez finalizada la app, el último paso fue ponerla a prueba con el usuario real en una capacitación en la industria maquiladora, para así, corroborar que esta herramienta digital, cuyo valor agregado es la Realidad Aumentada es funcional. Asimismo, fue necesario evaluar que

esta puede implementarse como complemento de la enseñanza tradicional de los contenidos de la inspección de calidad cosmética del reflector. Una vez realizada la evaluación, los resultados arrojaron que la aplicación sí puede ser implementada como herramienta de apoyo para la capacitación del personal de la industria maquiladora elegida. Esta modalidad de capacitación conlleva una dinámica distinta a la que el personal operativo de nuevo ingreso está acostumbrado, sin embargo, la mayoría de los usuarios aceptaron la aplicación móvil, destacando el aprendizaje individual a ritmo propio.

9. REFLEXIONES Y PROSPECTIVA

La industria maquiladora, como ya se mencionó, tiene un gran peso en Ciudad Juárez, Chihuahua. Los procesos de la industria maquiladora elegida son complejos y confidenciales, característica inherente de toda industria. Por este motivo, la elección del caso de estudio fue un tema que se consideró de suma importancia. Tener conexiones fue imprescindible, puesto que fue la puerta que nos abrió la entrada. Esta industria maquiladora pertenece al sector automotriz, lo cual, es un dato que le dio dirección y fortaleza a esta tesis. El primer paso para ser aceptados a realizar investigación dentro de esta empresa fue gestionar una solicitud formal por parte de la misma Universidad hacia la maquiladora. Esta carta se realizó en hoja membretada, firmada por los correspondientes, en la cual, se solicitó el acceso de una estudiante de maestría para ejercer investigación dentro de sus instalaciones con su personal. Este proceso nos llevó aproximadamente un mes.

Por supuesto, detectar la problemática conlleva trabajo de campo e investigación documental. Para este trabajo de campo, se gestionó el acceso a una capacitación presencial

impartida a los operadores, la cual, consistió en tres días de entrenamiento. Sin embargo, nos enfrentamos a una situación desconocida y peligrosa, que es el Covid-19. Las restricciones y los cuidados fueron medidas grandes que frenaban este proceso. Por otro lado, las cuestiones de seguridad propias de la maquiladora elegida son extensas y rigurosas. Por este motivo, cada una de las visitas en la industria fueron un reto, tanto para el acceso, como para la estancia. Esto se debe al alto riesgo que existe dentro de las instalaciones si no se toman las precauciones adecuadas y necesarias, además de los altos parámetros de confidencialidad con los que cuentan.

Asistir a la capacitación de forma presencial, tomando todas las medidas de seguridad, permitió tener un acercamiento con el usuario para comenzar a contextualizar. Este primer paso es esencial dentro de la Experiencia de Usuario. Aquí, fue posible presenciar la interacción de los capacitadores, los operadores, capacitador-operador; así como el método de capacitación que se utiliza en esta industria maquiladora. Esta capacitación gira en torno a su producto, los reflectores de automóviles japoneses de lujo. Estos reflectores se encuentran en exhibición y son presentados en físico a los aprendices para su inspección de calidad. Aunque estos son pesados y delicados, el operador debe interactuar con este con propósito de recibir la capacitación. Sin embargo, esta actividad deja de ser viable, puesto que alrededor de 50 usuarios deberán interactuar con este.

Integrar una tecnología emergente a un grupo de personas en donde el rango de edad es muy variado, es un reto. A pesar de que la mayoría de los usuarios aceptaron la aplicación móvil como un complemento a su capacitación de nuevo ingreso, hubo quienes no lo consideraron oportuno ni útil. La tecnología está presente en la cotidianidad, pero esto no significa que sea aprobada por todos. Aunque se evaluó la satisfacción de uso, la cual, es subjetiva, los datos permitieron tener un conocimiento sobre la usabilidad, el aprendizaje y el funcionamiento de la

herramienta digital propuesta. No obstante, este proyecto debe continuar a futuro. Uno de los beneficios de las aplicaciones móviles, y de la tecnología en general, es que se encuentran en constante actualización que se va moldeando y adaptando a las necesidades de los usuarios.

Aunque cantidad de personas se muestran renuentes ante la imposición de una tecnología en su área de trabajo, en la cual, ya están acostumbrados a su forma de laborar y de ser capacitados, estos avances tecnológicos pueden beneficiar a su productividad. En un futuro, esta modalidad puede ser evaluada para medir el aprendizaje del personal, y por ende, su productividad en su área laboral. De manera que sea posible analizar un antes y un después. La tecnología ofrece una profusión de posibilidades y oportunidades; no obstante, las generaciones son diferentes. Un ejemplo se encuentra en las edades de los usuarios en la evaluación. Los participantes más jóvenes fueron quienes se mostraron entusiasmados por esta propuesta, puesto que es una forma de aprendizaje más lúdica. Sin embargo, las personas de mayor edad no lo hicieron, puesto que las aplicaciones móviles no resultan de su completo agrado. Desde este punto de vista, las emociones fungen un rol muy importante. En este proyecto, se valoró la satisfacción y el aprendizaje de una manera un tanto subjetiva.

Por otro lado, este tipo de proyectos generalmente son realizados desde las ingenierías, por lo que desarrollarlo desde la disciplina del diseño fue enriquecedor. La interdisciplinariedad fue indispensable, puesto que, se tuvo la participación de diversas profesiones que aportaron a expandir el conocimiento y proporcionar uno nuevo. En ocasiones, el diseñador se centra en su profesión sin abrirse al punto de vista de los demás. En esta tesis, el recurso humano, la educación, la administración, la ingeniería y el diseño fueron las áreas con las que se partió y se trabajó. Sin embargo, para lograrlo, es inminente salir del área de confort y abrir el espectro. El

diseñador gráfico tiene las herramientas y las habilidades para participar en un proyecto de alto nivel.

En esta maestría se me permitió explorar y explotar mis fortalezas, guiándome a un área de *expertise*. Tener presente en todo ámbito el proceso creativo y la metodología, es un aspecto que siempre me acompañará a lo largo de mi vida profesional y académica. Por supuesto, los estudios y el aprendizaje continúan diariamente, dirigiéndome a mis próximos estudios doctorales.

BIBLIOGRAFÍA

- Abolfazl, S. A., Abu, N., Chasempour, Z., & Anvari, R. (2014). Staff Organization Training: Designing, Stages, and Methods. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 129, 227–235. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.03.671
- Alegría, M. (2015). Aplicaciones de la Realidad Aumentada en el ámbito de la enseñanza superior. Diseño de un proyecto piloto. *Cuadernos de Gestión de Información*, 5, 18–35.
- Araiza, Z., Velarde, E., & Aguilar, D. (2013). La capacitación y su relación con la calidad de una empresa automotriz. *XVII Congreso Internacional en Ciencias Administrativas*, 30.
- Ares, F. (2013). El dominio de las letras: Los diseñadores y la producción, elección y uso de signos tipográficos. *Cátedra B*, 15.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. (6a ed.). Caracas, Venezuela: Episteme.
- Ariso, J. (2017). *Augmented reality: Reflections on its contribution to knowledge formation*. Berlin: De Gruyter.
- Arraut, L. (2010). La gestión de calidad como innovación organizacional para la productividad en la empresa. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (69), 22–41.
- Autodesk. (2020). Modelado 3D. Recuperado de Modelado 3D website: <https://www.autodesk.mx/solutions/3d-modeling-software>
- Babich, N. (2020). What is information architecture? Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de The Beginner's Guide to Information Architecture in UX website: <https://xd.adobe.com/ideas/process/information-architecture/information-ux-architect/>

- Barbosa, L., & Cortés, J. (2019). Modelo para la medición de la productividad de la industria automotriz en Colombia. *Apuntes Contables*, 25, 25–36. doi: <https://doi.org/10.18601/16577175.n25.03>
- Billinghamurst, M., & Kato, H. (2003). Collaborative augmented reality. *Communications of the ACM*, 45(7), 64–70. doi: 10.1145/514236.514265
- Boboc, R. G., Gîrbacia, F., & Butila, E. V. (2020). The application of augmented reality in the automotive industry: A systematic literature review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(12). doi: 10.3390/app10124259
- Bottani, E., & Vignali, G. (2019). Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade. *IISE Transactions*, 51(3), 284–310. doi: 10.1080/24725854.2018.1493244
- Cárdenas, M. (2021). *Sistema de Realidad Aumentada para la capacitación de un torno industrial por medio de la detección de marcadores basados en descripciones clásicos*. Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología, Aguascalientes.
- Carrillo, J., & Lara, A. (2004). Nuevas capacidades de coordinación centralizada. ¿Maquiladoras de cuarta generación en México? *Estudios Sociológicos*, 66, 647–667.
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, 659–669 vol.2. Kauai, HI, USA: IEEE. doi: 10.1109/HICSS.1992.183317
- Cortés, Pérez, Á., Mejía, J., Hernández, M., Fabila, D., & Hernández, L. (2020). La formación de ingenieros en sistemas automotrices mediante la realidad aumentada. *Innovación Educativa*, 20(82), 22.

- Creswell, J. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed). Thousand Oaks, Calif: Sage Publications.
- De Pace, F., Manuri, F., & Sanna, A. (2018). Augmented Reality in Industry 4.0. *American Journal of Computer Science and Information Technology*, 06(01). doi: 10.21767/2349-3917.100017
- Dessler, G., & Varela, R. (2011). *Administración de recursos humanos. Enfoque latinoamericano* (quinta). México: Pearson Educación.
- Diez, J., & Abreu, J. L. (2005). *Capacitación laboral proporcionada por las empresas: \nEl caso peruano \n*. 4(2), 85.
- Etonam, A. K., Di Gravio, G., Kuloba, P. W., & Njiri, J. G. (2019). Augmented reality (AR) application in manufacturing encompassing quality control and maintenance. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 197–204. doi: 10.35940/ijeat.A1120.109119
- Feiner, S., MacIntyre, B., Höllerer, T., & Webster, A. (1997). *A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment*. 9.
- Garcés, H. (2000). *Investigación Científica* (1a Edición). Quito, Ecuador: Abya-Yala.
- Garrett, J. J. (2011). *The elements of user experience: User-centered design for the Web and beyond* (2nd ed). Berkeley, CA: New Riders.
- Hassan, Y. (2015). *Experiencia de Usuario: Principios y Métodos*.
- Hassan, Y., & Martín, F. (2005). La Experiencia del Usuario. Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de No Solo Usabilidad, nº 4 website: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/experiencia_del_usuario.htm

- Hassan, Y., & Ortega, S. (2009). Metodologías y técnicas de DCU. Recuperado de Informe APEI de Usabilidad website: http://www.nosolousabilidad.com/manual/3_2.htm
- Hedlefs, M., De la Garza, A., Sánchez, M., & Garza, A. (2015). Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 4(8).
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta). México: McGraw-Hill.
- Interaction Design Foundation. (2019). What is Fitts' Law? Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de Fitts' Law website: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/fitts-law>
- Interaction Design Foundation. (2020). Gestalt Principles. Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de Gestalt Principles website: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/gestalt-principles>
- Interaction Design Foundation. (s/f). What Designers Do – with the 5 Dimensions of IxD [Education]. Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de Interaction Design website: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/interaction-design>
- Ionos. (2019). Hipervínculos: Definición, estructura y tipos [Education]. Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de Digital Guide Ionos website: <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/hipervinculos-que-son-realmente-y-para-que-se-utilizan/>
- Kane, L. (Director). (2019). *Fitts's Law* [Video]. Nielsen Norman Group.

- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 297–302. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.654
- Lacueva, F., Gracia, M., Sanagustín, L., González, C., & Romero, D. (2015). *TecsMedia: Análisis Realidad Aumentada para entornos Industriales*. Instituto Tecnológico de Aragón. Recuperado de <https://www.aragon.es/documents/20127/674325/Estado%20del%20arte%20de%20Realidad%20Aumentada.pdf/f51f996d-eca5-5de4-6d07-8324ee629902>
- Lerma, J., Cabrelles, M., Navarro, S., & Seguí, A. (2013). Modelado fotorrealístico 3D a partir de procesos fotogramétricos: Láser escáner versus imagen digital. *Cuadernos de Arte Rupestre*, 6, 85–90.
- Ley Federal del Trabajo*. (2019). 326.
- López, E. (2020). La industria 4.0 y las nuevas formas de trabajar: Una perspectiva desde el caso mexicano en tiempos del COVID 19. *Lan Harremanak - Revista de Relaciones Laborales*, (43), 244–263. doi: 10.1387/lan-harremanak.21737
- Maeda, J. (2010). *Las Leyes de la Simplicidad: Diseño, Tecnología, Negocios y Vida*. Barcelona: Gedisa.
- Management, T. (2008). *Traducción oficial Official translation Traduction officielle ISO. Sistemas de gestión de calidad*. 2008, 42.
- Martín, A., Espinosa, M., & Domínguez, M. (2014). Aplicaciones industriales de entornos de realidad virtual y de realidad aumentada. *Revista Bimestral de Ingeniería Multidisciplinar*, 89(4).

- Martínez, A., Álvarez, M., & García, A. (2020). *Industria 4.0 en México. Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas*. (Primera edición). Ciudad de México; México: ENES León.
- Melo, I. (2018). *Realidad aumentada y aplicaciones*. 6(1), 8.
- Meza, M. (2018). El recurso de información y comunicación visual: Imagen. Apuntes en torno a las Ciencias de la Información y Bibliotecología. *Revista e-Ciencias de la Información*, 8(2), 20. doi: <https://doi.org/10.15517/eci.v8i2.29956>
- Milhem, W., Abushamsieh, K., & Aróstegui, M. N. P. (2014). *Training Strategies, Theories and Types*. 21(1), 17.
- Nassazi, A. (2013). *Effects of training on Employee performance. Evidence from Uganda*. 59.
- Ollivier, J. (2005). *Capacitación y tecnología del proceso en la industria maquiladora*. 17, 19.
- Parra, C., & Rodríguez, F. (2015). La capacitación y su efecto en la calidad dentro de las organizaciones. *REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN*, 6(2), 131. doi: [10.19053/20278306.4602](https://doi.org/10.19053/20278306.4602)
- Prasetyanto, H. O. (2020). Development of Job Rotation Model for Performance Improvement of Employees of East Java I Regional Office of Directorate General of Customs and Excise. *Airlangga Development Journal*, 4(1), 1. doi: [10.20473/adj.v4i1.19332](https://doi.org/10.20473/adj.v4i1.19332)
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2015). *Interaction Design: Beyond human-computer interaction* (Fourth Edition). United Kingdom: Wiley.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad* (Primera edición). Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo.

- Purwar, S. (2019). Breaking down Fitts law for UX designers. Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de UX Planet website: <https://uxplanet.org/breaking-down-fitts-law-for-ux-designers-542cabb48f9>
- Raheja, K. (2015). Methods of training and development. *Innovative Journal of Business and Management*, 4(2), 7. doi: <http://dx.doi.org/10.15520/ijbm.vol4.iss2.17.pp35-41>
- Rincón, R. (2002). *Modelo para la implementación de un sistema de gestión de calidad basado en la Norma ISO 9001*. 47–55.
- Ronda, R. (2013). Diseño de Experiencia de Usuario: Etapas, actividades, técnicas y herramientas. *No Solo Usabilidad*, (12). Recuperado de <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/uxd.htm>
- Safibullaevna, B., Alisher, M., & Nasriddin, I. (2016). 3D modeling and the role of 3D modeling in our life. *World Science*, 3(7), 28–31.
- Santamaría, J., & Sanz, T. (2011). *Fundamentos de la Fotogrametría*. Servicio de Publicaciones.
- Santillán, W., & Mera, H. (2020). La capacitación como generador de valor empresarial. *Visionario Digital*, 4(3), 6–18.
- Selvan, V. T. (2015). Study on role of technology in Human Resources management. *International Journal of Applied Research*, 1(7), 472–475.
- Sepúlveda, Y. (2020). *Sociedad global industrial: Industria 4.0 y su implementación en el contexto latinoamericano*. *Global Industrial Society: Industry 4.0 and its implementation in the Latin American context*. doi: 10.13140/RG.2.2.20006.55369
- Silva, R., Oliveira, J. C., & Giraldo, G. A. (s/f). *Introduction to Augmented Reality*. 11.

- Soegaard, M. (2020). Fitts' Law: Tracking users' clicks. Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de Fitts' Law: Tracking users' clicks website: <https://www.interaction-design.org/literature/article/fitts-law-tracking-users-clicks>
- Sotelo, M. (2017). *Evaluación educativa de los cursos en modalidad mixta de una Institución de Educación Superior*. Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora.
- Szajna, A., Stryjski, R., Woźniak, W., Chamier, N., & Królikowski, T. (2020). The Production Quality Control Process, Enhanced with Augmented Reality Glasses and the New Generation Computing Support System. *Procedia Computer Science*, 176, 3618–3625. doi: 10.1016/j.procs.2020.09.024
- Universitat Oberta de Catalunya. (2021a). Evaluación Heurística. Recuperado el 15 de noviembre de 2021, de Design Toolkit website: <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/guia/evaluacion-heuristica/>
- Universitat Oberta de Catalunya. (2021b). Perfil de usuario. Recuperado el 15 de noviembre de 2021, de Design Toolkit website: <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/perfil-de-usuario/>
- User Testing. (2019). 7 Gestalt principles of visual perception: Cognitive psychology for UX. Recuperado el 14 de noviembre de 2021, de User Testing website: <https://www.usertesting.com/blog/gestalt-principles>
- Vargas, Z. (2009). La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155. doi: 10.15517/revedu.v33i1.538
- Vasanthi, S., & Rabiyaathul, B. (2019). Pros and Cons of On the job training versus Off the Job Training. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(10). IJSTR. Recuperado de IJSTR.

ANEXOS

Bitácora de campo

Caso de estudio.

Instrumento: Observación directa

Capacitación de personal de nuevo ingreso (curso de inducción).

La observación, acorde con Arias (2012), es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos (p. 69). El objetivo de la investigación de campo en un caso de estudio es observar de manera directa – observación directa- el proceso de capacitación de personal dentro de la empresa. De esta manera, se podrá identificar los principales problemas o carencias en su modelo de capacitación, y así determinar en qué área o áreas existe una necesidad de actualización, y en efecto, cómo solucionarla. Esta observación giró en torno al personal de nuevo ingreso de ese momento. El nuevo personal se distribuía en un rango de edad de entre 23 años y 47 años, aproximadamente, tanto mujeres como hombres, con estudios mínimos hasta nivel secundaria. Para gestionar el formar parte del curso de inducción, fue necesario contactar al gerente de Recursos Humanos para permitir el acceso; sin embargo, fue necesario acudir como empleado o aspirante. Esta capacitación tuvo una duración total de 3 días seguidos (6, 7 y 8 de enero de 2021), de las 6:00 a.m. a 3:30 p.m. por día. Luego de que el permiso fue aceptado, se me brindó

un uniforme para el acceso y las reglas de seguridad para mi estancia dentro de la maquiladora. Todas las observaciones fueron escritas en un cuaderno de campo específico y también se solicitó permiso para la captura de imágenes y videos, el cual fue aceptado.

El primer día (6 de enero de 2021), el registro de entrada fue complicado, puesto que, al no ser empleada real, no disponía de un gafete con un número de reloj, el cual, se les otorga a todos los empleados. No obstante, se pudo solucionar y se me permitió el acceso. El curso de inducción dio lugar en una sala de exposiciones que no era específica para esta actividad y, por ende, sus condiciones no eran óptimas para realizarla. La primera actividad fue una explicación a profundidad sobre las medidas de seguridad obligatorias dentro de las plantas. Si bien, existe un enorme riesgo para cada empleado que se encuentra en planta si este no acata las reglas, puesto que, la maquinaria es pesada y peligrosa y debe ser trabajada correctamente y con responsabilidad. Después de eso, se continuó con un breve examen de diagnóstico para evaluar sus conocimientos básicos dentro de una maquiladora. Luego, se comenzó con una exposición teórica por medio de los capacitadores. Si bien, este entrenamiento forma parte de un modelo específico del caso de estudio y, también, de un programa llamado MTS (Manufacturing Training System) adaptado a sus necesidades como empresa.

Sin excepción, todo documento o formulario entregado dentro del entrenamiento es confidencial y debe ser memorizado, pues no es posible capturar una imagen de este y mucho menos llevarlo consigo. Los capacitadores son empleados del departamento de Recursos Humanos asignados a impartir esta actividad que cuentan con la experiencia y conocimiento suficiente. Sin embargo, ninguno cuenta con una certificación. La capacitación impartida contiene elementos eficaces, no obstante, cada grupo de personas es distinto y todos muestran tipos de aprendizaje diferentes. Algunos mencionaron no comprender la teoría al esta ser

bastante densa y difícil de asimilar. Resulta que las lecturas se basan en información expuesta que debe ser comprendida al instante, lo cual, no siempre es óptimo. Otras personas resaltaron que para ellos la práctica es más eficaz y fácil de aprender. Sin embargo, en este sistema de entrenamiento, todos deben aprender al mismo ritmo.

Dentro de las cuestiones detectadas por la observación que impedían una exitosa capacitación fueron las distracciones y falta de atención constante. Los empleados tendían a preguntar todo aquello que recién había sido expuesto, o bien, interrupciones constantes hacia el capacitador para repetir la información. Por otro lado, la falta de un espacio óptimo influía bastante en la calidad de la capacitación. Es importante recalcar que, por cuestiones de salud y seguridad por la pandemia, las medidas tomadas causaron una adaptación ante esta situación. Sin embargo, según los capacitadores, es necesario invertir en espacios óptimos y actualizaciones para progresar en el programa de capacitación. No existen módulos específicos que ayuden a engrandecer este sistema, y el modelo tradicional que ellos cuentan se ha mantenido igual por bastante tiempo. Al tratar con personas, es difícil cumplir con especificaciones; cada persona es diferente y su manera de aprender es variable. Algunos de ellos aprenden de manera personal, otros de manera colaborativa; no obstante, el MTS obedece a un ritmo muy puntual que debe ser por igual para todos.

El segundo día (7 de enero de 2021) fue similar; la capacitación se llevó a cabo mediante exposición teórica sobre sus distintos temas. El tema de inspección de calidad es de suma importancia para toda empresa, puesto que este aspecto define la satisfacción del cliente. Este apartado no suele ser meramente teórico, puesto que el empleado necesita participar y experimentar antes de comenzar su labor en planta. La capacitación en inspección de calidad contaba con un módulo adecuado, en el cual, los empleados practicaban con las piezas presentes

y se les tomaba el tiempo. Pero este módulo se discontinuó por falta de herramientas y actualización, según uno de los capacitadores. Ahora, esto se enseña de manera teórica mediante una presentación que se proyecta en una pared. Aunque la información no es tan complicada y densa para comprender, es necesaria la práctica, puesto que, el elemento principal del trabajo en la maquiladora es el tiempo, así como la reducción de desperdicio.

En la inspección de calidad en el caso de estudio, se establecen dos tiempos. El objetivo es que el operador de nuevo ingreso supere el tiempo estándar definido por ingeniería, después de algunas prácticas que se desarrollan en la estación de MTS. El primer tiempo establecido es el propuesto para la capacitación por el MTS; se desea que el empleado practique y realice en trabajo dentro del tiempo sugerido. El segundo tiempo es el definido por la ingeniería, o bien, el sistema TICON; aquí se desea que el operador supere el tiempo récord para una mejor producción y fluidez de trabajo. En realidad, esto es lo más importante, hacer correctamente el trabajo dentro del tiempo récord definido, y así, es como se evalúa la productividad del empleado. Asimismo, la reducción de scrap o desechos. De este modo, el personal de nuevo ingreso deberá aprender a la perfección a detectar anomalías en la pieza, en este caso, un reflector. Dentro de la capacitación, se les brinda información de los parámetros que establecen cada una de las marcas de automóviles, así como las zonas de inspección con las que deben revistar la pieza.

Los reflectores deben pasar por el control de calidad y la tarea del personal es detectar los errores o anomalías que estos podrían tener; por ejemplo, el reflector no debe tener huellas, rayas, splay, contaminación, burbujas, puntos negros, puntos blancos, metalizado amarillo, falta de metalizado, tiro corto y línea de flujo. Por otro lado, las zonas a revistar son zona A, B y C, donde la “A” es la más crítica, puesto que significa revisar el producto a 1 m. de distancia, a 45

grados estando de pie. Lo antes mencionado, dirige a otro aspecto importante que es el Control 3N, el cual, significa No recibo, No produzco y No entrego. Esto quiere decir que el personal no debe recibir una pieza dañada, tampoco producir una pieza dañada, y por último, no debe entregar una pieza dañada.

Finalmente, el personal de nuevo ingreso, una vez adquirida toda la teoría, se dispone a practicar en los módulos o estaciones designados. Estas estaciones del MTS son una réplica exacta a las estaciones en las líneas de producción de las plantas; no obstante, se encuentran en otra habitación alejada. Fue en la inspección de calidad donde se distinguió una carencia de espacio y una oportunidad de actualización. Mediante una aplicación de Realidad Aumentada, instalada en un dispositivo móvil, será posible interactuar con el reflector y practicar la inspección de calidad, sin necesidad de invertir en una nueva estación y, sobre todo, sin someter a los empleados a aprender el tema a manera de teoría solamente. Esta observación no participativa funcionó para detectar el área en la que se trabajará. De esta manera, se utilizará una tecnología emergente como herramienta para solucionar este problema.

Aspectos generales:

Tipo de capacitación.	Formación fuera del puesto de trabajo: Se juntó a todo el nuevo personal en una sala de exposiciones fuera de sus áreas reales de trabajo.
Método de capacitación.	Curso de formación y programas de desarrollo formales. Manufacturing Training System (MTS), impartido en una sala de exposiciones.

Capacitadores.	Dos empleados de la misma empresa asignados para dar la capacitación.
Aprendices.	Aproximadamente 50 nuevos empleados del área de producción.
Duración.	28 horas 30 minutos.

Observaciones generales:

- El programa de capacitación está diseñado para ser impartido de manera general, es decir, a todo el nuevo personal, independientemente de la labor que realizarán en su área de trabajo y del turno al que pertenecen.
- Todo el personal debe retener la información al mismo ritmo, o bien, de manera paralela con el capacitador.
- El personal no pone la suficiente atención, puesto que, se distraen rápida y fácilmente.
- Tienen a preguntar inmediatamente después de que se ha dado la explicación, puesto que olvidan los términos importantes.
- Las instrucciones se repitieron de 2 a 4 veces.
- Los temas de capacitación se brindan a todos los trabajadores en general, independientemente de su turno y área de trabajo, es decir, todos deben aprender lo mismo y no son formaciones especializadas por área.
- La capacitación en control de calidad eliminó la práctica por falta de espacio y recursos.
- Los capacitadores mostraron dominación de los temas y de la labor que se realiza dentro de la empresa, así como sus valores y reglamentos.

Términos generales y temáticas:

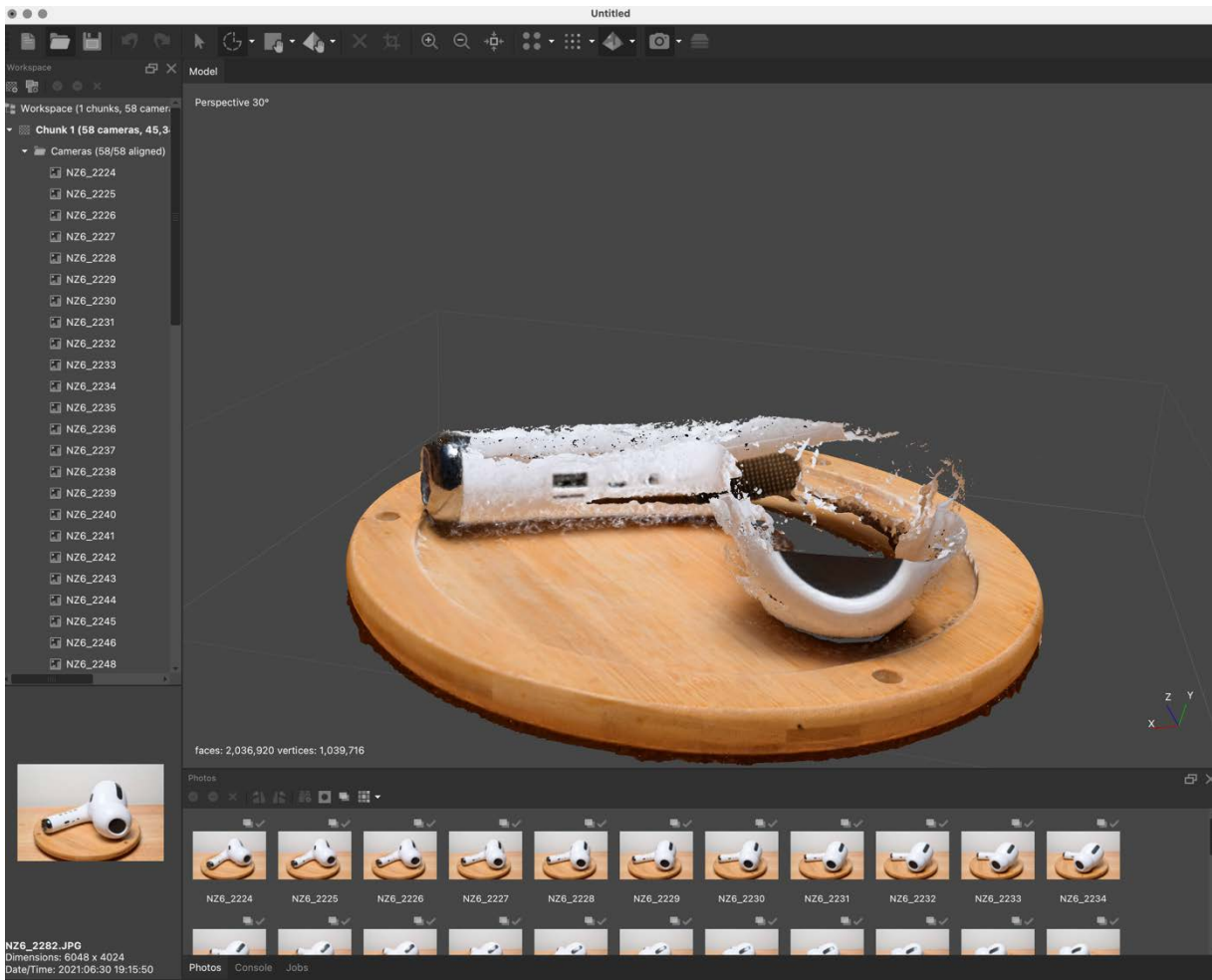
SOP Procedimiento estándar de la operación.	SQDCM.	Ideación.
Sistema de estación.	Seguridad, separar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener.	Mapa de 5S's.
Liberación de la primera pieza (Moldeo/ Preproducción).	Evaluación de identificación de defectos.	Genba Kanri.
Equipo de protección personal.	Reporte de liberación de estación.	Control 3N.
Criterios de calidad.	Matriz de reactividad.	MMS.
Política de calidad.	Errores humanos.	Mapa de operaciones (Lay Out).
Respeto al producto.	ALNA.	Estándar 5'S.
VDA/ TLD/ PSB ALMX- JU.	Reporte de preproducción.	
OPL Lección de un Punto.	Quick Kaizen.	

Pruebas de fotogrametría

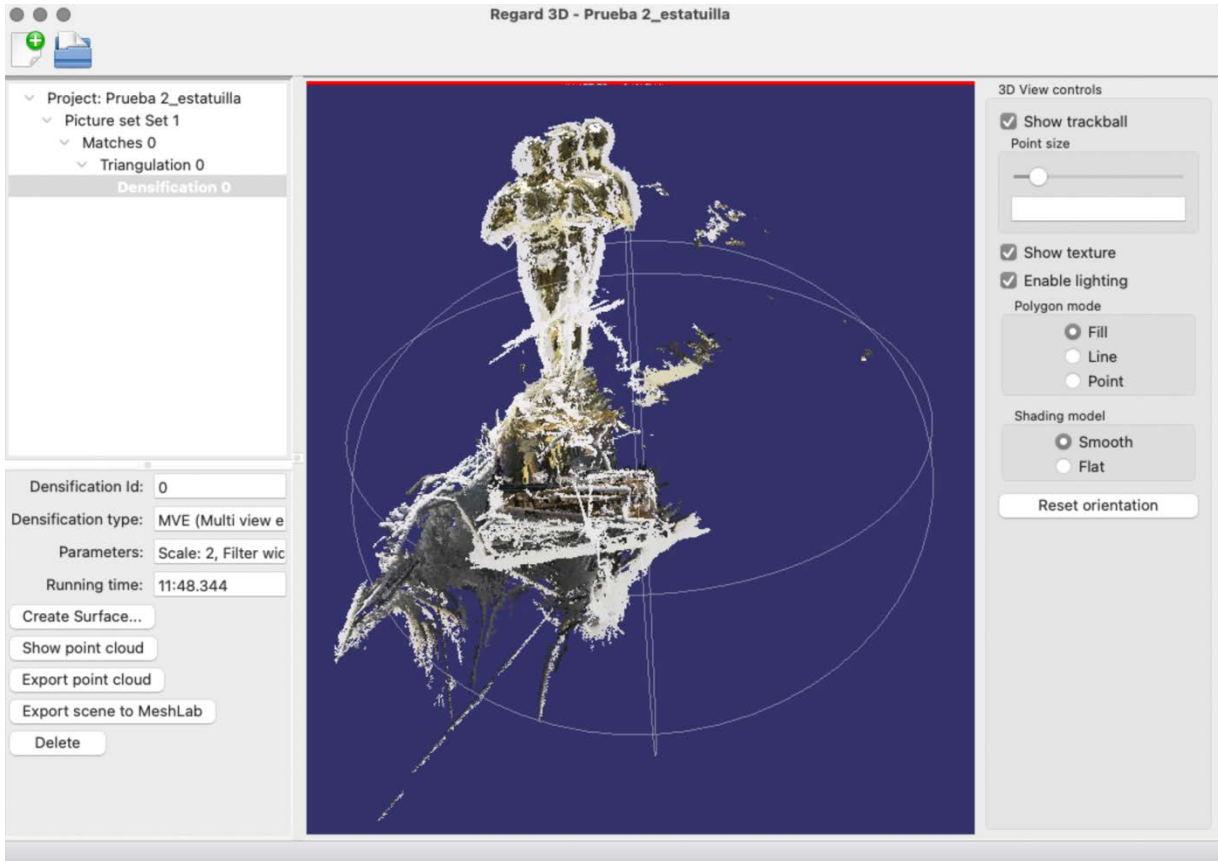
Se realizaron diversas pruebas de fotogrametría con diferentes objetos y distintos software. Para la siguiente prueba se utilizó un ciclorama para la sesión fotográfica. La pantalla verde funcionó para hacer un contraste entre el objeto y el fondo. Se utilizaron dos softbox para difuminar la iluminación y que esta se suavice. Se tomaron 64 fotografías en total, puesto que el límite de fotos que el programa permite son 100. Asimismo, se utilizó la misma base giratoria que las dos pruebas anteriores, con la finalidad de girar el objeto 360 grados, sin la necesidad de mover la cámara. Se utilizó una cámara profesional, en la cual, fue necesario modificar los ISO, la apertura y la velocidad para obtener exposición adecuada. Asimismo, se requirió de un disparador automático para no interferir con la estabilidad de la cámara, la cual, fue situada en un tripié.



Prueba 4	La prueba no dio el resultado. La toma fotográfica fue fallida y el modelo no se generó correctamente.
Software: Autodesk Recap Photo	El objeto no capturó los puntos necesarios para leer la fotografía, por ende, el modelo 3D no se completó. La pantalla verde no fue solución para hacer el contraste, sin embargo, la iluminación fue buena, puesto que la imagen tiene nitidez y detalle.
Plataforma: Windows	Para la siguiente prueba será necesario intentar eliminar el fondo y hacer una sesión fotográfica sin estudio, es decir, en el exterior con una base pequeña y sin usar la base giratoria. De este modo, será el fotógrafo quien girará alrededor del objeto sin uso de un tripié.



<p>Prueba 5</p>	<p>En esta prueba, se utilizó un objeto semibrillante y un software distinto. Metashape está disponible para plataforma IOS, sin embargo, este es de paga y la versión gratuita sólo está disponible con funciones limitadas; además, la opción de guardar se encuentra deshabilitada.</p> <p>Aquí, se puede apreciar que la iluminación falló por completo, de acuerdo con el brillo del material. Si bien, la base de madera se capturó perfectamente, pero no era la intención. La volumetría del objeto no se logró procesar, por ende, no funcionó.</p>
<p>Software: Metashape</p>	
<p>Plataforma: Mac IOS</p>	



Prueba 6	El software que se utilizó en esta prueba es gratuito. Sin embargo, las limitaciones son bastantes. En esta prueba, tanto la captura fotográfica como el programa no fueron los indicados, puesto que no logró procesar correctamente el objeto. Este software se descartó completamente, pero se consideró evaluar la sesión fotográfica para detectar algún error que haya afectado la lectura de la fotogrametría.
Software: Regard 3D	
Plataforma: Mac IOS	

Cuestionario de satisfacción de interfaz de usuario (Questionnaire for User Interface Satisfaction)

REACCIÓN GENERAL AL SOFTWARE		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA
1.	Terrible											Muy bueno
2.	difícil											fácil
3.	frustrante											satisfactorio
4.	inadecuado											adecuado
5.	aburrido											estimulante
6.	rígido											flexible
PANTALLA		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA
7.	Texto en la pantalla	difícil de leer										fácil de leer
8.	Lo resaltado simplifica la tarea	no del todo										mucho
9.	Organización de la información	confusa										muy clara
10.	Secuencia de pantallas	confusa										muy clara
INFORMACIÓN y TERMINOLOGÍA DEL SISTEMA		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA
11.	Uso de términos en todo el sistema	inconsistente										consistente
12.	Terminología se relaciona con la tarea	nunca										siempre
13.	Posición de mensajes en la pantalla	inconsistente										consistente
14.	Solicitud de entradas	confuso										siempre claro
15.	El Sistema le informa sobre su progreso	nunca										servicial
16.	Mensajes de error	inútil										útil
APRENDIZAJE		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA
17.	Aprender a operar el sistema	difícil										fácil
18.	Exploración de nuevas funciones (prueba y error)	difícil										fácil
19.	Recordar uso de comandos	difícil										fácil
20.	Realizar las tareas es sencillo	nunca										siempre
21.	Mensajes de ayuda en la pantalla	inútil										útil
22.	Material de referencia adicional	confuso										claro
CAPACIDAD DEL SISTEMA		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA
23.	Velocidad del sistema	muy lento										bastante rápido
24.	Confiabilidad del sistema	confiable										tranquilo confiable
25.	El Sistema tiende a ser	ruidoso										simple y sencillo
26.	Corregir errores es	difícil										sencillo
27.	Diseñado para todos los niveles de usuario	no										si
USABILIDAD E INTERFAZ DE USUARIO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA
28.	Uso de colores y sonido	pobre										bueno
29.	Respuesta del sistema	pobre										bueno
30.	Respuesta ante errores del sistema	torpe										gracioso
31.	El mensaje y contenidos del sistema	pobre										bueno
32.	Diseño de la interfaz	pobre										bueno

Enliste el aspecto(s) más **positivo**:

- 1.
- 2.

Enliste el aspecto(s) más **negativo**:

- 1.
- 2.

3.

3.

TEST DE INFORMACIÓN PERSONAL

Edad: 15-20 () 20-25 () 25-30 () 30+ ()

Género: Mujer () Hombre ()

Nivel de educación: secundaria () preparatoria () licenciatura () Otra+ ()

Horas que utiliza la computadora diariamente: [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8]

Tienes un blog? SI () NO ()

Usualmente lees el periódico? SI () NO ()

Uso del celular: Constantemente () Lo necesario () Solo emergencias ()

Uso de redes sociales: Constantemente () Regularmente () Ocasionalmente ()

¿Cuáles? _____

¿Consideras que la técnica de modelo de 3D es adecuada para presentar la Realidad Aumentada?

Sí () No () ¿Cuál sería la forma adecuada? _____

Desarrollo y recurso:

John P. Chin, Virginia A. Diehl, Kent L. Norman (1988) Development of a Tool Measuring User Satisfaction of the Human-Computer Interface.

The Questionnaire for User Interaction Satisfaction (QUIS) QUIS, version 7.0 es una herramienta desarrollada por un equipo multidisciplinario de investigadores en el Human-Computer Interaction Lab (HCIL) Departamento de Psicología de la University of Maryland at College Park, Estados Unidos. Recurso: <http://webprisme.cfm.uconn.edu/eurocontrol.int/ehp/?q=node/1611>

Cuestionario para evaluación de aprendizaje

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1. La app me ayudó a aprender sobre el control de calidad del reflector.				
2. El sistema me ayudó a identificar la zona A.				
3. El sistema me ayudó a identificar la zona B.				
4. El sistema me ayudó a identificar la zona C.				
5. Pude detectar los defectos del reflector en la app.				
6. La información que se proporciona en la app fue efectiva.				
7. La app me permitió aprender fácilmente los conceptos importantes de la materia.				
8. La app me permitió implicarme activamente en mi propio aprendizaje.				
9. En general, estoy satisfecho con el aprendizaje obtenido a través de la capacitación en esta modalidad.				
10. En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar esta app.				
11. Fue fácil aprender a utilizar esta app.				