



**Diseño Industrial en la Industria Metalmecánica y Nuevos Procesos de Producción con
Impresión 3D: Prácticas Profesionales en el Modelado y Fabricación un Simulador de
Vuelo en la Empresa Ingeideas**

Juan David Ruano Meneses

Facultad de Artes Integradas, Universidad del Valle

3550: Diseño industrial

PhD. JAVIER MAURICIO REYES,

Director

Santiago de Cali, Colombia

20 de agosto del 2025

Contenido

Resumen	7
Glosario.....	9
Justificación.....	10
Contexto y descripción de la empresa	22
Objetivos planteados.....	24
Objetivo Personal:	24
Objetivo de la empresa:	24
Objetivos específicos:.....	24
Metodología de trabajo	25
Contexto General de la Empresa y sus Áreas	25
Estado del arte	34
Referentes Nacionales.....	34
Referentes internacionales.....	39
Marco teórico y conceptual.....	41
Fundamentos del diseño industrial en entornos técnicos.....	41
Logros obtenidos.....	58
Diseño y construcción de un simulador de vuelo a partir de un prototipo previo	58
Modelado de las piezas del simulador de vuelo por medio del software CAD.	71
Implementación de la manufactura aditiva y proceso de ensamblaje.....	75
Elaboración del archivo de las mejoras a las piezas	83

Brochure de la cabina del simulador de vuelo.....	84
Conclusiones.....	86
Recomendaciones	89
Referencias.....	90

Tablas

Tabla 1. Cronograma de trabajo.....	11
-------------------------------------	----

Figuras

Figura 1. Esquema de método de trabajo de la Empresa Ingeideas, Láser.....	27
Figura 2. <i>Modelo inicial del simulador de vuelo</i>	59
Figura 3. <i>Componentes del simulador de vuelo</i>	59
Figura 4. <i>Motor del simulador de vuelo</i>	61
Figura 5. <i>Llantas del simulador de vuelo</i>	61
Figura 6. <i>Plano de cabina del simulador de vuelo</i>	62
Figura 7. <i>Modelado del chasis de la base del simulador de vuelo</i>	63
Figura 8. <i>Chasis de la Base del simulador</i>	64
Figura 9. <i>Diseño de propuesta de las tapas de la base del simulador de vuelo</i>	65
Figura 10. <i>Diseño de propuesta de las tapas del simulador de vuelo</i>	65
Figura 11. <i>Estructura del prototipo del primer simulador de vuelo</i>	66
Figura 12. <i>Estructura prototipo del primer simulador de vuelo</i>	67
Figura 13. <i>Modelado del simulador completo</i>	68
Figura 14. <i>Prototipo de silla a escala para cabina de simulador de vuelo</i>	69
Figura 15. <i>Diseño de estructura de silla y pantallas para</i> <i>cabina de simulador de vuelo</i>	69
Figura 16. <i>Diseño de la cabina del simulador de vuelo</i> <i>con fallas en las tapas frontal y lateral</i>	70

Figura 17. <i>Modelado en SolidWorks del chasis de la base del simulador</i>	72
Figura 18. <i>Modelado en SolidWorks de la Base del simulador de vuelo</i>	73
Figura 19. <i>Ensamblaje de carcasas en impresión 3D</i>	76
Figura 20. <i>Ensamblaje de carcasas en impresión 3D</i>	77
Figura 21. <i>Ensamblaje de los conjuntos pintados del simulador de vuelo</i>	78
Figura 22. <i>Ensamblaje de los componentes electrónicos del simulador de vuelo</i>	79
Figura 23. <i>Carcasas del simulador de vuelo pintadas</i>	80
Figura 24. <i>Carcasas del simulador de vuelo pintadas</i>	81
Figura 25. <i>Carcasa de la cabina del simulador de vuelo pintada</i>	82
Figura 26. <i>Ensamble de pantallas a la estructura de la cabina del simulador de vuelo</i>	82
Figura 27. <i>Página 1 y 2 Brochure Simulador de Vuelo</i>	84
Figura 28. <i>Página 3 y 4 Brochure Simulador de Vuelo</i>	85
Figura 27. <i>Página 5 y 6 Brochure Simulador de Vuelo</i>	85

Resumen

En el presente documento se detalla la experiencia laboral de un estudiante de Diseño Industrial en su pasantía en la empresa Ingeideas Laser SAS; una compañía de metalmecánica especializada en corte láser y manufactura ubicada en la ciudad de Cali. Se menciona además que el periodo de prácticas tuvo lugar desde abril hasta octubre del año 2024. Por lo tanto, en los próximos apartados se detallan las actividades llevadas a cabo y se describen las interacciones y procedimientos presentes durante el período de prácticas laborales.

En esta situación es importante destacar que la industria metalmecánica se encuentra ante desafíos como el requerimiento de soluciones novedosas y sustentables, en este escenario el Diseño Industrial desempeña un rol fundamental en la concepción y producción de productos prácticos y ergonómicos, teniendo en cuenta aspectos como la apariencia visual, utilidad y factibilidad técnica; lo cual impacta directamente en la competitividad del ámbito industrial.

Ahora bien, el propósito de este documento es presentar el diseño y construcción de un chasis de simulador de vuelo el cual involucra tecnologías de corte láser y manufactura especializada. Asimismo, el practicante juega un rol trascendental, cuyo trabajo no se limita únicamente a la generación de propuestas que resuelvan los retos técnicos del (los) proyecto(s) que aborda, sino también en generar procesos eficientes y asegurar la calidad de producto final.

Lo expuesto anteriormente, da cuenta de las capacidades prácticas y teóricas del estudiante que lo facultan para enfrentar los desafíos del mundo laboral en el sector del diseño y manufactura, en este escenario se combinan los conocimientos técnicos, habilidades creativas y de gestión que le permiten proponer soluciones novedosas y que sean funcionales en la industria. Así mismo, esta

experiencia, le permite al practicante crear un portafolio de habilidades con herramientas que lo preparan para en el ámbito laboral del Diseño industrial.

Por último, este trabajo busca aportar un referente en el que se puede encontrar información acerca de cómo el Diseño Industrial puede aportar en la industria metalmecánica, con el fin de servir de referencia para futuros proyectos que busquen innovar en este campo y estrechar la brecha entre el Diseño y Producción.

Palabras clave: Diseño industrial, modelado, carrocería, simulador de vuelo, impresión 3D.

Glosario

- **Modelado:** Se refiere al proceso de crear representaciones tridimensionales de objetos o productos utilizando software especializado. Estas representaciones digitales, conocidas como modelos 3D, permiten a los diseñadores visualizar, analizar y modificar diseños antes de la producción, ahorrando tiempo y costos.
- **Carrocería:** Parte de los vehículos automóviles o ferroviarios que, asentada sobre el bastidor, reviste el motor y otros elementos, y en cuyo interior se acomodan los pasajeros o la carga.
- **Metales:** De acuerdo con la RAE, es cada uno de los elementos químicos buenos conductores del calor y de la electricidad, con un brillo característico, sólidos a temperatura ordinaria.
- **Materiales:** Los materiales en este proyecto, estaban sujetos a la manufactura con la que contaba la empresa, tubería cuadrada para el tema del chasis y plástico, que eran en impresión 3D. La mayoría de piezas son en diferentes tipos de metales dependiendo de las características y funcionalidades. Los componentes electrónicos eran tercerizados, pantalla y computador.
- **Slicer Creality Print:** Es un software de corte (slicer) desarrollado por Creality para sus propias impresoras 3D FDM. Actúa como un intermediario entre tu diseño 3D y la impresora, transformando el modelo digital en instrucciones de impresión en capas. Permite controlar y monitorear la impresora 3D y facilita la impresión directa desde el ordenador.

Justificación

El interés de INGEIDEAS Láser por crear un simulador de vuelo nace de su trayectoria empresarial, esto se remonta a que, al principio la empresa intentó entrar al mercado con una galería de arte llamada 'DEKO 360', que estaba pensada como un espacio para mostrar sus productos. Este proyecto no logró consolidarse, lo que llevó a la empresa a replantear su modelo de negocio, con el objetivo de disminuir su dependencia de los servicios de corte láser y manufactura, la empresa busca establecer un producto insignia que le permita posicionarse en el mercado y asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

En primer lugar, hay que mencionar que, aunque INGEIDEAS Láser ha desarrollado otros proyectos, no hay suficiente información ni material sistematizado para presentarlos; de manera que, el desarrollo del simulador de vuelo se convierte en una iniciativa que busca fortalecer la identidad de la empresa y diversificar sus líneas de negocio. Para llevar a cabo este proyecto, fue fundamental contar con un diseñador industrial, pues el diseño y desarrollo del simulador requieren un enfoque integral que evalúe y garantice la viabilidad técnica, funcionalidad y el atractivo visual. Es por esto que, el practicante de Diseño Industrial se incorporó al proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, la participación del practicante de diseñador industrial en el proyecto ayudó a consolidar el simulador de vuelo como producto único en el mercado, en donde se tienen en cuenta la aplicación de principios de ergonomía, funcionalidad y estética, todos estos elementos prácticos y teóricos permitieron asegurar una experiencia óptima para el usuario. Además, la participación del practicante contribuyó a optimizar los procesos de manufactura al mejorar la calidad y competitividad del simulador de vuelo. De esta forma, la empresa INGEIDEAS Láser no solo buscaba desarrollar un producto que represente su identidad como

empresa sino establecer con el simulador de vuelo una nueva línea de negocio que le permita expandirse y fortalecer su presencia en el sector tecnológico y de innovación.

Por otro lado, la experiencia en la incorporación del practicante de diseño industrial al proyecto del simulador de vuelo, le permitió colaborar con profesionales de diferentes disciplinas e integrar conocimientos de diversas áreas en un solo proyecto. Así, la cooperación entre el Diseño Industrial, la Ingeniería y la Fabricación enriquecieron la formación y el crecimiento profesional del practicante. Con respecto, Donoso Cisternas, expone que, “El diseño industrial se describe como un campo interdisciplinario que interactúa con todas las áreas del conocimiento, fomentando el pensamiento creativo” (2016, pg. 342).

De esta manera, uno de los aspectos destacados del proyecto fue el diseño de las piezas para el ensamblaje del simulador de vuelo, pues aquí la precisión en el modelado de cada componente fue fundamental para lograr un ensamblaje sin errores o considerando el mínimo y la máxima funcionalidad del sistema. Para lograr piezas que se ajustaran a las necesidades técnicas del proyecto del simulador de vuelo, se usó el modelado 3D.

La tecnología de impresión 3D se incluyó al proyecto como método de elaboración y/o fabricación de algunas piezas del simulador de vuelo, puesto que, ésta facilitó superar los inconvenientes de los procesos de fabricación, así como la elaboración de piezas complejas, dando resultados de alta precisión.

Finalmente, el proyecto del simulador de vuelo realizado en INGEIDEAS Láser, se considera un hito en la empresa pues se logró consolidar un producto innovador, además de lograr el objetivo base que era reducir la dependencia de los servicios de diseño, manufactura y corte láser. El rol del practicante de Diseño Industrial en el proceso del simulador de vuelo fue

importante, puesto que compartió e incorporó sus conocimientos en diseño, manufactura y manejo de tecnologías, materializados en la impresión 3D; elementos esenciales para el objetivo del proyecto. De esta experiencia se logra resaltar que la tecnología de impresión 3D demostró ser una herramienta con la capacidad de transformar la manera en cómo se conciben y desarrollan los productos en la industria metalmecánica.

Cronograma

El cronograma expuesto a continuación demuestra el progreso de las prácticas de Diseño Industrial, proporcionando una visión detallada de las tareas, actividades y tiempo que conlleva realizar cada fase del proyecto.

Tabla 1.

Cronograma de trabajo

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
Abril	Adaptación		
	Reconocimiento de planta y área de trabajo.	Recorrido por las instalaciones de INGEIDEAS Láser para conocer los diferentes espacios de trabajo. Identificación de las áreas de diseño, manufactura y ensamblaje involucradas en el proyecto del simulador de vuelo.	Se comprende funcionamiento y distribución de la planta, así como los procesos de manufactura con los que se cuentan para el desarrollo del simulador de vuelo
		Presentación del equipo de trabajo y asignación de un espacio para el desarrollo de actividades.	

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
	Programación de horarios académicos y de prácticas durante la semana.	Establecimiento de un calendario que equilibre las responsabilidades académicas con las actividades prácticas. Coordinación con la empresa para definir horarios óptimos de asistencia y participación en el proyecto. Ajuste de la carga de trabajo según las necesidades del proyecto y los tiempos disponibles del practicante.	
		Introducción a la metodología y procesos utilizados en INGEIDEAS Láser. Capacitación en el flujo de trabajo, desde el	Se entiende la metodología de trabajo de la empresa, así como los programas y formatos que se requieren para el diseño y fabricación de piezas.

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
Mayo	Capacitación de modelo de trabajo	diseño hasta la manufactura. Uso de herramientas y software específicos empleados en el desarrollo del simulador de vuelo.	
	Adquisición de documentación del proyecto	Revisión y recopilación de información técnica sobre el simulador de vuelo. Obtención de planos, modelos 3D y especificaciones relevantes para el diseño y fabricación.	Se obtienen antecedentes digitales del proyecto.
	Revisión de antecedentes y documentos.	Análisis de versiones previas del proyecto o soluciones similares desarrolladas anteriormente. Evaluación de los retos y oportunidades	Se establece un punto de partida, parámetros y requerimientos para el diseño de un nuevo prototipo.

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
		identificadas en fases anteriores del diseño. Estudio de materiales, componentes y procesos previamente considerados.	
	Búsqueda de librerías.	Consulta de modelos 3d de diferentes referencias de componentes en librerías gratuitas en sitios web	Obtención de modelos 3d de algunos componentes que requiere el simulador
Junio	Aprendizaje		
	Modelado de componentes electrónicos	Diseño y modelado 3D de los componentes electrónicos que se integrarán en el simulador.	Se modelan en 3d los componentes electrónicos comerciales faltantes que servirán para comprobar la interacción en conjunto con el simulador
	Modificación de piezas existentes.	Análisis y optimización de piezas previamente diseñadas para mejorar su funcionalidad y manufacturabilidad.	Piezas que optimizan material y tiempo en el momento del ensamble

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
		Ajustes en los modelos para reducir costos de producción y optimizar materiales.	
	Preparación para archivos para producción	Generación de archivos en formatos compatibles con corte láser y otros procesos de manufactura. Conversión de modelos 3D en archivos listos para Producción Organización y documentación de los archivos según los estándares de la empresa.	Archivos en formatos IGES y DXF, así como planos de construcción
	Modelado de base de simulador	Diseño detallado de la base estructural del simulador de vuelo. Definición de dimensiones, materiales	Modelo digital de la base del simulador en conjunto con los demás elementos que interaccionan con la misma.

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
		y ensambles para garantizar estabilidad y resistencia.	
	Planos y archivos para producción de base	Elaboración de planos técnicos con cotas, materiales y especificaciones de fabricación. Generación de archivos listos para su uso en procesos de corte, doblado y ensamblaje.	Archivos DXF para corte y planos de construcción
Julio	Práctica		
	Rediseño de Cabina V.1 y diseño de soporte de pantallas v.1	Teniendo como referencia el modelo anterior se hace un rediseño digital de una nueva cabina que optimice dimensiones, material y se ajuste a las necesidades ergonómicas y funcionales	Modelo digital que permite una visualización detallada y precisa, que facilita la detección de errores.
	Producción prototipo	Se cortan en láser y	Unos prototipos en físico

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
	cabina V.1 y soporte de pantallas V.1	ensamblan con soldadura las piezas de la cabina y soporte de pantallas en escala 1:1	que nos permite interactuar y encontrar errores estéticos, funcionales y de manufactura
	Diseño de cabina y pantallas V.2	Se realizan mejoras estéticas y funcionales de la cabina. se realizan mejoras para facilitar su manufactura	un modelo detallado y con una estética más atractiva y que facilita su manufactura y ensamble
Agosto	diseño de carcasas metálicas de la base del simulador	Se diseñan las carcasas de la base del simulador con la herramienta chapa metálica de Solidworks que nos permite el desarrollo de formas complejas a partir del doble de las láminas metálicas.	Una carcasa metálica que protege los componentes electrónicos y le da un atractivo visual a la base. Está compuesta por dos secciones, una fija y otra abatible para permitir el fácil acceso al mantenimiento.
	Diseño carcasas cabina y pantallas en impresión 3D	Se diseñaron carcasas que se ajustaran a las geometrías de las estructuras para la protección de los componentes internos y que a su vez fueran	Carcas impresas en 3D (tecnología que permite la elaboración de piezas con un grado de complejidad alto) que protegen los componentes internos,

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
		atractivos visualmente	permiten la circulación del aire y aportan un gran atractivo visual al simulador.
Septiembre	Ensamble de modelo y simulación digital	Con cada uno de los componentes modelados digitalmente se realiza un ensamble general para comprobar relaciones e interacciones en conjunto	El resultado fue un ensamble general que permite evaluar relaciones y un óptimo funcionamiento en conjunto
	Preparación de archivos para producción	Se separan las piezas según el tipo de material y proceso de producción para posteriormente exportarlos en los formatos que lee cada una de las máquinas	Se obtienen unos lotes categorizados por el tipo de material y proceso de manufactura
	Planos de construcción	Se detallan cada una de las piezas con sus respectivas dimensiones y vistas además de planos explosionados que sirven de guía para el ensamble de piezas	Planos detallados para la óptima producción y manufactura

Mes	Actividad	Descripción	Resultados
	Desarrollo de Base, Brazo y Cabina	Con todas las piezas cortadas y con ayuda del manual se guía al operario para ensamblar cada subconjunto que compone el simulador	Se obtienen tres subconjuntos (Base, Brazo y cabina) listos para ser ensamblados y componer el simulador
	Comprobación y anotación de mejoras	con el simulador armado y sin los componentes electrónicos se procede a hacer comprobaciones mecánicas para garantizar su óptimo funcionamiento	Se logran observar imperfecciones por falta de tolerancias y se ve la necesidad de implementar más plantillas y guías para así disminuir el error humano
	Pintura y acabado de piezas metálicas		
	Ensamble de componentes electrónicos		
	Comprobación de funcionamiento		

Contexto y descripción de la empresa

Inicialmente, se establece que la información recolectada sobre la trayectoria de la empresa se obtuvo de primera mano, valiéndose de entrevistas que fueron realizadas por el estudiante de prácticas, esto debido a la ausencia de información sistematizados sobre la historia de la empresa.

En esa medida, el origen de la empresa INGEIDEAS Láser, se remonta al año 2003 donde Carlos Camayo y su socio Jhon Bernardo identificaron la necesidad de ofrecer servicios de diseño, manufactura y corte láser en metal en la ciudad de Cali. Es por ello que la empresa buscaba especializarse en diseño, manufactura y corte láser en metal para ofrecer soluciones innovadoras en el sector metalmecánico. Cuando inició, la empresa operaba en alianza con Metal Sur quienes contaban con el proceso de corte láser, de este modo, además del corte láser, se brindaban servicios de diseño y torneado de piezas metálicas.

A lo largo de los años, INGEIDEAS Láser ha experimentado hitos significativos en su crecimiento y consolidación, los cuales serán expuestos a continuación:

2005: La empresa amplía el portafolio luego de la adquisición de la primera máquina de corte láser para MDF y acrílico, lo que le permite atender una mayor variedad de clientes.

2006: Se establece una alianza estratégica con la empresa Isotrónica, esto se da por el interés de impulsar mejoras en los procesos de manufactura, acompañado de un enfoque más industrial en sus proyectos.

2008: Se finaliza la sociedad de la empresa INGEIDEAS con la empresa Isotrónica, lo que conlleva a la toma del liderazgo total de la empresa por parte de Carlos Camayo.

2013: Se adquiere la primera máquina láser para corte de metal, marcando un hito en la evolución de INGEIDEAS, este mismo año se genera la necesidad de trasladarse a una bodega más amplia en el barrio Obrero en Cali.

2015: Se lleva a cabo la implementación de una nueva máquina de corte láser y una dobladora de metal, esto le implicó a la empresa trasladarse a una bodega más grande y funcional en el barrio San Nicolás.

2017: Creación del espacio DECO360, una galería de diseño que exhibe la calidad y exclusividad de los productos manufacturados por la empresa INGEIDEAS, lo cual consolida a la empresa en el sector del diseño y fabricación.

2020: La empresa se traslada nuevamente a la que es hoy su sede actual, ubicada en la Cra. 6 #26-10, Cali. Aquí la empresa INGEIDEAS Láser asume un nuevo reto al diseñar y desarrollar juegos mecánicos para la discoteca LA OVER.

Ahora bien, teniendo en cuenta que la empresa INGEIDEAS Láser, buscaba diseñar y desarrollar un simulador de vuelo como un producto insignia de su portafolio, decide incorporar estratégicamente la tecnología de impresión 3D. Esta decisión es impulsada por las ventajas y la flexibilidad que brindan las piezas desarrolladas por esta tecnología. De manera que hay un valor agregado en la impresión 3D, no sólo porque permite optimizar los procesos de manufactura, ampliar las posibilidades del diseño y reducir los tiempos de producción; sino que mejora la precisión y la eficiencia del proceso de manufactura. Al respecto, Kock et al (2023) expone que, “La impresión 3D en metalmecánica ofrece numerosas ventajas. Permite fabricar piezas complejas y personalizadas sin necesidad de operadores, reduciendo tiempos y costos de producción” (2023 pg.13). En este sentido, se puede considerar que, al cumplir con todos estos elementos, la tecnología de impresión 3D impulsa la capacidad competitiva de la empresa al crear productos innovadores y diseñados con el rigor de las exigencias del mercado, y así posicionar la empresa como un mercado competitivo.

Objetivos planteados

Objetivo Personal:

Desarrollar habilidades prácticas y teóricas para enfrentar los desafíos del entorno laboral en el ámbito del diseño y la manufactura, integrando conocimientos técnicos, creativos y de gestión para proponer soluciones innovadoras y funcionales en la industria.

Objetivo de la empresa:

Desarrollar soluciones innovadoras en diseño y manufactura, con un enfoque especial en la creación de un simulador de vuelo de alta precisión, integrando tecnologías avanzadas como el corte láser y la producción especializada.

Objetivos específicos:

1. Desarrollar un simulador de vuelo de alta precisión, integrando tecnologías avanzadas para garantizar su funcionalidad, ergonomía y eficiencia en el diseño
2. Optimizar los procesos de manufactura, utilizando corte láser y producción especializada para mejorar la precisión, reducir costos y tiempos de fabricación.
3. Garantizar la calidad del producto final, validando materiales, ensamblajes y pruebas de funcionamiento para asegurar un rendimiento óptimo en su implementación.

Metodología de trabajo

Contexto General de la Empresa y sus Áreas

De acuerdo con Carrasco, actualmente, los proyectos metalmecánicos son elaborados y comprobados antes de su fabricación, y para lograr esto se apoyan en herramientas de diseño y manufactura asistida por computador: CAD/CAM. Con respecto, el autor menciona que: *“Esta tecnología se utilizan los computadores para el diseño y la fabricación de productos con mayor precisión y a menor costo. Se aplica en muchos procesos de manufactura con o sin arranque de viruta, en la fabricación de piezas complejas, moldes, troqueles y prototipos que requieren de una alta producción o exactitud dimensional”* (Carrasco, 2006 pg. 75).

Ahora bien, el Diseño Industrial en el sector metalmecánico constituye un pilar esencial para la innovación y la optimización de procesos productivos, aquí es importante señalar lo expuesto por Granda et al, quien considera que el Diseño Industrial contribuye significativamente a las empresas por sus conocimientos en el desarrollo de productos y la imagen de marca, lo cual se ve reflejado en la competitividad de sus resultados, en donde la calidad juega un papel crucial en su implementación (Granda, et al, 2018).

Por otro lado, es importante plantear que, la empresa INGEIDEAS se especializa en el desarrollo y manufactura de soluciones avanzadas, implementando un flujo de trabajo estructurado que garantiza precisión, eficiencia y calidad en cada proyecto, de manera que, el Diseño Industrial confluye con los intereses de la empresa a ser una profesión disciplinar que le faculta diseñar y elaborar productos innovadores que responda a las necesidades del mercado y/o sus clientes, además de brindar soluciones innovadoras, eficientes, prácticas y de calidad.

El organigrama o la forma operativa en que la empresa INGEIDEAS Láser realiza sus labores es dada desde una gestión cuidadosa de solicitudes y manufactura. Las solicitudes que ingresan a la

empresa son tanto de personas naturales como de empresas y son canalizadas inicialmente a través del área de recepción y diseño. En esta área, se tienen en cuenta los requerimientos técnicos y los parámetros que trae el cliente para el proyecto. El segundo paso, es desarrollar los diseños y elaborar los procesos de manufactura adecuados a la solicitud del cliente. Una vez se establecen los lineamientos del diseño y manufactura, se procede a enviar las solicitudes al proceso de aprobación y facturación, esto se debe realizar antes de ser enviados al área de administración de producción, puesto que aquí llegan cuando ya están aprobados los diseños.

En el mismo orden de ideas, en el área de administración de producción, se encargan se planifican los tiempos y materiales de producción para la manufactura. Finalmente, cuando se fabrica el producto, se le realiza un proceso de verificación de los lineamientos técnicos del diseño, buscando así satisfacer y garantizar el cumplimiento de los requerimientos de la pieza antes de ser despachada al cliente.

Cabe destacar que el rol del practicante en el área de Diseño y Desarrollo dentro de INGEIDEAS sigue una metodología eficiente para la gestión de solicitudes. Estas provienen, en su mayoría del jefe inmediato y son revisadas internamente, durante el desarrollo de cada proyecto se establecen plazos de entrega y se implementan ajustes mediante reuniones de seguimiento. Ahora bien, para llevar a cabo cada solicitud con éxito, es imprescindible comprender los objetivos del diseño de las piezas o componentes, los requisitos técnicos, las condiciones de manufactura y el propósito final del proyecto.

Con el fin de lograr una mayor claridad en la gestión operativa, la metodología de trabajo de INGEIDEAS Láser se estructura mediante un organigrama que sistematiza cada fase del proceso productivo, como el que muestra la Figura 1.

Figura 1.

Esquema de método de trabajo de la Empresa Ingeideas, Láser.



Nota. Elaboración propia.

A continuación, se explica detalladamente cada uno de sus pasos:

Recepción y Diseño: Esta área es la encargada de realizar el primer estudio de solicitud del proyecto, es por esto que se requiere comunicación con el cliente solicitante para plantear cuál es el objetivo de su proyecto, cuáles son los elementos que se considera requiere el proyecto y los materiales. Seguido de esto, se realiza una orientación por parte del personal del área al cliente, buscando así determinar las claridades del proyecto y consensuar el diseño.

Aprobación y Facturación: Una vez obtenido el aval del cliente frente a la viabilidad técnica y económica del diseño, se envía al área de aprobación y facturación para la respectiva cotización del proyecto.

Administración de Producción: Esta área es la encargada de iniciar el proceso de ejecución del proyecto, esto posterior a la aprobación y facturación del mismo, en tanto aquí se

encargan de dar un tiempo estimado de manufactura, además de gestionar y solicitar los recursos necesarios para desarrollar el proyecto.

Verificación de Producto: Una vez se ha finalizado en proceso de fabricación, el producto pasa una prueba de calidad, en el que se busca asegurar que cumpla con las especificaciones técnicas y de diseño del cliente solicitante, además de verificar que cumpla con las normativas y/o estándares del sector metalmecánico.

Área de despacho: Cuando el producto es verificado, se procede a enviar al área de despacho para la posterior entrega al cliente.

Rol del Practicante en el Área de Diseño y Desarrollo

El practicante en la empresa INGEIDEAS Láser operaba en el área de Diseño y Desarrollo, su trabajo era autónomo, sin embargo, se realizaba una supervisión de parte su jefe inmediato, desarrollando proyectos internos que requieren niveles de precisión y eficiencia.

Actividades del Practicante:

- Recepción de solicitudes de diseño.
- Diseño y desarrollo de soluciones innovadoras para el sector metalmecánico.
- Investigación de materiales, procesos de manufactura y tendencias en optimización productiva.
- Generación de bocetos, modelos 3D y representaciones digitales.
- Evaluación de viabilidad técnica y de fabricación de cada diseño.
- Supervisión de creación de prototipos, asegurando que cumplan con los estándares de calidad.
- Documentación y optimización cada diseño, aportando mejoras basadas en pruebas funcionales.

Gracias a la capacidad de análisis y creatividad, en la práctica se desarrollaron productos funcionales y se contribuyó a la mejora continua dentro del área de Diseño y Desarrollo. La interacción con otras áreas, aunque no fuera parte directa del flujo general de la empresa, permitió comprender al practicante, los procesos de manufactura y validación, fortaleciendo la formación profesional en un entorno altamente exigente y dinámico.

Asimismo, al conocer el trabajo de otras áreas, se logró mejorar el propio desempeño al considerar factores determinantes que, aunque estuvieran fuera del alcance directo, eran esenciales para el desarrollo de los proyectos, lo que permitió una mejor integración con los procesos de producción, facilitando la ejecución de los diseños y asegurando su viabilidad dentro del contexto industrial.

Es de mencionar que el área de Diseño y Desarrollo en donde el practicante desarrollo sus prácticas académicas, gozó de autonomía, lo cual fue un reto pero, también le permitió fortalecer y desarrollar habilidades esenciales dentro del campo laboral, entre estos se destaca la evaluación de materiales, estándares de calidad y procesos de fabricación; todas éstas habilidades son consideradas y valoradas como esenciales para fortalecer la formación profesional en el diseño industrial en la industria metalmecánica.

Por otro lado, es fundamental resaltar que el proceso de prácticas desarrollado en la empresa INGEIDEAS Láser se sustentó en una metodología estructurada llevada a cabo en cuatro fases, las cuales se detallan a continuación:

Fase 1: Adaptación: La incorporación del practicante en la empresa INGEIDEAS Láser surge a partir de su experiencia laboral en la discoteca LA OVER, en donde se socializa una oferta de prácticas orientada a modelado para el desarrollo de un simulador de vuelo. Para este rol, el practicante fue recomendado por una colega y tras superar el proceso de selección, se inició con

la gestión correspondiente del convenio de prácticas entre la Universidad del Valle y la empresa. La duración de la práctica fue de seis meses, de abril a octubre de 2024.

Durante esta fase, la adaptación al entorno de trabajo del practicante incluyó las siguientes actividades:

- Reconocimiento de la planta y área de trabajo.
- Programación de horarios académicos y de prácticas.
- Asignación de tareas iniciales para evaluar mis habilidades en modelado.
- Modelado de pequeñas piezas como prueba de desempeño.
- Evaluación de resultados por parte de los supervisores.
- Asignación de planos de piezas para modelado y posterior transformación en planos de producción.
- Capacitación en documentación técnica para corte láser y procesos de manufactura.
- Considerando lo expuesto, el rol del practicante consistía en mejorar las piezas existentes del primer prototipo, realizando modificaciones y optimizando su diseño antes de enviarlas a producción.

Fase 2: Aprendizaje: Durante esta fase, el practicante consolidó sus conocimientos técnicos y adquirió nuevas habilidades esenciales para el posterior desarrollo del simulador de vuelo. Algunas de las actividades incluyeron:

- Capacitación en el modelo de trabajo de la empresa. Familiarización con los estándares de diseño y manufactura empleados en el desarrollo de productos.
- Adquisición y revisión de documentación del proyecto. Análisis de antecedentes, planos previos y especificaciones técnicas para comprender el estado del simulador y definir mejoras.

- Búsqueda de literatura. Investigación de materiales y tecnologías aplicables a la fabricación del simulador, incluyendo metodologías de diseño y procesos de manufactura avanzada.
- Prácticas en software de modelado. Perfeccionamiento en el manejo de herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) para la creación de modelos precisos.
- Pruebas de modelado y manufactura. Experimentación con diferentes técnicas y materiales para evaluar su viabilidad en la producción del simulador.
- Desarrollo de propuestas de optimización. Presentación de mejoras en el diseño del simulador basadas en análisis ergonómicos, estructurales y de producción.

Fase 3: Práctica: En esta fase, se evidenció la relación entre adaptación y aprendizaje, pues el practicante aplicó tanto los conocimientos adquiridos en su proceso formativo como en su experiencia previa en la empresa. Además, durante este tiempo se realizaron avances significativos en el desarrollo del simulador:

- Rediseño de la cabina V.1.
- Producción del prototipo de la cabina V.1.
- Diseño y producción del soporte de pantallas V.1.
- Diseño de la cabina V.2.
- Diseño de la silla del simulador.
- Diseño de carcasas metálicas para la base y la cabina del simulador.
- Diseño de carcasas de cabina en impresión 3D.
- Rediseño del soporte de pantallas V.2.
- Diseño de carcasas para pantallas en impresión 3D.

Fase 4: Evaluación y Retroalimentación: Las evaluaciones del proceso de diseño era continua y se realizaba por medio de reuniones entre el practicante y el jefe, aquí se llevaban a

cabo discusiones sobre los avances y la complejidad de los mismos, de manera que, estos espacios de discusión podrían acotarse en una hora o varios días posteriores a su desarrollo.

Actividades realizadas en esta fase:

- Ensamble de modelo y simulación digital.
- Preparación de archivos para producción.
- Elaboración de planos de construcción.
- Desarrollo de la base, brazo y cabina del simulador.
- Comprobación y anotación de mejoras en el diseño.
- Pintura y acabado de piezas metálicas.
- Ensamble de componentes electrónicos.
- Comprobación de funcionamiento del simulador.

Uno de los mayores retos de las prácticas académicas fue el diseño y fabricación del chasis del simulador, cuyo desarrollo tomó aproximadamente una semana. Durante el tiempo contemplado para las prácticas académicas se logró finalizar el primer prototipo funcional del simulador de vuelo y establecer bases para su producción en serie, implementando mejoras en cada interacción.

El diseño del simulador implicó la selección y combinación de materiales adecuados según la disponibilidad de manufactura:

- Metales: Principalmente utilizados en el chasis, variando según las necesidades estructurales y funcionales.
- Plásticos: Empleados para ensamblajes y piezas fabricadas mediante impresión 3D.
- Componentes electrónicos: Pantallas, computadoras y otros elementos, tercerizados según requerimientos del proyecto.

En general, la práctica no sólo permitió desarrollar habilidades técnicas en modelado y producción, sino fortalecer la capacidad de resolución de problemas, la optimización de diseños y trabajo en equipo dentro de un entorno profesional.

Estado del arte

El desarrollo de un simulador de vuelo requiere una base sólida de conocimientos específicamente en Diseño Industrial, Fabricación Avanzada y Análisis de los Materiales requeridos para este proyecto. De este modo, para sustentar este trabajo se han revisado investigaciones consideradas pertinentes en la aplicación del diseño industrial en el sector metalmecánico, los cuales aportan metodologías y estrategias aplicables a la optimización del desarrollo del simulador de vuelo.

En este apartado se desglosan los trabajos de investigación que se consideran relevantes para los fines de este trabajo de grado, en el que, en primer lugar, los documentos permiten una comprensión del desarrollo de soluciones innovadoras en diseño y manufactura y, en segundo lugar, permitan un acercamiento sobre los enfoques especiales en la creación de un simulador de vuelo de alta precisión. Además, las investigaciones expuestas, permitieron el entendimiento para integrar tecnologías avanzadas como el corte láser y la producción especializada en la industria metalmecánica.

A continuación, se presentan tres referencias clave que ilustran cómo el Diseño Industrial realiza proyectos de fabricación de alto nivel, como la cabina y los simuladores de vuelo, asegurando precisión, ergonomía y eficiencia en el producto final.

Referentes Nacionales

El primer estudio consultado fue el de Reyes Ortiz, el cual es considerado relevante para el presente trabajo de práctica debido a que proporciona información fundamental en términos de aerodinámica, selección de materiales y estrategias de producción. Reyes Ortiz, en su investigación ahonda en el diseño y fabricación de la carrocería de un vehículo eléctrico de la escudería DCM para la competencia de Fórmula SENA ECO 2013.

El autor en su proyecto establece la importancia del diseño optimizado para la creación del análisis aerodinámico mediante la aplicación del software de dinámicas de fluidos computacional (CFD), dicho proceso permitió generar la geometría de la carrocería y su estabilidad estructural. Al respecto el Reyes Ortiz menciona: “Este tipo de integración plantea importantes retos de diseño y manufactura, ya que la incorporación de celdas fotoeléctricas debe considerar factores como la disposición óptima en la carrocería, la eficiencia en la captación de energía, la adaptación a las condiciones variables del entorno urbano, y un balance entre peso y potencia del vehículo” (Reyes Ortiz, 2015. pg 02). Lo anterior, como enfoque es aplicable al proyecto del diseño del simulador de vuelo, en donde la forma de la estructura y la disposición de los elementos deben ser óptimos y adecuados para mejorar la experiencia del usuario y garantizar un entorno de simulación que emule o acerque al verdadero.

Para dar continuidad Reyes Ortiz, destaca la relevancia de seleccionar los materiales adecuados para la construcción de la carrocería, ya que de esto dependerá obtener una estructura ligera y resistente, aspecto que repercute directamente en el desempeño del simulador de vuelo. Así mismo, es importante resaltar que el documento de Reyes Ortiz, documenta los procesos de manufactura avanzada, como lo es el moldeo por infusión y el corte CNC, cuyas técnicas garantizan tolerancias de gran precisión y acabados de alta calidad.

En el contexto del presente trabajo de prácticas, el documento expuesto plantea que es imprescindible el principio de la elección correcta de los materiales para la elaboración del simulador de vuelo, en tanto que repercute no sólo en la fabricación del sistema completo de manera óptima, sino también en que sea liviano, resistente y fácil de transportar; elementos que a su vez deben ser determinantes al momento de considerar los parámetros y directrices del proyecto.

El segundo documento, denominado 'Diseño y construcción del simulador de vuelo dinámico (Full Motion)', de la autoría de Aguirre Bonilla y Guarnizo Reyes (2008), exponen la importancia de la integración del Diseño Industrial y la Ingeniería para la creación de un simulador de vuelo con movilidad completa, capaz de emular con precisión las dinámicas experimentadas en el vuelo. Aquí los autores destacan que la optimización de componentes mecánicos y electrónicos permiten lograr una experiencia realista.

En este sentido, Aguirre Bonilla y Guarnizo Reyes, plantean que un aspecto importante en la elaboración del simulador de vuelo es considerar las tolerancias buscando conseguir una precisión inferior al 1%, o, dicho en otras palabras, obtener un resultado muy preciso, pues esto garantiza que las respuestas del sistema sean lo más precisas a la realidad. Para lograr que este sistema de tolerancias funcione, mencionan que se debe valer de un meticuloso proceso de selección de materiales, el cual respectivamente impacta en la manufactura y al final en el ensamblaje de las estructuras mecánicas; todos ellos considerados componentes esenciales para el desarrollo del simulador de vuelo.

Los autores mencionan que, en términos del diseño del sistema de simulación, se deben realizar una evaluación constante y pruebas con el fin de identificar y corregir posibles incongruencias en la implementación final del simulador, por esto mismo, este proyecto del simulador de vuelo integró diversas disciplinas, como la Ingeniería Mecánica, la Electrónica y el Diseño Industrial, las cuales garantizaron el éxito de este proyecto. Finalmente, para representar lo anterior, mencionan que, lo que permite la reproducción exacta de los movimientos de un avión en su simulador fue gracias a la implementación de sistemas actuales y un modelado preciso, mismos que representan un desafío en términos de diseño y el control de estabilidad del simulador. Aguirre (Bonilla y Guarnizo Reyes, 2008),

Por otro lado, el documento de Muñoz Gonzáles y Pérez Roa (2022), tiene relevancia en este trabajo pues desarrollan una metodología y diseño de piezas de alta precisión, al mismo tiempo realizan la validación de modelos por medio de herramientas de simulación computacional; el objetivo en el proyecto era lograr que un vehículo eléctrico fuera eficiente energéticamente y para lograrlo consideraron en su diseño la optimización aerodinámica de la carrocería.

Alcanzar el objetivo de Muñoz Gonzáles y Pérez Roa inicialmente requirió hacer uso de CAD SolidWorks para elaborar el modelado de la carrocería y el chasis, después de esto se realizaron las simulaciones aerodinámicas, las cuales se hicieron por medio de ANSYA, que es una herramienta asistida por computador. El objetivo de las simulaciones era evaluar el rendimiento aerodinámico del chasis y la carrocería, por lo cual observar el comportamiento del diseño en diferentes flujos y condiciones, permitiría tener una perspectiva de sí se cumplía o no con el objetivo de ser eficiente energéticamente, además de garantizar la fiabilidad del diseño antes de implementar el producto final.

Un elemento por destacar, del documento de Muñoz Gonzáles y Pérez Roa, es la importancia en la elección de materiales para los proyectos que involucren piezas complejas como las carrocerías, pues de esto dependerá no solo el peso, la durabilidad y la resistencia del producto sino la experiencia de los usuarios. Los autores en su documento también señalan que fue el uso de tecnologías como el corte láser el que les permitió optimizar el proceso de producción.

Ahora bien, la aplicación de los referentes planteados al proceso del diseño del simulador de vuelo del practicante en la empresa INGEIDEAS Láser, pone de manifiesto que sí se requiere de diseños precisos, optimizados y funcionales es necesario implementar herramientas de modelado y simulación, los cuales se complementan para lograr un producto final eficiente, duradero, seguro y estéticamente agradable.

Como se evidenció en líneas anteriores, la validación de los diseños mediados por simulaciones computacionales es imperativas para garantizar su funcionamiento, puesto que este proceso permite identificar mejoras antes de fabricar el producto final, optimizando así los recursos, materiales y la reducción de gastos de producción. Por lo cual es recomendable emplear software con esta función para medir el rendimiento, la durabilidad y su fidelidad a entornos realistas.

El análisis de los aportes de los antecedentes referidos para este trabajo de grado, son los siguientes, el primero es que los documentos permitieron fijar una serie de lineamientos metodológicos y estratégicos para el desarrollo del simulador de vuelo. Seguido de esto, nos encontramos con que dos de los tres documentos enfatizan en que es importante la selección de materiales e implementar manufactura de precisión adecuada ya que conlleva a garantizar la resistencia, estabilidad y funcionalidad del simulador de vuelo. En tercer lugar, es de resaltar que la búsqueda de literatura y documentación detallada posibilita una comprensión clara de cuáles son las posibilidades aplicables para el diseño y desarrollo del simulador de vuelo, que además provee metodologías que pueden ser aplicables si cumple con los requerimientos y objetivos del proyecto, o en dado caso, ajustarla si se cree es la correcta.

Finalmente, se reconoce que la sinergia entre las simulaciones computarizadas, el modelado, la optimización de los procesos de manufactura y la incorporación de tecnologías como lo es el corte láser, constituyen un marco de referencia que orienta el diseño y la fabricación del simulador, lo que permite a su vez asegurar la calidad y el desempeño del producto final.

Referentes internacionales

En los referentes internacionales, se encuentran inicialmente con el documento de Granda Moroco y Tapia Viñan, titulado “Diseño y construcción de una carrocería de un vehículo de competencia Formula SAE eléctrico”, el cual aborda el diseño de una carrocería para un vehículo de competencia, su enfoque es la integración de los principios de ergonomía, que son de acuerdo con los autores, guías para diseñar productos, herramientas y espacios adaptados a las capacidades de su público objetivo. De esta manera, lo que se pretende con los principios es mejora la comodidad, la eficiencia, la seguridad y productividad de sus productos (Granda Moroco y Tapía Viñan, 2018). También integran en su construcción, materiales ligeros y técnicas de manufactura avanzadas para disminuir los tiempos de producción y mejorar el rendimiento del vehículo en competencias.

De acuerdo con el documento de los autores, el proceso de diseño y construcción de la carrocería del vehículo de competencia inició tras elegir una configuración aerodinámica eficiente, que se desarrollada con el software de modelado CAD para diseñar la carrocería, en el cual se consideraban tanto los requerimientos estructurales como las normativas que emite la Formula SAE. Granda Moroco y Tapía Viñan, plantean que se debe realizar una evaluación para analizar el desempeño aerodinámico por medio de la simulación dinámica de fluidos computacional (CFD), con el objetivo de optimizar la forma de la carrocería.

Ahora bien, los autores proponen en su trabajo un elemento común a los demás documentos y es referente a la selección de los materiales, los cuales repercuten en el desempeño de los vehículos. Al respecto Granda Moroco y Tapia Viñan, mencionan que los materiales adecuados permiten que el peso, la resistencia y el comportamiento mecánico sea el esperado. Al mismo tiempo, realizó un análisis comparativo de diferentes opciones, como lo son la fibra de carbono,

aleaciones de aluminio y fibra de vidrio. Los autores exponen que, el material con el que se realizó la carrocería de su proyecto fue la fibra de vidrio, puesto que éste cumplía con los criterios adecuados para la elaboración de la carrocería.

Una vez se tiene el material definido, se procede con el proceso de fabricación de moldes, los cuales se realizan de acuerdo con Granda Moroco y Tapia Viñan, a partir de espuma de poliuretano y paneles estructurales, dichos moldes son lijados y preparados para posteriormente aplicar la fibra de vidrio con resina.

Otro aspecto común que se encontró entre este documento y los documentos de los referentes internacionales es la simulación computarizada y las pruebas dinámicas y aerodinámicas, en las cuales se verifica la eficacia y seguridad de la carrocería, sus comportamientos eléctricos, la resistencia estructural y el comportamiento del vehículo en escenarios que simulan la competencia. Este proceso es garante de seguridad y eficiencia en los escenarios de la competencia.

En lo que respecta a la pertinencia del documento de Granda Moroco y Tapia Viñan, para los fines de este trabajo de grado, es decir, el diseño y fabricación de un simulador de vuelo, el trabajo de los autores representa una experiencia importante sobre la impronta metodológica del uso del modelado CAD, la cual incluye la perspectiva de evaluación crítica sobre las diferentes partes que componen la estructura del chasis y al mismo tiempo, incluye la idea de que las técnicas de producción avanzadas como lo son el corte láser permite una mejora en la eficiencia del sistema.

Marco teórico y conceptual

En el presente apartado, se expondrán y se conceptualizarán los elementos que son clave para el desarrollo del simulador de vuelo, que son a su vez sustento de los objetivos propuestos, por lo cual se crea un marco sólido proporcionando una visión general clara y organizada para su comprensión y consecución del trabajo expuesto. Es por esto, que el presente marco teórico pretende conceptualizar los principios fundamentales que sustentan el diseño, la fabricación y la validación de los simuladores de vuelo, por lo cual se consideran aspectos como la ergonomía, eficiencia en procesos de manufactura avanzada como el corte láser, y la garantía del producto final del simulador de vuelo.

Fundamentos del diseño industrial en entornos técnicos

Históricamente los seres humanos siempre han diseñado cosas, pues siempre han elaborado herramientas y buscado los medios para satisfacer o adaptarse a sus necesidades. Considerando lo anterior, las actividades de diseño y fabricación se han encontrado unidas con una suerte de idiosincrasia, aún sin existir una actividad previa de dibujo o bosquejo antes de la fabricación. Actualmente no es así, es decir, las actividades están deslindadas y es necesario tener un diseño previo para iniciar con el proceso de fabricación. En este sentido, de acuerdo con Iserte Peña, “En la primera actividad el diseñador desarrolla y presenta una descripción lo más detallada posible y sin ambigüedades de lo que se va a fabricar” (Iserte Peña, 2012, pg. 39). Lo anterior permite dilucidar que las actividades del diseño consideran el producto en su conjunto, por lo cual, precisa y señala cada elemento que se requiere e incorpora en su producto.

En la actualidad, el papel del diseñador industrial es crucial en el desarrollo de la sociedad, pues brinda soluciones eficientes, innovadoras y prácticas a necesidades que atañen a las personas,

grupos o comunidades. Para esto, el diseñador debe disponer de una metodología que le permita “afrontar necesidades complejas y que sea capaz de producir una descripción final del artefacto que se va a diseñar que se adapte a los requerimientos demandados” (Iserte Peña, et al, 2012, pg. 39).

Ahora bien, para el desarrollo de productos, el Diseño Industrial como disciplina se vale de integrar elementos para la viabilidad técnica, la funcionalidad y la estética. Para abordar este proceso es imprescindible recurrir a metodologías que confieran orientación desde el inicio de la presentación y definición del problema hasta la obtención de la solución propuesta. Para diseñar y producir se requieren procedimientos, de acuerdo con Iserte Peña, “Los métodos de diseño son los procedimientos existentes para diseñar y representan las actividades que el diseñador realiza durante dicho proceso” (Iserte Peña, 2012, pg. 38). Al mismo tiempo, los autores mencionan que, los métodos proyectuales favorecen al diseñador frente a la toma de decisiones, evidenciándose en la fase analítica, creativa y constructiva de su proyecto (Iserte Peña et al., 2012).

Lo anterior es pertinente para el presente trabajo de grado, ya que la metodología aplicada al diseño en el desarrollo del simulador de vuelo permite focalizar y organizar el proceso de diseño y fabricación, concibiendo también la conceptualización y el prototipado. De esta manera, la aplicación de una metodología a los proyectos de Diseño Industrial faculta la coherencia entre la idea inicial y el resultado o producto final. El enfoque metodológico optimiza el diseño desde una perspectiva técnica y fortalece la adaptación del diseño a los procesos de manufactura avanzada, como lo es el caso de este proyecto del simulador de vuelo, en donde se hizo uso de procesos de manufactura avanzada como el corte láser y la tecnología de impresión 3D.

Es imperativo mencionar que los métodos de diseño de acuerdo con Iserte Peña, tiene dos etapas fundamentales: el primero corresponde a los métodos artesanales o intuitivos, en el cual la propuesta se realiza sobre un dibujo o plano con los respectivos comentarios, medidas y posibles modificaciones; y el segundo corresponde a los métodos contemporáneos, éstos son idóneos para afrontar proyectos más desafiantes o complejos por medio de un sistema o proceso organizado. Para los fines de este trabajo, nos centraremos en los métodos contemporáneos, siendo éstos considerados como “procedimientos elementales y con una finalidad parcial que cumple determinadas misiones en el proceso de diseño” (Iserte Peña, 2012, pg.39).

Los métodos contemporáneos de diseño “se pueden clasificar como métodos creativos si su finalidad es estimular este tipo de pensamiento eliminando bloqueos mentales o métodos racionales si su finalidad es establecer un enfoque sistemático con un marco de referencia lógica en el diseño” (Iserte Peña et al, 2012 pg. 39). Sin embargo, hay otra clasificación desde una arista tradicional, en donde los métodos de diseño se agrupan de acuerdo con las etapas del diseño, es decir: “1) definición de objetivos, 2) establecimiento de funciones, 3) fijación de requerimientos, 4) determinación de características, 5) generación de alternativas, 6) evaluación de alternativas y 7) mejora de detalles” (Ibíd).

Como complemento a lo anterior, los métodos de diseño que son pertinentes para el diseño del simulador de vuelo son los siguientes:

Perspectiva del diseñador

Desde esta perspectiva, los focos de acción se centran en la robustez del diseño que es pensado para la “optimización y la flexibilidad y la cognición del diseño, lo que representa la capacidad de entender, razonar y aplicar un pensamiento inteligente al diseño” (Iserte Peña et al.,

2012 pg. 40). Dentro del diseño robusto, se identifica que los montajes inteligentes y el método de aplicación industrial del procedimiento son pertinentes al proyecto del diseño y construcción del simulador de vuelo. De acuerdo con los autores, este modelo presenta un marco para el desarrollo de sistemas robustos, el cual según Iserte, está basado en: *“En el modelado de sistemas, el análisis de la integración y las técnicas de ingeniería de calidad. Yassine (2007) utiliza la matriz de estructura del diseño para modelar y simular el funcionamiento de los procesos de desarrollo de productos”* (Iserte Peña, 2012 pg. 40).

De este modo, la perspectiva del diseñador puede ser comprendida como un enfoque estratégico que busca desarrollar soluciones innovadoras, como lo es el simulador de vuelo. Lograr esto conlleva integrar elementos como la flexibilidad y la inteligencia en el diseño.

Optimización del diseño

Por otro lado, nos encontramos con el método de la optimización en diseño, en donde Iserte Peña, exponen que se trata de buscar el mejor camino o el correcto de acuerdo con el diseño del proyecto. El objetivo de este modelo es tener un proceso eficiente donde se disminuya la utilización de recursos. En este caso, los autores lo ejemplifican con el siguiente caso:

“La aplicación de una metodología de optimización de diseño por datos (en inglés DDOM, data-driven design optimization methodology) una aplicación informática que realiza experimentos y simulaciones en tiempo real con el fin de obtener mejores diseños en menos tiempo e invirtiendo menos esfuerzos que el resto de métodos” (Iserte Peña et al., 2012 pg. 40).

En otras palabras, la implementación de esta metodología optimiza los tiempos del diseño, ahorrando así recursos intangibles como el tiempo, pero también reduce el costo en materiales; para así obtener piezas funcionales que cumplan con las características deseadas, lo cual se puede visualizar previamente gracias a las simulaciones en tiempo real.

Este modelo se ejemplifica en el diseño del simulador de vuelo, pues una de las herramientas que se implementó para este proyecto es el modelado 3D, el cual permitía visualizar la estructura, realizar el proceso de verificación de dimensiones o medidas, para posteriormente iniciar el proceso de fabricación de piezas bien sea por manufactura convencional o mediado por tecnologías de impresión 3D como lo fue para algunas fichas.

Perspectiva del cliente

En un mercado cada vez más capacitado, competitivo y con productos saturados e inidentificables, buscar un camino con un producto para destacar y posicionar un diseño, es un reto que asumen los diseñadores. En este caso, los clientes y sus determinantes, ideas y criterios sobre lo que buscan y quieren, tiene gran poder de decisión. Peña, al respecto mencionan que: “Desde la perspectiva del cliente, los focos de acción se centran en la gestión de las necesidades, el diseño para la estética, DpE (en inglés DfA, Design for Aesthetics) y en la ergonomía.” (Iserte Peña, 2012, pg 42).

Dichos enfoques son pertinentes para el proyecto de diseño de simulador de vuelo, por lo cual se expondrán a continuación:

Gestión de las necesidades

Por medio del enfoque de la gestión de las necesidades el cliente tiene un papel determinante, y éste inicia desde el momento inicial del diseño y elaboración del producto. Iserte Peña, consideran que “Fallar en este aspecto es crítico y las consecuencias negativas incluyen, por ejemplo, modificaciones en la producción, incremento de costes, retraso en el lanzamiento al mercado, insatisfacción del cliente y reducidas cuotas de mercado” (Iserte Peña, 2012, pg. 42). Así pues, las necesidades del cliente son comprendidas como aquello que se debe conseguir.

Es importante aclarar que el cliente en el diseño del simulador de vuelo concierne al jefe directo del proyecto, pues este tiene una idea clara y precisa de que desea y espera, de modo que, por medio del trabajo mancomunado entre el practicante de diseño industrial se centra en brindar propuestas que sean adecuadas a dichos requerimientos.

Diseño para la estética

De acuerdo con Iserte Peña, el diseño para la estética trata los aspectos relacionados con la ingeniería del diseño, lo cual es relativo a la belleza que posee un objeto, y al mismo tiempo, denota las cualidades del producto; consiguiendo así generar emociones placenteras a los clientes o usuarios durante el tiempo de uso de los productos diseñados. (Iserte Peña, 2012, pg 42)

Al mismo tiempo, los autores exponen el concepto que aborda Macdonald (2001) 'aesthetic intelligence' o inteligencia de la estética, dicho autor reconoce la inherente y, en ocasiones inconsciente habilidad para percibir un gran rango de cualidades en productos que dan forma a nuestras respuestas hacia ellos (2012, pg. 42). La inteligencia estética refleja algo denominado por los autores 'respuesta estética', la cual es una serie de respuestas sensoriales conectado a los valores

culturales, por lo cual implica un proceso de diseño para los sentidos y también el agrado a la vista del cliente o usuario. Al mismo tiempo, Iserte Peña, et al (2012), mencionan que, el enfoque del diseño para la estética contempla adjetivos apropiados para el diseño del producto que realizará, lo cual funciona como una herramienta para conceptualizar el diseño.

Diseño para la ergonomía

Finalmente, el diseño para la ergonomía es facultado como la ciencia encargada del estudio del ser humano y la adaptación a su lugar de trabajo. Conseguir esto es relativo a aumentar y mejorar el rendimiento y productividad de los seres humanos al medio de trabajo y a su vez, incrementar su comodidad al estar en éste. Según Iserte Peña, al citar a Strasser y Zink (2007), “la ergonomía es la ciencia que se encarga de transmitir los conocimientos necesarios para utilizar las posibilidades de diseño existentes en la interacción entre sistemas huma” (Iserte Peña, et al, 2012, pg 43). Lo anterior considera no solo la comodidad para lograr indicadores más altos de rendimiento en los seres humanos en los entornos laborales, sino que concibe el acondicionamiento como aspectos seguros para ello. De esta manera también, se consideran aspectos como la postura, el acceso a controles, dispositivos electrónicos y facilidad para acceder e interactuar con la interfaz de los espacios y/o productos.

La pertinencia de este enfoque al diseño y producción del simulador de vuelo recae en que la ergonomía es un elemento esencial para garantizar una experiencia cómoda y segura en los usuarios que usen el simulador. Puesto que, de acuerdo con los autores Iserte Peña, el diseño para la ergonomía propende por la seguridad y la comodidad de los usuarios, pero también considera aspectos como la estética para mejorar la precisión y el realismo del proyecto del diseño y producción del simulador de vuelo.

Simulador de vuelo

En la investigación de Villamil, L., los simuladores de vuelo son de acuerdo con la definición de la Administración Federal de Aviación, herramientas desarrolladas para reproducir entornos similares a los que se experimentan durante un vuelo real, con o sin movimiento. Estos sistemas se inspiran en aeronaves reales y permiten emular sonidos, maniobras, controles de navegación y respuestas frente a condiciones externas como turbulencias, ráfagas de viento, tormentas o presencia de nubes. Su uso principal se da en procesos de formación, desarrollo de diseño aeronáutico y otros fines especializados (Villamil L, et al, 2018, pg. 140).

Es importante resaltar que esta definición será la comprendida en este proyecto, sin embargo, se debe considerar que, si bien los simuladores de vuelo generalmente son construidos para la formación de pilotos, aviadores, auxiliares de aviación; investigación o diseño aeronáutico, también pueden ser adaptados para fines de entretenimiento, como lo es el diseño y fabricación del simulador de vuelo de este proyecto. De manera que, inicialmente este proyecto tiene como finalidad, presentar una propuesta innovadora para el sector del entretenimiento, al recrear escenarios y experiencias de vuelo realistas. Ahora bien, para lograr esto se tienen los elementos expuestos en la definición, como lo son la incorporación de dispositivos electrónicos, sonidos y movimientos para brindar una experiencia inmersiva y atractiva a los usuarios o clientes, las cuales, a su vez, emergen emociones.

Cabina

De acuerdo con Villamil, L., la cabina en los simuladores de vuelo *“se tiene el papel de mandos, que está compuesto por la instrumentación de vuelo y navegación, también la instrumentación del panel del motor”* (Villamil, L., 2018, pg. 141). Es decir, que la cabina de

acuerdo con los autores corresponde al espacio del simulador de vuelo en donde se encuentran los componentes electrónicos que permiten la navegación, por medio de las maniobras y visibilidad de los paneles que componen el simulador, pantallas, paneles y dirección.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante anotar que, este proyecto de grado del diseño y producción de un simulador de vuelo entenderá la cabina como el sistema operativo de comandos internos del simulador, y también como la cubierta externa del mismo. La cabina además tiene una importancia estética y ergonómica, pues en ella están inmersos los elementos que buscan emular una cabina de vuelo y ofrecer una experiencia inmersiva y divertida a sus usuarios.

Chasis

De acuerdo con Gutiérrez Quispe, en el contexto automotriz el chasis: *“Se refiere específicamente a la sección horizontal del vehículo que sirve como soporte para otros componentes estructurales. El chasis es un conjunto de componentes mecánicos que permiten la transferencia de potencia de la unidad motriz a las ruedas y, por lo tanto, influye significativamente en el comportamiento de conducción del carro”* (Gutiérrez Quispe, 2025, pg.1)

Es decir que, el chasis también actúa como base para la suspensión, la dirección y el sistema de frenos, lo que lo convierte en un elemento clave para garantizar la estabilidad, seguridad y comodidad del vehículo. Su diseño y materiales de fabricación influyen directamente en la resistencia, el peso total y el rendimiento dinámico del automóvil.

Por otro lado, el autor menciona que el chasis compone sistemas importantes, entre los cuales está el sistema de frenado, sistema de tracción, sistema de suspensión y sistema de frenado; dichos sistemas son imprescindibles para el correcto funcionamiento del vehículo. Considerando

lo anterior, este proyecto de grado de diseño y producción de un simulador de vuelo entenderá el chasis como aquella estructura base con estructura rígida que sostiene las partes funcionales del sistema del simulador; como lo son: el asiento o silla del piloto, pantallas y sistemas de movimiento. Así pues, este proyecto busca diseñar un chasis resistente y adaptable, el cual sea práctico para el ensamblaje, la ergonomía y la emulación del movimiento de una cabina de simulador de vuelo.

Software de diseño asistido por computadora

De acuerdo con Mercado, Bautista, el diseño asistido por computadora (CAD), refiere a *“la utilización de programas utilizando un ordenador con la finalidad de crear, modificar, analizar, optimizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales y tridimensionales de objetos reales o en proyecto”* (Mercado, Bautista, 2020, pág.1335). Un elemento que destaca el autor es que, *“El CAD se emplea para aumentar y optimizar la productividad del diseñador, con el objetivo de perfeccionar la calidad de los diseños, así como también mejorar las comunicaciones a través de la documentación y crear una base de datos para la producción”* (Mercado, Bautista, 2020, pg. 1335).

Al mismo tiempo, Mercado, Bautista, menciona que, el CAD se divide en dos programas, el primero es el programa de dibujo 2D, cuya forma de operar es por medio de “entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica” (Mercado, Bautista, 2020, pg. 1335); y el segundo es el programa de modelado 3D, en donde los “modeladores 3D añaden superficies y sólidos” (Mercado, Bautista, 2020, pg 1335).

Mercado, Bautista, señala que el CAD es: *“Una herramienta con la utilización de computadoras, mejora la elaboración, desarrollo y diseño de los productos.* (Mercado, Bautista, 2020, pg. 1335). Este tipo de software permite representar gráficamente los productos con alta precisión, lo que facilita su fabricación de forma más eficiente, económica y rápida. Al estar orientado al diseño asistido por computadora, los proyectos creados pueden almacenarse digitalmente, lo que brinda la posibilidad de modificarlos, optimizarlos o compartirlos según las necesidades del proceso.

Por otro lado, Sánchez y Zamora, exponen que el CAD es una “herramientas de ayuda al diseño y la construcción (CAD/ CAM/CAE), que constituyen la base sobre la que se asientan diversos procesos productivos y de impresión 3D” (Sánchez; Zamora, 2012, pg. 106)

En el mismo orden de ideas, Sánchez y Zamora exponen que, *“El CAD involucra la tecnología con el uso de las computadoras para realizar tareas de creación, modificación, análisis y optimización de un diseño. De esta forma, cualquier aplicación que incluya una interfaz gráfica y realice alguna tarea de ingeniería se considera software de CAD”* (Sánchez; Zamora, 2012. pg. 106)

Para complementar la idea anterior, los autores señalan que, *“El diseño asistido por computadora es la tecnología que acude a los sistemas informáticos para asistir a la creación, a la modificación, al análisis, y a la optimización de un diseño. Cualquier programa de computadora que incorpora gráficos y un programa que facilite funciones de ingeniería en los procesos de diseño se puede clasificar como software del CAD”* (Sánchez; Zamora, 2012, pg. 108)

En virtud de lo expuesto, los autores resaltan que el papel más básico del CAD es poder definir la geometría de los diseños de manera mecánica, además del ensamble de un producto, lo

cual es reconocido como una de las ventajas más grandes de esta herramienta, pues permite ahorrar tiempo y reducir errores “causados por realizar de otra manera la geometría del diseño y fabricación” (Sánchez; Zamora, 2012, pg. 108).

Finalmente, es de destacar que la vinculación de archivos CAD y la impresión 3D de acuerdo con los autores, *“tienen vinculación rápida y ágil en los programas que involucran estas tecnologías, en algunos casos se tiene integrado un módulo que permite el enlace entre las aplicaciones, lo cual evidencia la facilidad con la cual se vinculan entre ellas”* (Sánchez; Zamora, 2012, pg. 107).

Producción aditiva e impresión 3D

De acuerdo con la investigación de Sánchez y Zamora, en la actualidad hay una demanda de nuevos productos que incorporen manufactura basada en métodos de producción más avanzados y es así como surge el nuevo enfoque de trabajo denominado la manufactura aditiva. El objetivo de esta manufactura de acuerdo con los autores es: “Obtener un enfoque preciso en la ingeniería asistida por computadora, con un método del elemento finito y los procesos que conlleva, para así conseguir el producto adecuado y reducir los costos de impresión y tiempo de procesamiento” (Sánchez; Zamora, 2020, pg. 104).

La manufactura aditiva requiere de la introducción de sistemas o tecnologías asistidas por computadora entre ellas se encuentran el CAD/CAE/CAM, los cuales de acuerdo con los autores y por sus siglas en inglés significan: Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Engineering (CAE) Computer Aided Manufacturing (CAM) (Ibíd). Este tipo de sistema funciona como una herramienta de diseño y manufactura de procesos.

Al respecto Sánchez y Zamora, mencionan que: “Las herramientas usadas de acceso a la información y conocimiento son el uso de la tecnología por computadora para ayudar al diseño, análisis, planeación de la producción, manufactura de productos, etc.” (Sánchez; Zamora, 2012, pg. 106). Al mismo tiempo, los autores señalan que, los sistemas conocidos como CAX permiten integrar la gestión empresarial con procesos automatizados, abarcando diversas fases del ciclo del producto. Estos sistemas suelen componerse de elementos clave como la interacción hombre-máquina, programas especializados, bases de datos y el conocimiento práctico asociado a las actividades humanas.

Ahora bien, es importante resaltar que, en un mercado competitivo, voluble y con gran demanda, las empresas requieren “diseñar, optimizar, manufacturar y colocar en el mercado productos innovadores y originales para ser competitivas, además se trabaja arduamente para aumentar la participación que se tiene en el mercado o por lo menos para permanecer con la misma proporción” (Sánchez; Zamora, 2012, pg. 106).

Al mismo tiempo Sánchez y Zamora, destacan las ventajas del enfoque de producción aditiva, menciona que este enfoque permite: “Crear rápidamente productos nuevos e innovadores, cuyo rediseño constante permite un mejor desempeño en la función para la cual fue creada, es una alternativa muy eficiente y genera impactos significativos como ventaja frente a sus competidores” (Sánchez; Zamora, 2012, pg.106). Los autores también destacan que, este método representa una alternativa altamente eficiente, brindando a las empresas una ventaja competitiva notable. Y finalmente, el uso colaborativo de estas tecnologías permite desarrollar soluciones con alto impacto, minimizando desperdicios y maximizando el uso de materiales. Gracias a la impresión 3D, “se logra una disminución importante en los costos de producción y una mayor rapidez en el diseño de prototipos” (Sánchez; Zamora, 2012, pg.106).

Considerando lo expuesto por Sánchez y Zamora, este proyecto comprenderá que, la producción aditiva es un proceso mediante el cual los productos son creados por capas, es decir, el material se va acumulando, el cual es el génesis de la tecnología de impresión 3D. Al mismo tiempo, el autor plantea que, el diseño del producto se realiza por medio del modelo digital (CAD) creando así las piezas, que posteriormente serán enviadas a la máquina de impresión, en la cual se irá creando el producto, es decir que se construye de abajo hacia arriba. Aquí Sánchez Zamora, menciona que, este tipo de manufactura o producción aditiva es muy versátil, pues se puede construir con una amplia gama de materiales, como lo es la resina, el metal, el plástico y la cerámica.

Impresión 3D

La tecnología de impresión 3D ha dado pasos agigantados en el siglo XXI, posicionándose como una herramienta valiosa en la industria de la fabricación, destacándose por brindar una imagen real o prototipo de un producto que hasta el momento no ha sido fabricado, brindando así una perspectiva real del producto, sus dimensiones y características. Al respecto Zamora y Sánchez, señalan que, esta ventaja se refleja en la capacidad que posee para la verificación de la forma, estudiando e identificando cuidadosamente los pequeños errores que posean los diseños, y “en el caso de ser diseñada para mejorar su modelo antecesor, tener la posibilidad de comprobar si el nuevo diseño cumplirá con los requisitos de tamaño y forma en su lugar de trabajo”; al mismo tiempo, la impresión 3D tiene la posibilidad de “definir una producción en serie donde al cliente se le da a conocer cómo será su producto antes de comenzar la producción y si este decide hacer una modificación en el diseño, que no suponga una gran pérdida de esfuerzo y dinero” (Sánchez; Zamora, 2012, pg. 107)

Al mismo tiempo, la definición que brindan los autores Sánchez y Zamora, sobre la impresión 3D o manufactura aditiva, es la siguiente:

“Es un proceso por el cual se crean objetos físicos, por lo general de material plástico, a partir de capas desde un modelo en 3D que se encuentra definido en un software. Todos los procesos de impresión 3D requieren que el software, el hardware y los materiales trabajen en conjunto para poder desarrollar el prototipo” (Sánchez; Zamora, 2012, pg. 109)

En el mismo orden de ideas, la flexibilidad es una característica y ventaja destacable en este tipo de producción aditiva o impresión 3D, pues permite fabricar piezas geométricas complejas, brinda una amplia gama de productos, material y a su vez, permite realizar combinaciones. Al respecto los autores señalan que, “La flexibilidad a la hora de generar geometrías que no se podían conseguir antes por métodos de fabricación es una de las características que ha permitido a la manufactura aditiva entrar en el mundo industrial” (Sánchez; Zamora, et al, 2012, pg.107).

Ergonomía

El estudio de la interacción entre los seres humanos, los productos, los sistemas y entornos, es la ergonomía, la cual es una disciplina que, de acuerdo con Flores, busca mejorar el rendimiento del sistema. La ergonomía en otras palabras es, de acuerdo con la autora: “la consideración de los seres humanos en el diseño de los objetos obra del hombre, de los medios de trabajo y de los entornos producidos por el mismo hombre que se vienen 'usando' en las diferentes actividades vitales” (Flores, 2001, pg. 17)

Por su parte, el diccionario de la Real Academia Española expone que la ergonomía es el: “Estudio de las relaciones entre el hombre y sus condiciones e instrumentos de trabajo, para aumentar su rendimiento y reducir esfuerzo y riesgos” (Real Academia Española, 2025)

Ahora bien, Flores, menciona que, la ergonomía para el diseño industrial es entendida como: “la disciplina que estudia las relaciones que se establecen recíprocamente entre el usuario y los objetos de uso al desempeñar una actividad cualquiera en un entorno definido” (Flores, 2001, pg. 25). Este postulado, deja de manifiesto un trinomio entre usuario-objeto-entornos, los cuales son la base para sostener una relación ergonómica. La autora, Flores, enfatiza que: “estas relaciones se dan por medio del uso del objeto. Partiendo de esta premisa podemos decir que la ergonomía estudia el uso que el hombre hace de los objetos y los espacios” (Flores, 2001, pg. 25).

Por otro lado, la página web de la Asociación Internacional del trabajo, brinda otros elementos a considerar en la ergonomía. Estos sostienen que la ergonomía “Implica el estudio sistemático de las personas en el trabajo, con el objetivo de mejorar la situación laboral, las condiciones de trabajo y las tareas realizadas” (Página web de la Asociación Internacional del trabajo, 2025).

En consideración de lo anterior, la Asociación Internacional de Trabajo, expone que, los sistemas de trabajo se componen por las personas, las funciones a desempeñar, sus tareas, la tecnología, el entorno laboral y por supuesto la organización del mismo. Complementario a esto:

“Los factores humanos y la ergonomía contribuyen a que los sistemas de trabajo sean seguros y sostenibles mediante una combinación única de tres motores de intervención: 1. adoptan un enfoque sistémico; 2. se basan en el diseño; y 3. se centran en optimizar dos

resultados estrechamente relacionados, el rendimiento y el bienestar” (Asociación Internacional del trabajo, 2025)

En este sentido, es acertado mencionar que, en este trabajo de grado la ergonomía se comprenderá no sólo como aquellos aspectos físicos del espacio de trabajo de las personas, sino también las dimensiones cognitivas y psicosociales.

En virtud de lo expuesto, el marco teórico conceptual sostiene las bases de este proyecto del diseño y fabricación del simulador de vuelo para la empresa INGEIDEAS Láser, cuya industria de metalmecánica fue el espacio en donde se realizaron las prácticas académicas del estudiante.

Logros obtenidos

En el siguiente apartado se expone la manera en que se llevó a cabo el proceso de diseño y fabricación del proyecto del simulador de vuelo en el cual, se realizaron las prácticas académicas del estudiante de Diseño Industrial. Durante todo el proceso, se revela la interdisciplinariedad del practicante para abordar el proyecto desde los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos en la carrera de Diseño Industrial.

Queriendo dar claridad a lo anterior, se estableció de manera lineal cómo se realizó el proyecto del simulador de vuelo, enunciando los aspectos que se debían considerar, los aciertos, dificultades y decisiones tomadas para conseguir el modelo final del simulador de vuelo denominado IMAS-16 de la marca FLYFLY.

Diseño y construcción de un simulador de vuelo a partir de un prototipo previo

Inicialmente, es importante indicar que las prácticas se basaron en un primer prototipo, el cual se evidencia en la Figura 2, que fue realizado por la empresa INGEIDEAS Láser SA. Por lo cual, existían unas medidas previas y dimensiones básicas establecidas para las partes que componen el simulador de vuelo. En este sentido, el simulador de vuelo se dividió en tres componentes principales: 1. La Base; 2. Brazo de rotación que es el componente que une la base con la cabina y; 3. La cabina.

Figura 2.

Modelo inicial del simulador de vuelo.

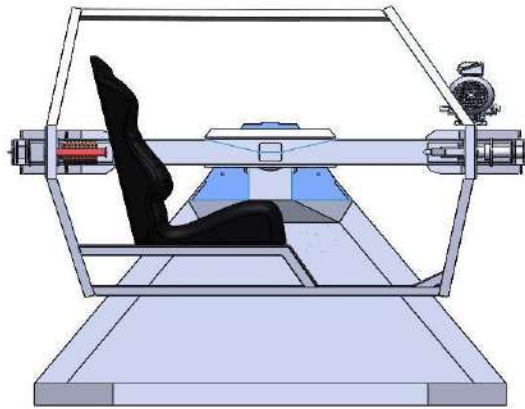
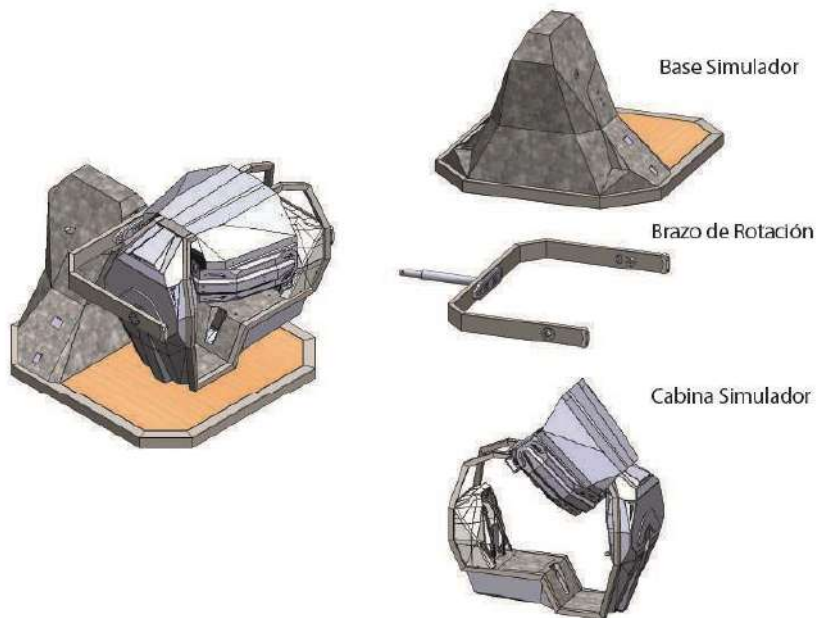


Figura 3.

Componentes del simulador de vuelo.



Los modelados anteriormente expuestos corresponden al primer prototipo del simulador de vuelo desde diferentes ángulos y sus partes. De tal manera que, este primer prototipo fue el acercamiento inicial al simulador de vuelo que buscaba diseñar y fabricar la empresa INGEIDEAS láser. Es de señalar que, el modelado y el primer prototipo fueron la base sobre la cual el practicante realizó las practicas.

Considerando lo anterior, con este primer bosquejo del simulador de vuelo se iniciaron las propuestas de prototipos por parte del practicante, para este proceso se consideraron las medidas y dimensiones de partes externas o tercerizadas como son las ruedas componentes electrónicos y el motor; en especial este último, puesto que, al ser un elemento imprescindible en el diseño y fabricación del simulador de vuelo, se requirió contemplar las dimensiones y características de las partes tercerizadas para lograr la compatibilidad del diseño, además de que fuera funcional y seguro. Es decir, para estos elementos se debían tener en cuenta las medidas ya establecidas para la creación del diseño. En este mismo orden de ideas, también se debió tener en cuenta los componentes ya modelados.

Se ha de destacar que se hizo uso de las bibliotecas digitales o banco de recursos de modelado 3D para los modelos de algunas de las piezas comerciales, como lo son el motor y las llantas del simulador de vuelo, los que se presentan en la Figura 3 y 4.

Figura 4.

Motor del simulador de vuelo.



Figura 5.

Llantas del simulador de vuelo

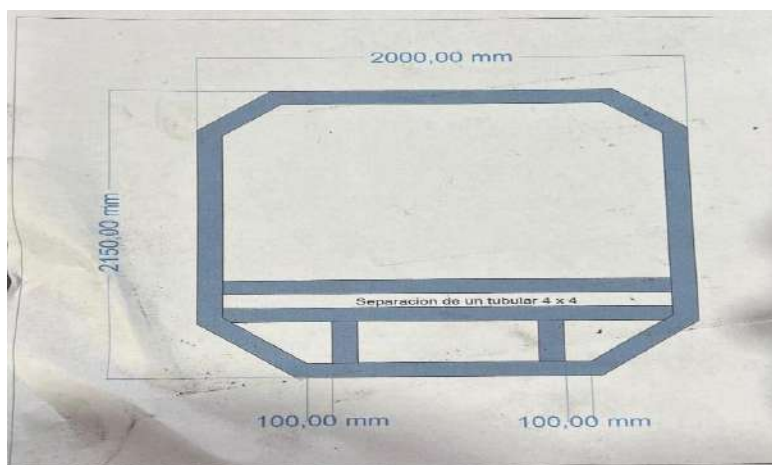


Consideraciones para el modelado del prototipo del simulador de vuelo

Una vez modelados los componentes del simulador de vuelo, se procedió a trabajar en la base, contemplando las medidas que se tenían anteriormente. Las cuales observan en la Figura 6, donde se presenta el plano de la base del primer prototipo del simulador de vuelo.

Figura 6.

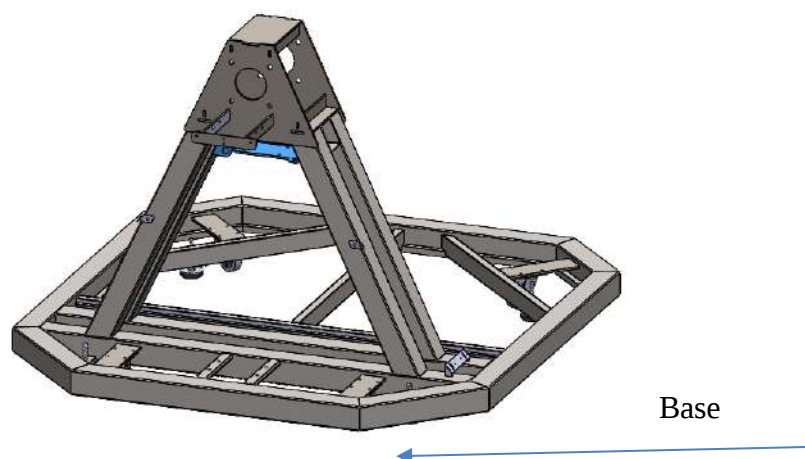
Plano de cabina del simulador de vuelo.



Frente a la manufactura, el proceso del simulador de vuelo se inició con la estructura metálica, la cual corresponde a la Figura 6. *Plano de cabina del simulador de vuelo*, para elaborar esta estructura se implementa la parte de tubería; además de piezas de lámina de metal las cuales serán los soportes de los ejes, los cuales a su vez sujetan el motor y otros componentes electrónicos. Una vez el proceso de fabricación estuvo listo, se procedió a hacer entrega de modelado de la estructura de la base del simulador de vuelo con las piezas ya soldadas como se muestra en la Figura 7.

Figura 7.

Modelado del chasis de la base del simulador de vuelo.



Desde el modelado anterior, se puede apreciar la estructura de la base del chasis, la delimitación de esta estructura tiene una justificación, la cual parte de una geometría poligonal, con perfiles metálicos de forma que distribuyen uniformemente las cargas, y se incorporaron refuerzos transversales para mejorar la rigidez y evitar deformaciones de la estructura durante el funcionamiento del simulador de vuelo. Al mismo tiempo, el diseño en forma de pórtico triangular, que es ligeramente inclinada hacia el centro, sirve como soporte principal para el sistema móvil. Esta sección está unida a la base y cuenta con placas de montaje para la fijación de elementos como motores, pantallas o mecanismos de transmisión como se puede apreciar en la Figura 8.

Figura 8.

Chasis de la Base del simulador.



Una vez se realizó la entrega del chasis de la base del simulador de vuelo y esta queda fija, el practicante procedió a realizar propuestas, las cuales se enfocan en las tapas o carcasas de la base del simulador de vuelo, donde se exponen algunos de los bocetos en las Figuras 9 y 10.

Es de aclarar que, cada propuesta corresponde a una entrega. Es decir, que una vez se tienen planos o modelados del diseño de la propuesta, éstos son enviados al jefe inmediato del proyecto para que lo revise y considere su viabilidad técnica y de fabricación.

Figura 9.

Diseño de propuesta de las tapas de la base del simulador de vuelo.

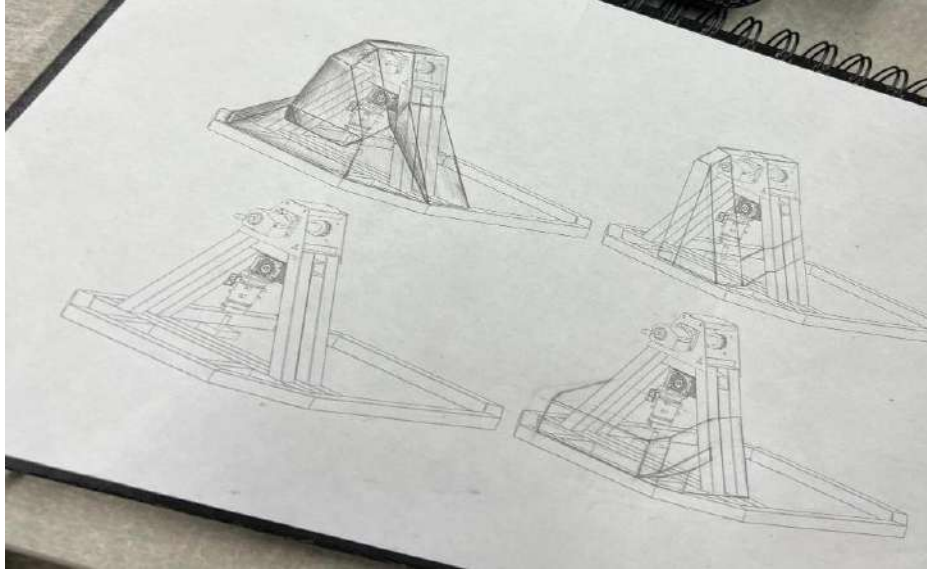


Figura 10.

Diseño de propuesta de las tapas del simulador de vuelo.



Para fines de visualización, la figura 11, muestra cómo había sido el prototipo o la primera propuesta del diseño del chasis de la cabina, el cual tuvo errores que llevaron a su reelaboración con las correcciones pertinentes, los errores responden a no tener terminado el modelo de cabina, lo que conllevaba al desperdicio de materiales para las pruebas y no ejecutar en primer lugar el simulador desde el modelado 3D y así poder identificar a tiempo posibles errores o incongruencias.

Figura 11.

Estructura del prototipo del primer simulador de vuelo.



La fotografía expuesta anteriormente corresponde al ensamblaje del primer prototipo del diseño del chasis de la cabina, con el objetivo de validar ciertas dimensiones, ángulos de ensamble y configuración espacial de los elementos que la compondrían. Es de resaltar que, en este punto, este chasis fue fabricado sin directamente haberse completado previamente el modelado digital de todos los componentes del sistema.

Debido a que la fabricación del primer prototipo del chasis del simulador de vuelo no se había completado, en términos de modelado digital de la pieza con todos los elementos que lo componían, si bien en la Figura 12, la geometría del chasis refleja la intención de proporcionar un soporte estructural, durante esta fase se evidenciaron los siguientes inconvenientes; el primero fue la falta de correspondencia entre el diseño físico y los requerimientos reales de la cabina, lo que repercute en el segundo inconveniente del prototipo del chasis, y fue la dificultad para integrar adecuadamente los sistemas que posteriormente formarían parte del simulador.

Figura 12.

Estructura prototipo del primer simulador de vuelo.



En virtud de lo expuesto, el desarrollo del primer prototipo de la cabina trajo consigo un aprendizaje y la toma de decisiones procurando el avance del proyecto y la reducción máxima de desperdicio de tiempo y material. Así pues, se establece que es más eficiente hacer todo el ensamble del simulador de vuelo en conjunto, para así procurar la reducción de material

desperdiciado en cada prueba; y teniendo en cuenta la situación que se vivió con el prototipo del simulador, se tomó la decisión no realizar prototipos hasta no tener el modelado del prototipo final con todos los elementos y componentes debidamente integrados.

Una vez precisado y modelado el simulador como se muestra en la Figura 13, se inició a producir prototipos a escala las partes de la cabina, como lo son estructuras de las tapas y/o carcasas, las pantallas y la silla, para posteriormente ser representadas a escala real, ejemplo que se puede evidenciar en las Figuras 14 y 15.

Figura 13.

Modelado del simulador completo.

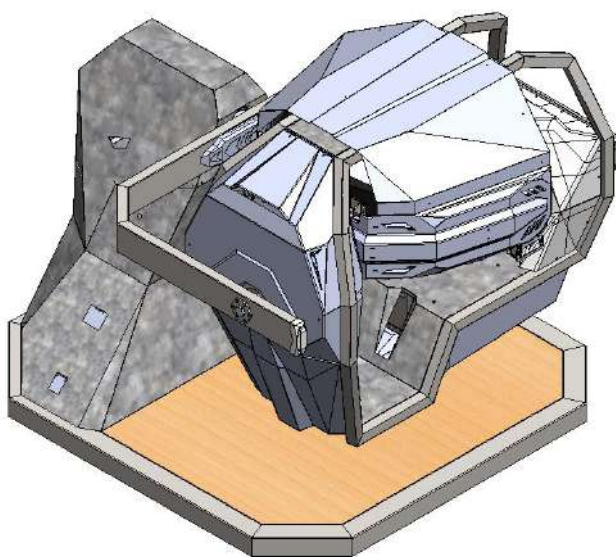


Figura 14.

Prototipo de silla a escala para cabina de simulador de vuelo.



Figura 15.

Diseño de estructura de silla y pantallas para cabina de simulador de vuelo.



Como se mencionó en líneas anteriores, la base del primer prototipo ya estaba establecida, es decir, que estas partes no tuvieron modificaciones. De manera que, sobre esta base, se consideraron las medidas para diseñar la cabina del simulador de vuelo. Sin embargo, durante este proceso, se logró identificar la existencia de problemas de precisión que no fueron visibles sino hasta el momento en el que se ensamblaron las tapas metálicas frontales y traseras del simulador de vuelo. Este problema consistió en el proceso de manufactura, en donde el personal al momento de ensamblar, no lograron la exactitud requerida para unir estas tapas a la base del simulador. Es decir que, sí se contó con que el modelo tuviera los planos y las medidas exactas, el error se dio por el factor humano al momento de ensamblar como se muestra en la Figura 16.

Figura 16.

Diseño de la cabina del simulador de vuelo con fallas en las tapas frontal y lateral.



Carcasa diseñada a partir de chapa metálica.

Es importante exponer que, para realizar la cabina se necesitó hacer una plantilla para evitar el error humano, lo cual permitió minimizar el error al usar soldadura directa en la pieza, pues las altas temperaturas generan cierta flexión en las piezas, por lo cual al final, las medias no son exactas o cuando se enfrían se pueden comprimir. De manera que, la flexión en las piezas soldadas genera una afectación a la integridad de la unión de las piezas y, por tanto, afecta el diseño de la cabina del simulador de vuelo.

Considerando lo anterior, el objeto de la implementación de las plantillas para realizar la cabina del simulador de vuelo es brindar la posición exacta en que se deben soldar las piezas del simulador sin correr el riesgo de afectar la integridad de las uniones de piezas.

Modelado de las piezas del simulador de vuelo por medio del software CAD.

El modelado de las piezas del simulador de vuelo se realizó por medio del software CAD, el cual es considerado un sistema asistido por computadora; que permite según Sánchez y Zamora, ser un facilitador para la transformación digital, de manera que esta herramienta ayuda al diseño y la construcción de modelados; y que a su vez constituyen la base sobre la que se asientan diversos procesos productivos y de impresión 3D” (Sánchez y Zamora, 2012, pg. 106).

En el software CAD, el modelado del ensamble general del simulador de vuelo se realizó por conjuntos. Es importante recordar que el simulador está compuesto por tres elementos principales: el brazo de rotación, la base y la cabina. Cada uno de estos conjuntos, a su vez, está conformado por subensambles, es decir, se descompone en piezas individuales que se ensamblan progresivamente hasta completar cada conjunto del diseño.

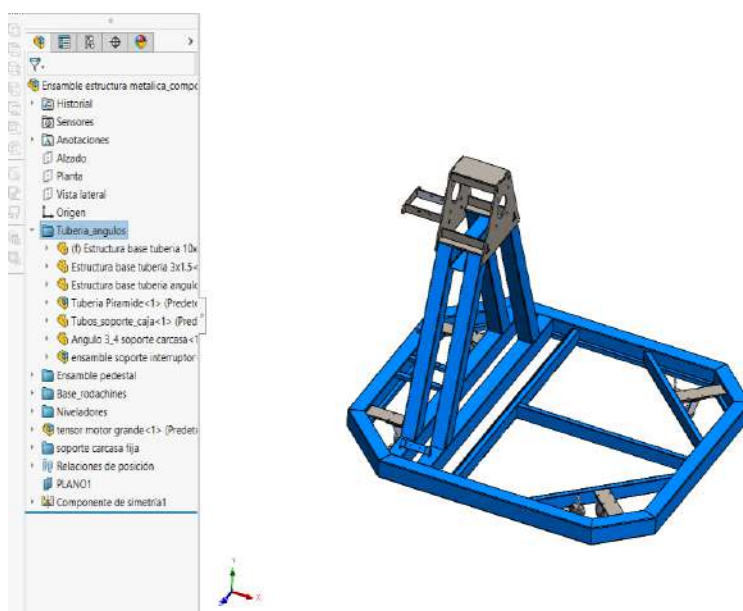
Cabe destacar que la estructuración de los subensambles se llevó a cabo de manera ordenada, teniendo en cuenta su futura producción y ensamblaje. En primer lugar, se construyeron

los chasis utilizando tubería metálica. Una vez conformado el chasis, se integraron los subensambles metálicos soldados que lo completaron estructuralmente. Posteriormente, se añadieron los demás componentes, como los elementos electrónicos, carcasas y otros accesorios necesarios. Para efectos gráficos, a continuación, se presentarán algunos de los modelados de la base del chasis del simulador.

En la Figura 17, se puede observar el modelado del ensamblaje del chasis de la base del simulador; el cual principalmente está compuesto por estructuras metálicas, con perfiles tubulares rectangulares y angulares soldados. La estructura de la base del chasis constituye el soporte base sobre el cual se fijan posteriormente otros elementos como el pedestal, los soportes de carcasa, así como los mecanismos de nivelación y rodamiento del simulador de vuelo. Frente a la geometría del chasis de la base del simulador, se resalta que ésta fue pensada y diseñada considerando tanto la estabilidad estructural como la facilidad de ensamblaje y manufactura del simulador de vuelo.

Figura 17.

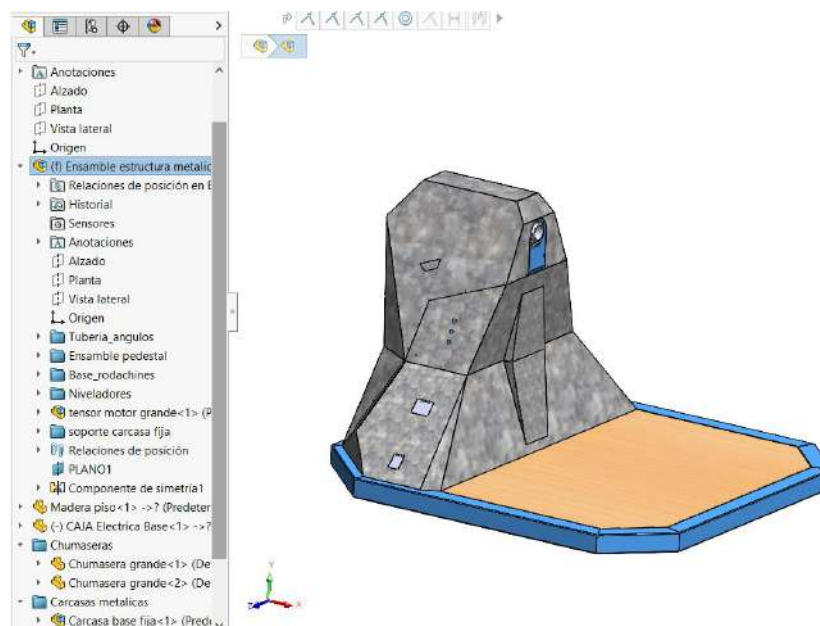
Modelado en SolidWorks del chasis de la base del simulador



En la Figura 18, se puede observar el chasis de base del simulador ya integrado con la carcasa externa que representa la cabina, y la plataforma inferior que busca brindar soporte a las demás piezas del simulador, como lo es la silla y al usuario. La integración de estas piezas, como se puede observar en la Figura 18, permite evaluar espacial y funcionalmente la interacción entre la estructura metálica interna y los componentes externos del simulador de vuelo.

Figura 18.

Modelado en SolidWorks de la Base del simulador de vuelo.



Por otro lado, es de destacar que, en cada entrega realizada por el practicante, en el proyecto del simulador de vuelo, éste debió tener en cuenta algunos lineamientos como lo son la relación del movimiento entre los diferentes conjuntos, es decir, en SolidWorks, se puede realizar simulaciones de movimiento por medio de giros para ver el modelado desde el ángulo que se requiera. Este proceso es importante para validar que ninguna pieza genere fricción o coalición

con otra, además de manejar las tolerancias. Estos aspectos fueron esenciales para diseñar un modelado prolijo y sin errores.

En continuidad con lo anterior, las tolerancias y resistencias entre materiales, estaban establecidas desde el modelo de simulador de vuelo que precedió este proyecto. Por lo cual, no fueron cambiadas, se adaptaron a la propuesta de modelado y diseño del simulador que realizó el practicante.

Una vez completado el modelado de la estructura de los conjuntos y ensamblados sus respectivos componentes electrónicos, se procedió al diseño de las tapas que cubren los diferentes módulos del simulador. Algunas de estas piezas fueron diseñadas específicamente para ser fabricadas mediante tecnología de impresión 3D, ya que presentaban geometrías complejas que dificultan su producción por métodos convencionales.

Una vez se inició el proceso de impresión de las piezas, se reconoció que hay una limitante con las piezas que se realizaban por medio de impresión 3D, pues, las impresoras con las que cuenta la empresa INGEIDEAS Láser SA, tienen una base establecida de dimensiones de impresión de 30x30 cm, lo que conllevó a seccionar los modelos directamente en SolidWorks o en el Slicer Creality Print, pues aquí se puede seccionar o partir las piezas de manera que encajen en las camas de la impresora. De esta forma, las piezas podían ser impresas por partes para posteriormente ser ensambladas, configurando así la pieza requerida para la cabina del simulador de vuelo.

Slicer Creality Print cuenta con unas configuraciones requeridas para el proceso de seccionar o corte de piezas, en este se definieron: el tipo de material, el tipo de soporte de las piezas, la densidad del material y también la temperatura en caso de ser necesario. Desde este

software se puede enviar el modelado a impresión a las máquinas, además de vigilar el proceso y controlar el tiempo.

Como se mencionó anteriormente, cada pieza impresa tiene unas dimensiones de 30x30 cm, una vez todas las piezas fueron completas, se procedió a enviar a la persona encargada para unir las y así completar la pieza. Para realizar este proceso, el practicante envió los planos para que la persona encargada de este proceso lograra unir y completar la pieza realizada en impresión 3D. En el mismo orden de ideas, el proceso de pintura, ensamble y los acabados, los realizó otra persona del equipo.

Implementación de la manufactura aditiva y proceso de ensamble

Considerando que el factor humano en el momento del ensamble fue reconocido como una dificultad para lograr la exactitud en el ensamble de la cabina del simulador de vuelo, se determinó que las tapas de la cabina se realizarían por medio de la manufactura aditiva, es decir, por medio de la tecnología de impresión 3D. Las cuales se presentan en la Figura 19.

La Figura 19, devela el montaje de la cabina del simulador de vuelo, en donde el material mediante el cual se realizó la impresión 3D de las partes de la cabina fueron el PLA y la chapa metálica.

Figura 19.

Ensamblaje de carcasas en impresión 3D.



Carcasa en
impresión 3D.

Hasta este punto, se evidenció cómo la fabricación de las carcasas del simulador de vuelo, se realizaron combinando chapa metálica e impresión 3D, los cuales se eligieron de acuerdo con las características geométricas de complejidad de las piezas diseñadas, además de considerar el factor humano como determinante de elección de la manufactura, siendo esta última un elemento que impidió la precisión en la unión de las piezas.

En la Figura 20, se muestra el proceso de ensamblaje de la cabina del simulador de vuelo, que destacaron la integración de carcasas fabricadas mediante impresión 3D junto con paneles metálicos conformados. Esta cabina fue diseñada siguiendo criterios de ergonomía, funcionalidad y viabilidad de producción, con el objetivo de recrear un espacio envolvente que simule de manera realista el interior de una aeronave.

Figura 20.

Ensamblaje de carcasas en impresión 3D



Carcasa en impresión 3D.

En el mismo orden de ideas, es de señalar que, principalmente se hizo uso de la impresión 3D en las carcasas, puesto que estas tenían unas características geométricas complejas para ser realizadas en chapa metálica. Además, realizar las carcasas en chapa metálica generaría dificultades al momento de realizar el mantenimiento de los computadores o en el caso de que algún componente interno falle, pues estas piezas hacen más complejo el acceso para llegar allí. De esta manera, se optó por la impresión 3D en material PLA pues, por medio de este, se pudo seccionar la estructura en varias partes y sus uniones fueron más fáciles y eficientes facilitando ensamble y desensamble.

Realizar las carcasas en impresión 3D, como se mencionó anteriormente, facilitó el proceso de mantenimiento ya que, para hacerlo, solo se retiran las piezas de las carcasas, sin necesidad de

retirar, por ejemplo, la estructura de la silla para poder realizar el mantenimiento de la cabina del simulador de vuelo.

Otro de los elementos considerados para la elaboración de piezas de la cabina del simulador de vuelo en impresión 3D, fue la fácil manufactura, la precisión en el diseño y el diseño de las piezas.

Una vez con las carcasas en impresión 3D terminadas y habiendo realizado el ensamble de los conjuntos del simulador de vuelo, se enviaron a pintar las partes: Base, Cabina, El brazo de rotación y las carcasas, como se muestra en la Figura 21. Finalmente, cuando ya se tuvieron todas las piezas pintadas y comprobadas, se procedió a hacer el ensamble de los conjuntos, luego se añadieron los componentes mecánicos y electrónicos y para finalizar se le colocaron las carcasas plásticas, de esta manera dando por concluida su manufactura y para a un periodo de pruebas.

Figura 21.

Ensamblaje de los conjuntos pintados del simulador de vuelo



La Figura 22, muestra el proceso de integración de los componentes electrónicos en la estructura del simulador de vuelo. En esta etapa, se evidenció el montaje del sistema de control eléctrico y electrónico, el cual constituye el núcleo operativo que permite el movimiento, la retroalimentación y la interacción del simulador con el usuario. En paralelo, es importante mencionar que, el ensamblaje electrónico es una parte fundamental del diseño del simulador de vuelo, puesto que integra el hardware mecánico con el software de simulación, permitiendo así una experiencia realista.

Figura 22.

Ensamblaje de los componentes electrónicos del simulador de vuelo



El diseño y ubicación de los componentes electrónicos fueron definidos considerando imperativa la funcionalidad técnica y la accesibilidad para el personal técnico.

En virtud de todo lo expuesto, es menester establecer que el nombre del modelo de del simulador de vuelo en donde el practicante de diseño industrial desempeñó sus prácticas es: IMAS-16, el cual pertenece a la marca FLYFLY. Para efectos de gráficos de lo expuesto, se presentan las Figuras 23 y 24 fotografías que lo ejemplifican.

Figura 23.

Carcasas del simulador de vuelo pintadas



Carcasas

pintadas.

Figura 24.

Carcasas del simulador de vuelo pintadas.



En las Figuras 25 y 26, se observa el simulador completamente ensamblado, con todos sus componentes estructurales, electrónicos y estéticos terminados e integrados. La base metálica, construida con perfiles tubulares y reforzada para soportar el peso y los movimientos dinámicos del sistema, sustenta el conjunto de la cabina y el brazo rotatorio. Sobre esta base se montó la cabina del usuario, fabricada a partir de una combinación de carcasas en impresión 3D y paneles metálicos, con acabados superficiales aplicados mediante pintura electrostática, lo que proporciona durabilidad y una apariencia profesional.

Figura 25.

Carcasa de la cabina del simulador de vuelo pintada.



Pantallas pintadas.

Figura 26.

Ensamble de pantallas a la estructura de la cabina del simulador de vuelo



Este resultado final refleja la consolidación de todas las etapas de diseño, modelado, fabricación y ensamblaje, en donde el estudiante de Diseño Industrial participó activamente. Desde la construcción del chasis metálico hasta la integración de las carcasas y los sistemas funcionales, el proyecto evidencia un enfoque integral que articula la teoría del diseño con la práctica en un entorno real como fueron las prácticas en la industria metalmecánica.

Elaboración del archivo de las mejoras a las piezas

Otro de los entregables dentro del proceso de prácticas fue realizar un informe y un inventario detallado de todas las piezas que fueron insumo para la construcción del simulador de vuelo. Es importante precisar que para lograr obtener las piezas, sus dimensiones, material y categoría, el practicante debió antes, realizar un proceso de corrección de las piezas que lo requerían, para que así, la producción del simulador de vuelo, fuera la adecuada.

Ahora bien, realizar el informe requirió enlistar todas las piezas corregidas con las mejoras a partir del modelo de simulador de vuelo construido, el cual en líneas anteriores fue expuesto, por lo cual todas las piezas que lo conforman debieron ser marcadas, enumeradas, categorizadas en conjuntos para su posterior producción y corte. Al mismo tiempo, se valió de un archivo de Excel en donde se ubicaron dichas piezas, el objetivo de este Excel, fue indicar en qué conjunto se encontraba o correspondía cada pieza, el tipo de material, cantidades, calibre y el proceso de manufactura.

Una vez realizado el informe y el Excel con todos los determinantes necesarios de las piezas, fueron anexados o adjuntados a otro documento; en donde el conjunto de información proporcionada permitió comprender y especificar las piezas necesarias para la producción del simulador de vuelo.

Brochure de la cabina del simulador de vuelo.

Un mérito importante en el desarrollo de las prácticas del proyecto de la cabina del simulador de vuelo fue realizar un brochure por parte del practicante de diseño industrial, el cual consiste en una especie de folleto virtual o impreso que presenta las características técnicas destacadas de la cabina, de manera que se presentan imágenes, renders, información de las medidas y además conceptualización de las piezas de la estructura de la cabina. En la Figura 27, se presenta el brochure realizado en la práctica del simulador de vuelo.

Figura 27.

Página 1 y 2 Brochure Simulador de Vuelo



Figura 28.

Página 3 y 4 Brochure Simulador de Vuelo



Figura 27.

Página 5 y 6 Brochure Simulador de Vuelo



Conclusiones

Este trabajo de grado tenía como finalidad aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Diseño Industrial a un contexto real, como lo fue las prácticas académicas en donde se llevó a cabo el proyecto del diseño y construcción del simulador de vuelo para la empresa INGEIDEAS Láser. Es importante resaltar que este proyecto se dio en un contexto productivo de metalmecánica, el cual constó de varias fases, como lo fue el diseño, modelado, ensamble y/o fabricación del simulador de vuelo.

Además, para este proyecto se integró la tecnología aditiva, como lo es la impresión 3D, tecnología que representó una decisión eficiente, puesto que, disminuyó los tiempos de producción, redujo el desperdicio de material y a su vez, se destaca su aplicación para la fabricación y ensamble de geometrías complejas.

El diseño y fabricación del simulador de vuelo, permitió reflexionar acerca de los logros obtenidos, en donde confluyen no sólo los alcances o aprendizajes obtenidos y también los retos, dificultades o desafíos que representó este proyecto. De manera que la reflexión es suscitada desde una perspectiva crítica sobre el rol que adquiere el profesional del diseño industrial en entornos metalmecánicos con procesos tecnológicos y equipos multidisciplinarios. Habiendo expuesto esto, se enuncian las conclusiones más relevantes de esta experiencia de prácticas académicas.

La primera conclusión a la que se puede llegar tras la experiencia en el proyecto del diseño y producción del simulador de vuelo, es la confluencia exitosa entre la teoría y la práctica, ya que durante el desarrollo del proyecto, se lograron aplicar conceptos y teorías claves sobre el diseño industrial aplicado a un entorno real en donde se creaban soluciones eficientes y creativas, este último elemento es de destacarse, puesto que, la creatividad justificada en teorías y pensamiento

estratégico permitió lograr el objetivo del proyecto. Además, esto también fue posible gracias a las habilidades adquiridas por el practicante, como lo son el modelado, el proceso de manufactura digital y la capacidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos y herramientas.

Por otro lado, el desarrollo de las tapas o carcasas del simulador de vuelo demostró cómo el diseño industrial puede aportar a la industria, pues desde esta experiencia se evidencian los aportes del diseño industrial tanto a la estética, como a la optimización de materiales, la experiencia del usuario y la funcionalidad para lograr productos y diseños óptimos e innovadores.

En el mismo orden de ideas, la manufactura aditiva y digital tuvo un impacto importante en el desarrollo del simulador de vuelo, de manera que la incorporación de tecnologías aditivas a la industria metalmecánica consolidó un avance significativo en los tiempos de prototipado y ensamble, evidenciando el potencial que posee la impresión 3D al desarrollar figuras geométricas complejas, y para transformar los procesos de manufactura tradicionales. Aunque, la industria metalmecánica si bien no es sustituible en este proyecto, se valió de la impresión 3D reconociendo las potenciales que ésta tenía, y al mismo tiempo, se reconoce que el proceso de manufactura de metales representó una limitante en algunas piezas con geometrías complejas.

La experiencia de prácticas del desarrollo del simulador de vuelo requirió de trabajo mancomunado, en equipo y multidisciplinario, de modo que trabajar en conjunto con profesionales de otras áreas, fue clave para lograr un diseño seguro, eficiente y funcional. El diálogo multidisciplinario sostiene la importancia de una comunicación efectiva entre las partes para así lograr resolver problemas relacionados con el diseño, el ensamble, la funcionalidad e incluso la fabricación. Esto último es importante mencionarlo, puesto que, la experiencia de los profesionales y operarios que formaron parte del proyecto, poseen una gran experiencia y conocimiento, lo que

suscita a brindar soluciones o recomendaciones óptimas y sustentadas frente al material de diseño de algunas piezas del simulador de vuelo; dichas recomendaciones fueron de gran importancia al momento del ensamble del simulador.

Finalmente, como todo proceso de aprendizaje y prácticas, este proyecto no estuvo exento de limitaciones y aprendizajes. Durante el desarrollo del diseño y fabricación del simulador, hubo desafíos técnicos, como lo fue lo concerniente a los ajustes de tolerancias, el aprendizaje de la manufactura aditiva y la aplicación de softwares que facilitaran y permitieran una precisión idónea para la producción y el ensamblaje de algunas piezas del simulador de vuelo.

Recomendaciones

Tras la experiencia de prácticas profesionales en el proyecto de diseño y fabricación de un simulador de vuelo, se identificaron diversos aspectos u oportunidades de mejora, las cuales se pueden considerar como una contribución a futuros proyectos en la empresa INGEIDEAS Láser o proyectos similares y además se establecen recomendaciones orientadas a las prácticas de los futuros profesionales en diseño industrial. En este sentido, las recomendaciones emergen de un análisis crítico y reflexivo del proceso de prácticas, con el objetivo de optimizar el uso y capacitación de las nuevas tecnologías y procesos productivos como lo es el aditivo e impresión 3D; además de mejorar la gestión del diseño y promover soluciones innovadoras en los productos en contextos metalmecánicos o de manufactura avanzada.

En este sentido, la primera recomendación es hacer usos de los softwares de simulación y renders, los cuales pueden representar una mejora en la interacción de los prototipos por medio de las herramientas digitales, pues por medio de éstos se pueden validar aspectos tales como la accesibilidad y considerar las dimensiones que permitan la ergonomía del producto; esto es importante pues puede representar una importante reducción en costos y recursos al modelarse y simularse antes de iniciar la producción de piezas físicas, y allí identificar la viabilidad del modelo del simulador de vuelo.

Finalmente, es importante adelantar procesos de sistematización en los proyectos, pues ya que al realizar esto, se facilita exponer y conocer los pasos o fases que constituyeron el diseño y fabricación del simulador de vuelo, lo cual permite identificar las piezas, facilitar su producción y mejoras futuras.

Referencias

- Aguirre Bonilla, Luz A; Guarnizo Reyes, Janneth (2008) Diseño detallado de un simulador de vuelo. Universidad San Buenaventura, Bogotá.
- Arroyo Morocho, FR, Bravo Donoso, DN, Buenaño Armas, CS y Rivera Valenzuela, MA (2018). Importancia de la calidad para el desarrollo del diseño industrial en el Ecuador. Universidad Central del Ecuador.
- Asociación Internacional del Trabajo: Ergonomía. (2025). <https://www.ilo.org/es/ergonomia>
- Bonsiepe, G. (1978). *Teoría y práctica del diseño industrial*. Editorial Gustavo Gili.
- Calzada Riveira, Gustavo Andrés (2011) Diseño Industrial en el sector automotriz. Universidad católica, Pereira.
- Carrasco García, Juan Carlos (2006) Tecnología avanzada del diseño y manufactura asistidos por computador - CAD/CAM. Revista PROSPECTIVA, vol. 4, núm. 1. Universidad Autónoma del Caribe
- Ciencia, Docencia y Tecnología, vol. 27, núm. 53. Universidad Nacional de Entre Ríos, Concepción del Uruguay, Argentina.
- Ching, F. D. K. (2015). *Arquitectura: Forma, espacio y orden*. Editorial Gustavo Gili.
- Donoso Cisternas, Sergio Felipe (2016) El Diseño Industrial; las fronteras confusas de la creatividad

- Enrique Gaspar Iserte Peña, María del Mar Espinosa y Manuel Domínguez (2012) Métodos y metodologías en el ámbito del diseño industrial. <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/85/1568/a1568.pdf>
- Flores, Cecilia. (2001). Ergonomía para el diseño. Designio. Teoría y práctica. https://upload.no.com.gt/Ergonomia_para_el_dise%C3%B1o.pdf
- Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). *Tecnologías de manufactura aditiva: Impresión 3D, prototipado rápido y manufactura digital directa* (2ª ed.). Springer.
- Gutiérrez Quispe, Jesús Andrés (2025). Qué es el chasis. <https://es.scribd.com/document/658452857/Que-es-el-chasis>
- Granda Morocho, L. D., & Tapia Viñan, E. R. (2018). Diseño y construcción de una carrocería de un vehículo de competencia Formula SAE eléctrico. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Groover, M. P. (2019). *Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas* (6ª ed.). Wiley.
- Helander, M. G. (2006). *Guía de factores humanos y ergonomía* (2ª ed.). CRC Press.
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1993). *Manual de calidad de Juran* (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Karunakaran, K. P., Suryakumar, S., Pushpa, V., & Akula, S. (2012). *Integración de bajo costo de procesos aditivos y sustractivos para manufactura híbrida en capas. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 28(5), 490-500.

Mercado Bautista, Jorge Daniel (2020). Evolución de los softwares de simulación para el Diseño y Construcción en la Industria. En: Polo del conocimiento.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7554321.pdf>

Montgomery, D. C. (2020). *Introducción al control estadístico de calidad* (8ª ed.). Wiley.

Muñoz González, Andrew E; Pérez Roa Esperanza (2022) Diseño y simulación de una carrocería aerodinámica para un vehículo eléctrico tipo coupé.

Norman, D. A. (2013). *El diseño de los objetos cotidianos: Edición revisada y ampliada*. Basic Books.

Papanek, V. (1995). *El imperativo verde: Ecología y ética en el diseño y la arquitectura*. Thames & Hudson.

Real Academia Española: Ergonomía (2025). <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/ergonom%C3%ADa>

Reyes Ortiz, Jose Luis (2015) Diseño industrial y producción de la carrocería del vehículo eléctrico para la escudería DCM en la competencia fórmula SENA Eco 2013, Bogotá.

Rodríguez, J. A. (2016). *Introducción a la industria metalmecánica: Procesos, materiales y aplicaciones*. Alfaomega Grupo Editor.

Sánchez Zamora, Nereo; Lira Hernández, Iván Alonso (2020). La manufactura aditiva como potenciador de los sistemas productivos. Revista Inventum, Universidad Minuto de Dios, Colombia. <https://doi.org/10.26620/UNIMINUTO.INVENTUM.15.28.2020.104-112>

Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (2013). *Factores humanos en la ingeniería y el diseño* (7ª ed.). McGraw-Hill.

Steen, W. M., & Mazumder, J. (2010). *Procesamiento de materiales con láser* (4ª ed.). Springer.

Kock Felipe, et al (2023). Impresión en metal 3D. Revista Tecnológica de FATEC

Villamil, L. C., Avella, E. J., y Tenorio, J. A. (2018). Simuladores de vuelo: una revisión. *Ciencia y Poder Aéreo*, 13(2),138-149. <https://elicit.com/notebook/905f77fb-98ff-488b-806b-cbb7b6062254#1839fbc4c01d891a31fcfcb44f22a574>