

UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISIÓN DE INGENIERÍA



POSGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS Y TECNOLOGÍA

MODELO DE CAPACITACIÓN BASADO EN LA GESTION
DEL CONOCIMIENTO A PROGRAMADORES CNC EN UNA
ORGANIZACIÓN AEROESPACIAL

T E S I S

PRESENTADA POR

ANA KAREN OCHOA MADRID

Desarrollada para cumplir con uno de los
requerimientos parciales para obtener
el grado de Maestra en Ingeniería

DIRECTOR DE TESIS
DR. GUZMÁN GERARDO ALFONSO SÁNCHEZ SCHMITZ

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2021

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA



División de Ingeniería
Posgrado en Ingeniería Industrial
Maestría en Ingeniería en Sistemas y Tecnología

Hermosillo, Sonora a 19 de agosto de 2021.

ANA KAREN OCHOA MADRID

Con fundamento en el artículo 66, fracción III, del Reglamento de Estudios de Posgrado vigente, otorgamos a usted nuestra aprobación de la fase escrita del examen de grado, como requisito parcial para la obtención del Grado de Maestro(a) en Ingeniería: Ingeniería en Sistemas y Tecnología.

Por tal motivo este jurado extiende su autorización para que se proceda a la impresión final del documento de tesis: **MODELO DE CAPACITACIÓN BASADO EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO A PROGRAMADORES CNC EN UNA ORGANIZACIÓN AEROESPACIAL** y posteriormente efectuar la fase oral del examen de grado.

ATENTAMENTE

DR. GUZMAN GERARDO ALFONSO
SANCHEZ SCHMITZ
Director(a) de tesis y Presidente del jurado

DR. MARIO BARCELO VALENZUELA
Secretario(a) del Jurado

DR. ALONSO PEREZ SOLTERO
Vocal del Jurado

DR. JOSE LUIS OCHOA
HERNANDEZ
Vocal del Jurado



Montemorelos, Nuevo León, México, a 19 de agosto de 2021

ANA KAREN OCHOA MADRID

Con fundamento en el artículo 66, fracción III, del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora, otorgo a usted mi aprobación de la fase escrita del examen profesional, como requisito parcial para la obtención del Grado de Maestra en Ingeniería: Ingeniería en Sistemas y Tecnología.

Por tal motivo, como sinodal externo y vocal del jurado, extiendo mi autorización para que se proceda a la impresión final del documento de tesis: **MODELO DE CAPACITACIÓN BASADO EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO A PROGRAMADORES CNC EN UNA ORGANIZACIÓN AEROESPACIAL** y posteriormente efectuar la fase oral del examen de grado.

ATENTAMENTE

Dr. Ramón Andrés Díaz-Valladares
Universidad de Montemorelos
Sinodal Externo y Vocal del Jurado

RESUMEN

Hoy en día las empresas nos presentan el futuro de la economía global ya que, se cuenta con esta poderosa era de conocimiento y los grandes avances de la tecnología, sin embargo, las organizaciones presentan un retraso de adaptación para sus nuevos integrantes y la industria aeroespacial no es la excepción.

Este trabajo propone implementar un modelo de capacitación basado en la Gestión del Conocimiento y sus estrategias, ya que se ha demostrado que pueden adaptarse a cualquier tipo industria. La implementación de este modelo apoyar el proceso de capacitación a nuevos programadores CNC en una organización aeroespacial para mejorar los tiempos de aprendizaje y la conservación de conocimiento tácito dentro del área. La investigación pretende eliminar la dependencia de conocimiento entre programadores creando un sistema versátil donde se logren guardar y compartir las técnicas que se utilizan en el área de trabajo.

Los resultados fueron favorables desde la aplicación de entrevistas a los programadores CNC hasta la implementación del sistema propuesto para entrenamiento de personal técnico.

Finalmente se comprobó la efectividad de la compartición de conocimiento y la comunicación entre el equipo de programadores incluido el coordinador. En el presente documento se presentan los pasos realizados desde la detección de la problemática, hasta la obtención de resultados, así como la propuesta de trabajos futuros.

ABSTRACT

Today, companies present us with the future of the global economy since, with this powerful era of knowledge and the great advances in technology, however, organizations present a delay in adaptation for their new members and the aerospace industry is no exception.

This work proposes to implement a training model based on Knowledge Management and its strategies, since it has been shown that they can be adapted to any type of industry. The implementation of this model to support the training process for new CNC programmers in an aerospace organization will improve learning times and the conservation of tacit knowledge within the area. The research aims to eliminate the dependency on knowledge among programmers by creating a versatile system where the techniques used in the work area can be saved and shared.

The results were favorable from the application of interviews to the CNC programmers to the implementation of the proposed system for training technical personnel.

Finally, the effectiveness of knowledge sharing and communication between the team of programmers including the coordinator was verified. This document presents the steps taken from detecting the problem to obtaining results, as well as the proposal for future work.

DEDICATORIA

“Si vas a hacer algo, hazlo bien...”

*Con mucho cariño dedico este trabajo a mis padres:
Luis Francisco Ochoa (+), Ramona Madrid Muñoz y a
mi hermano Luis Tadeo Ochoa Madrid.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme, acompañarme y darme las oportunidades de cumplir esta meta profesional.

Ojalá existiera el tiempo y las palabras suficientes para agradecer a mi familia por estar siempre conmigo y siempre creer en mí; gracias a mis padres, mis mejores amigos, que sin ellos y sus constantes consejos, pláticas, risas, su confianza no sería esta persona que soy ahora. Gracias por siempre confiar en mí e iluminar mis días oscuros de inseguridades con sus palabras de apoyo.

Gracias mamá por tantas risas, por compartir conmigo tu sabiduría en la vida, por repetirme constantemente que si se tiene ganas todo se puede lograr, gracias por estar ahí siempre lista para reírte, enojarte y llorar conmigo... Gracias papá por tus ocurrencias, por enseñarme que, cualquier situación por más seria siempre habrá un buen momento para reírse de uno mismo, gracias por tu inteligencia y tu gran gusto de música, gracias por escuchar y observar todo lo que había a mi alrededor asegurándote de protegerme, estoy segura que desde donde me observas te pavoneas de orgullo viendo que tu niña logró cumplir su meta, ¡te extraño, pa!

Gracias a mi hermano que, aunque sea el más pequeño de la casa, me protege y está siempre a mi lado listo para defenderme de los malos, las arañas y de la oscuridad, gracias por tu incondicional apoyo y por ser mi cómplice en los momentos buenos y en los no tan buenos que nos ha tocado vivir, gracias por siempre estar ahí. Gracias por enseñarme que en la vida lo más importante siempre es y será la familia y que nuestro objetivo en la vida es ser feliz, “a eso venimos, ¿qué no?”.

Agradezco a mi “apa” Manuel Madrid Galáz, mi “ama” Margarita Muñoz Garrobo y mi abuela Esperanza de Atocha del Rio. Como nieta honraré la familia que ellos y que sus hijos formaron. Siempre celebraré cada camino que los tres cruzaron y siempre tendrán mi admiración y mi respeto.

Agradezco a mis maestros por poner en mí su apreciable confianza para ayudar a moldear mi carrera profesional, muchas gracias a la Dra. Tania Guadalupe Poom Bustamante (+), al Dr. Miguel Ángel Romero Ochoa, a la Maestra Patricia Shihemy Carrillo Villafaña, al Maestro Efrén Sámano Hermosillo, al Dr. Marcelino González Maitland, a la Dra. Valarie Williamson Cuthbert y a todos los maestros y maestras que estuvieron conmigo ayudándome a crecer y entregándome sus consejos los cuales han logrado que alcance a cumplir este nivel académico.

Quiero agradecer el cariño, el tiempo, la dedicación, la confianza, la lealtad y los conocimientos de la Dra. Tania Guadalupe Poom Bustamante (+), que además de que tuve el placer de ser su alumna en la licenciatura también me dio su extraordinaria amistad ofreciéndome su compañía y una inexplicable fe ya que, sin ella y sus infinitos ánimos jamás hubiera creído posible haber visualizado esta meta. Siempre recordaré nuestras interminables pláticas con temas tan variantes acompañadas de un buen café, ¡te hecho mucho de menos, Tania!

Agradezco a mis amigos y a las comunidades *Sólo es Ciencia, Ministry of Testing* y *Devz* ya que fueron un gran apoyo en el desarrollo de mi investigación.

Agradezco a mi asesor de tesis, el Dr. Guzmán Gerardo Alfonso Sánchez Schimtz, por su paciencia y sus consejos, por ayudarme en este nuevo y desconocido camino que fue el desarrollo de mi proyecto, gracias por continuar motivándome.

Agradezco la empresa Figeac Aero México por haberme permitido realizar mi proyecto de investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE) por su apoyo económico brindado en mi estudio de posgrado.

Y, por último, pero no menos importante, gracias a la Universidad de Sonora por permitirme la experiencia de ser su alumna y darme la oportunidad de conocer a mis compañeros y profesores de la maestría.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Presentación	2
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3. Objetivo General	4
1.4. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis	5
1.6. Alcances y Delimitaciones	5
1.7. Justificación.....	5
2. MARCO DE REFERENCIA	6
2.1 Conocimiento	6
2.1.1 Gestión del Conocimiento.....	7
2.1.2 Mejores Prácticas	8
2.1.3 Transferencia de Conocimiento	9
2.1.4 Modelos de Gestión del Conocimiento	9
2.2 Formación a Personal	15
2.3 Capacitación y Gestión del Conocimiento.....	16
2.4 Control Numérico por Computadora (CNC)	18
2.4.1 Capacitación a Operadores CNC.....	18
2.5 Tecnologías de la Información y Gestión del Conocimiento	19

2.5.1 Online Learning Management Systems (OLMS)	20
2.5.2 Plataformas E-learning	22
2.6 Estudios Previos	23
3. MODELO.....	26
3.1 Fase de Interacción.....	30
3.1.1 Técnicas	30
3.2 Fase de Estructuración	32
3.2.1 Herramientas	33
3.3 Fase de Representación	34
3.3.1 Repositorios.....	35
3.4 Fase de Transmisión.....	35
3.4.1 Plataforma e-learning.....	36
4. IMPLEMENTACIÓN	37
4.1 Fase de Interacción.....	37
4.1.1 Entrevistas estructuradas a expertos del área	37
4.1.2 Observación del proceso de trabajo en el área	45
4.2 Fase de Estructuración	56
4.2.1 Herramientas	57
4.3 Fase de Representación	62
4.3.1 Repositorios.....	62
4.4 Fase de Transmisión.....	64
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	77
5.1 Conclusiones.....	77
5.2 Recomendaciones	77
5.3 Trabajos Futuros.....	78
6. REFERENCIAS.....	79
7. ANEXOS	85
Anexo 1. Entrevista estructurada a expertos del área.....	85
Anexo 2. Uso de la plataforma de entrenamiento en la empresa.	86
Anexo 3. Visita al piso de maquinado de piezas.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Otorgar valor al conocimiento de acuerdo con varios autores.	7
Figura 2.2. Modelo para Construir y Usar el Conocimiento, Wiig (1993).	11
Figura 2.3. Ciclo de GC, Bukowitz y Williams (2000).	12
Figura 2.4. Modelo en Espiral del Conocimiento, Nonaka y Takeuchi (1999).	14
Figura 2.5. La Capacitación y Gestión del Conocimiento a personal.	17
Figura 3.1. Temas y sus relaciones del modelo.	27
Figura 3.2. Modelo propuesto.	29
Figura 3.3. Elementos clave para una experiencia colaborativa.	36
Figura 4.1. Proceso de programación CNC en la organización.	38
Figura 4.2. Proceso de programación CNC y sus actividades.	39
Figura 4.3. Red de trabajo del equipo de programación.	43
Figura 4.4. Equipo de programación CNC y el proceso de programación CNC.	47
Figura 4.5. Plano de una pieza real de la empresa.	48
Figura 4.6. Interior de una maquina CNC con Fixture y Materia Prima.	50
Figura 4.7. Visualización de un Fixture en CATIA.	51
Figura 4.8. Trayectorias lineales de mecanizado en CATIA.	52
Figura 4.9. Interfaz CATIA.	52
Figura 4.10. Árbol de especificaciones de una pieza.	53
Figura 4.11. Selección de estrategias de mecanizado en CATIA.	54
Figura 4.12. Trayectorias de mecanizado en CATIA.	55
Figura 4.13. Ejemplo de una pieza final en CATIA.	55
Figura 4.14. Actividades clave en el proceso de programación CNC.	56
Figura 4.15. Etapa de Diseño de Piezas.	58
Figura 4.16. Modelado de Operaciones.	58
Figura 4.17. CATIA en la empresa aeroespacial.	61

Figura 4.18. Lista de documentos.	62
Figura 4.19. Documento Trama.....	63
Figura 4.20. Comparación de las herramientas LMS, Moodle y Atutor.	66
Figura 4.21. Evaluación a Moodle y ATutor por diversos factores.	68
Figura 4.22. Recursos para la creación de la plataforma.	69
Figura 4.23. Evidencia de la instalación de Xampp.....	70
Figura 4.24. Evidencia de la plataforma Moodle localmente.	70
Figura 4.25. Ejemplo de creación de usuario en la plataforma de entrenamiento.....	71
Figura 4.26. Estructuración de cursos en Moodle.	72
Figura 4.27. Descripción de roles de usuarios en la plataforma.....	73
Figura 4.28. Plataforma de entrenamiento en el servidor de la empresa.	74
Figura 4.29. Asignación de integrantes.	75
Figura 7.1. Pantalla de bienvenida.	86
Figura 7.2. Pantalla de inicio.	87
Figura 7.3. Pantalla de los cursos activos.	87
Figura 7.4. Pantalla de categorías.....	88
Figura 7.5. Curso de Tratamientos químicos y recubrimientos Orgánicos.	88
Figura 7.6. Usuarios activos.	89
Figura 7.7. Maquina NVM 5000.....	90
Figura 7.8. Controles de maquina NVM 5000.	90
Figura 7.9. Cubo de aluminio antes del diseño.	91
Figura 7.10. Interior de una maquina NVM 5000.....	91
Figura 7.11. Pieza de aluminio de 5 ejes.	92
Figura 7.12. Complementos para una pieza.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Análisis del concepto Gestión del Conocimiento por varios autores.	8
Tabla 2.2. Características de un LMS.	21
Tabla 2.3. Comparación de plataformas e-learning.....	23
Tabla 2.4. Estudios previos desde una perspectiva internacional.....	25
Tabla 4.1. Entrenamientos a personal entre generaciones.	41
Tabla 4.2. Tipo de datos.....	43
Tabla 4.3. Programadores CNC y sus actividades.....	44
Tabla 4.4. Estructuración de usuarios para el equipo de programadores.	73

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas de tecnología representan el futuro de la economía global, más aún, en esta poderosa era de conocimiento y los grandes avances de la tecnología, sin embargo, las organizaciones presentan fallas y retrasos en la adaptación a los procesos de sus nuevos integrantes y la industria aeroespacial no es la excepción.

Esta industria representa uno de los sectores de mayor potencial y dinamismo en la economía nacional debido al alto grado de tecnología y sofisticación de sus productos, la generación de empleos, así como su vinculación y encadenamiento con otros sectores productivos (proveedores de primer, segundo y tercer nivel). La participación en una cadena de producción como la aeroespacial supone un proceso ascendente en la escala de valor. Es un sector complejo que incluye altos niveles de aprendizaje, innovación y la capacidad de fabricar mejores productos de forma más eficiente, mediante actividades que requieren mayor capacitación y formación (Poom Bustamante y León Balderrama, 2019).

A continuación, se presenta la descripción de la empresa y la problemática a abordar para la cual se diseñó una metodología para dar solución a su situación, también se presentan los objetivos y la hipótesis relacionada a esta investigación.

1.1 Presentación

El proyecto se desarrolló en una compañía aeroespacial de clase mundial especializada en el mecanizado de piezas estructurales, motores y piezas de precisión en aleaciones ligeras y metales duros. El 80% de la fabricación de piezas es de aluminio mientras que el resto es de materiales de plástico, bronce, titanio y acero inoxidable. El grupo está presente en Francia, EE. UU., Túnez, Marruecos y en México para garantizar una presencia cercana a sus clientes en las actividades de mecanizado y submontaje.

Los procesos industriales de una empresa de este tipo se desarrollan mediante el uso de códigos (programas de diseño y fabricación) que hacen que los equipos CNC ejecuten los cortes o procesos necesarios y fabriquen las piezas que son enviadas a los clientes. La compañía llega a Hermosillo, Sonora, México en diciembre del 2015, originalmente los programas eran transferidos desde el exterior, a mediados del 2017, los procesos de programación se transfieren a la planta local. El software utilizado se llama CATIA.

El equipo de trabajo consta de cinco programadores en el que hay un coordinador y cuatro programadores; el coordinador es el que verifica y organiza los nuevos programas a realizar y también, es el que cuenta con más experiencia y tiene la responsabilidad de capacitar a los nuevos programadores. La capacitación requiere de mucha atención y tiempo, por lo que el coordinador descuida las otras actividades que están a su cargo.

La problemática detectada está en cada vez que se hace la contratación de nuevos programadores; el tiempo de capacitación se incrementa, esto es medido con el tiempo que tardan en hacer su primer programa solos.

La Dirección de Ingeniería de Logística observó la curva de aprendizaje en las generaciones de programadores; la primera generación fue capacitada por un coordinador de Francia y logró presentar su primer programa en tres meses, la segunda generación logró presentar su primer programa a los seis meses y esta fue capacitada por un miembro de la primera generación, la tercera generación fue capacitada por un miembro de la segunda generación y presentó su primer programa a los nueve meses.

La experiencia con la que cuentan los programadores actuales fue desarrollada por la práctica diaria y el aprendizaje independiente de los años que se han laborado en la empresa.

A pesar de que se cuenta con un proceso de contratación entre el departamento de Recursos Humanos y el departamento de Maquinado, los nuevos programadores no logran realizar las actividades con éxito, provocando que el equipo de trabajo no logre entregar los programas en el tiempo estipulado de acuerdo al plan de trabajo con el que desarrollan los proyectos en el cual, existe una planeación por parte del departamento de Logística a donde llega la solicitud del cliente, así como también se generan fechas de entrega del producto.

1.2 Planteamiento del Problema

El coordinador actualmente es el que imparte la capacitación a los nuevos programadores y, además, está a cargo del equipo que consta de cuatro programadores. El proceso de capacitación requiere de mucho tiempo y atención por parte del coordinador logrando que abandone sus otras actividades. El equipo de trabajo debe de entregar los programas realizados en un tiempo previamente fijo, pero al tener a nuevos programadores esto hace que el tiempo de entrega no se cumpla. La carencia de capacitación adecuada a los nuevos programadores en el área de

Aluminio dificulta la entrega de los programas solicitados afectando negativamente la productividad del equipo de trabajo.

1.3. Objetivo General

Diseñar e implementar un método apoyado por la gestión del conocimiento que permita estructurar, documentar, recuperar, y compartir el conocimiento, vivencias y experiencias, a través de un sistema versátil para dar apoyo al proceso de capacitación de nuevos programadores en el área de Aluminio del departamento de Maquinado, que servirá para obtener una mejor productividad en el equipo de trabajo reduciendo los tiempos de entrega.

1.4. Objetivos Específicos

- Identificar y documentar el impacto de las causas raíz detectadas en el diagnóstico.
- Detectar y analizar el conocimiento clave del coordinador del equipo, así como el de cada programador.
- Desarrollar y/o adaptar un método que permita estructurar, documentar, recuperar, y compartir el conocimiento, vivencias y experiencias.
- Evaluar las mejores prácticas para la transferencia del conocimiento y poner en funcionamiento el modelo que garantice la continuidad de dichas mejores prácticas.

1.5. Hipótesis

La implementación de un método para el apoyo del proceso de capacitación a nuevos programadores mejorará los tiempos de aprendizaje y la conservación de conocimiento tácito dentro del área de Aluminio.

1.6. Alcances y Delimitaciones

La investigación se enfocará en el proceso de capacitación a nuevos programadores del área de Aluminio en el departamento de Maquinado de la empresa Figeac Aero México.

1.7. Justificación

En el departamento de Maquinado en el área de Aluminio se tiene la necesidad de modificar el proceso de capacitación a los nuevos programadores ya que, no se cuenta con el tiempo suficiente para una adecuada atención a los nuevos integrantes. La investigación para la obtención del posgrado pretende eliminar la dependencia de conocimiento entre programadores creando un sistema versátil donde se logren observar las técnicas que se utilizan en el área de Aluminio.

2. MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo, se realiza una investigación de la literatura realizada en publicaciones similares que fundamenten y den una base de conocimiento científico a la investigación.

2.1 Conocimiento

Vivimos hoy en la era del conocimiento, en esta nueva era la riqueza de una empresa depende en gran medida del conocimiento que posee, de quién es el propietario y cómo se utiliza para crear bienes y servicios que finalmente mejorarán la economía global (Ra'ed Masa'deh, Rifat Shannak y Mahmoud Maqableh, 2017).

El conocimiento se ha identificado como el recurso más importante para la denominada nueva economía del conocimiento y la mera exposición al conocimiento no es suficiente para garantizar una ventaja competitiva. Una organización con una cultura basada en conocimiento puede jugar un rol estimulante al proveer un ambiente adecuado para la creación y compartición del conocimiento. Y solo a través de la capacidad de absorción, la utilización y su flujo constante en la organización permitirá llegar al grado en el cual las personas en un grupo se ayudan activamente los unos a los otros. Esto es lo que da al conocimiento su valor (Carolina, 2015). La productividad del trabajador del conocimiento media significativamente entre dos procesos de GC (creación y utilización del conocimiento) e innovación (Shujahat *et al.*,2019).

La figura 2.1 presenta la interacción de los conceptos mencionados anteriormente por los autores en donde se visualiza que cómo se puede dar valor al conocimiento.



Figura 2.1. Otorgar valor al conocimiento de acuerdo con varios autores.

2.1.1 Gestión del Conocimiento

La Gestión del Conocimiento (GC) es la actividad de generar, procesar y almacenar conocimiento dentro de las bases de conocimiento. Las actividades de apoyo incluyen crear, acceder, recuperar, actualizar y eliminar el conocimiento (y los datos estructurados que lo acompañan) de una base de conocimiento. Los datos, el conocimiento a priori y las condiciones son insumos para la actividad de la ingeniería del conocimiento (Feng et al., 2017).

Una cultura efectiva de GC en reglas y prácticas que promueven la transferencia de información y conocimiento entre el personal y entre los diferentes niveles administrativos (Gupta, 2018).

GC debe ser un facilitador para lograr objetivos comerciales estratégicos (Breaugh y Starke, 2019). GC es un mecanismo significativo para mejorar la innovación y el rendimiento (Honarpour, Jusoh y Long, 2017).

La tabla 2.1 presenta un resumen de la descripción del significado de GC de los autores mencionados.

Tabla 2.1. Análisis del concepto Gestión del Conocimiento por varios autores.

	<i>Feng et al., 2017</i>	<i>Gupta, 2018</i>	<i>Breaugh y Starke, 2019</i>	<i>Honarpour, Jusoh y Long, 2017</i>
<i>Gestión del Conocimiento</i>	Generar, procesar y almacenar conocimiento.	Reglas y prácticas que promueven la transferencia de información y conocimiento.	Facilitador para lograr objetivos comerciales estratégicos.	Mejora la innovación y el rendimiento.

2.1.2 Mejores Prácticas

Las lecciones aprendidas representan principios extrapolados de múltiples fuentes y que son triangulados para incrementar su transferibilidad como conocimiento acumulativo o hipótesis funcionales que pueden ser adaptadas o usadas en situaciones nuevas (Patton, 2001).

Las mejores prácticas generan mayor rendimiento de las empresas, y esto lo fundamentan en que las mejores compañías tuvieron éxito mediante la integración de varios factores, considerando criterios de prácticas relacionadas con la estrategia, el proceso, los recursos y el clima organizacional. Estos factores se pueden agrupar desde la estrategia, la investigación, la comercialización, el clima y la cultura organizacional, las métricas y medición del rendimiento, la gestión de cartera, los estudios de mercado, las personas, los procesos y la tecnología (Marulanda, López Trujillo y Castellanos Galeano, 2016).

2.1.3 Transferencia de Conocimiento

El principal objetivo de la gestión del conocimiento es transformarlo de individual a colectivo (Chow y Chan, 2008). La transferencia del conocimiento es el proceso enfocado en el intercambio de conocimiento entre individuos a grupos, de un individuo a otro o de un grupo a otro. Normalmente ocurre en interacciones y no solo en simples transacciones. El éxito de este proceso depende substancialmente en la frecuencia, las características y la calidad de las interacciones, así como también, en la participación activa de receptor y el emisor (Rossi y Rosli, 2014; Singh y Rao, 2016).

2.1.4 Modelos de Gestión del Conocimiento

Aunque pocos dirían que el conocimiento no es importante, el problema principal es que pocos gerentes y profesionales de la información entienden cómo administrar el conocimiento en las organizaciones creadoras de conocimiento. La GC se estableció de manera creíble como una disciplina de estudio académica y un campo de práctica profesional, y una de las razones por las que tuvo tanto éxito fue el trabajo realizado en modelos teóricos o conceptuales de gestión del conocimiento (Dalkir, 2017).

Modelo de Wiig para construir y usar conocimiento (1993). El conocimiento organizado en una forma de red semántica se puede acceder y recuperar utilizando múltiples rutas de entrada que se asignan a las diferentes tareas de conocimiento que deben completarse. También define tres formas de conocimiento: conocimiento público, experiencia compartida y conocimiento personal (Dalkir, 2017). La figura 2.2 muestra el modelo de Wiig y como se relacionan las tres tareas mencionadas.

Cómo organizamos y mantenemos el conocimiento (Wiig, 1993):

- Conocimiento público: el conocimiento más accesible es predominantemente explícito, se enseña y se comparte de manera rutinaria, y generalmente está disponible en el dominio público. El conocimiento público es principalmente sistemático, aunque algunos son idealistas y pragmáticos.
- Experiencia compartida: los activos de conocimiento patentados son conocimientos exclusivos que poseen los trabajadores del conocimiento y que comparten en su trabajo, o que están integrados en tecnología y otras manifestaciones patentadas. Puede ser explícito, pero a menudo se comunica mediante representaciones o lenguajes especializados. La experiencia compartida es principalmente conocimiento pragmático, aunque este tipo de conocimiento también incluye conocimiento idealista y sistemático, y los expertos pueden referirse al conocimiento automático.
- El conocimiento personal: el conocimiento menos accesible y más completo, existe tácitamente en la mente de las personas y se usa de manera inconsciente en el trabajo, el juego y la vida diaria. El conocimiento personal consiste en una pequeña parte del conocimiento automático. Sin embargo, la mayor parte del conocimiento personal consiste en un conocimiento idealista, sistemático e incluso pragmático que no se explica ni se comprende con claridad.

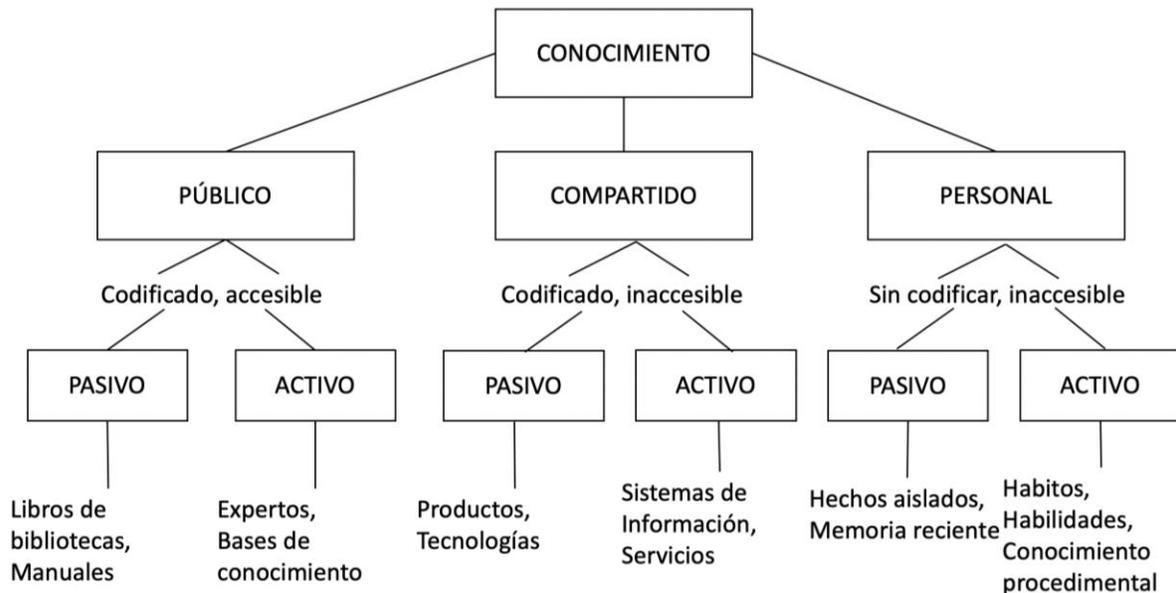


Figura 2.2. Modelo para Construir y Usar el Conocimiento, Wiig (1993).

El ciclo GC de Bukowitz y Williams (2000). Es un marco de procesos de gestión del conocimiento que describe "cómo las organizaciones generan, mantienen y despliegan un stock de conocimiento estratégicamente correcto para crear valor". En este marco, el conocimiento se compone de repositorios de conocimiento, relaciones, tecnologías de la información, infraestructuras de comunicaciones, conjuntos de habilidades funcionales, *know-how* de procesos, capacidad de respuesta ambiental, inteligencia organizacional y fuentes externas, entre otros. Las fases de "obtener", "aprender" y "contribuir" son de naturaleza táctica. Son provocadas por oportunidades o demandas impulsadas por el mercado y, por lo general, resultan en el uso diario del conocimiento para responder a estas demandas. Las etapas de "evaluar", "construir / mantener" o "desinvertir" son de naturaleza más estratégica, provocadas por cambios en el macro ambiente. Estas etapas se centran en procesos de mayor alcance para hacer coincidir el capital intelectual con los requisitos estratégicos (Dalkir, 2017). En la figura 2.3 se presenta el desarrollo de cómo trabaja el modelo de los autores Bukowitz y Williams.

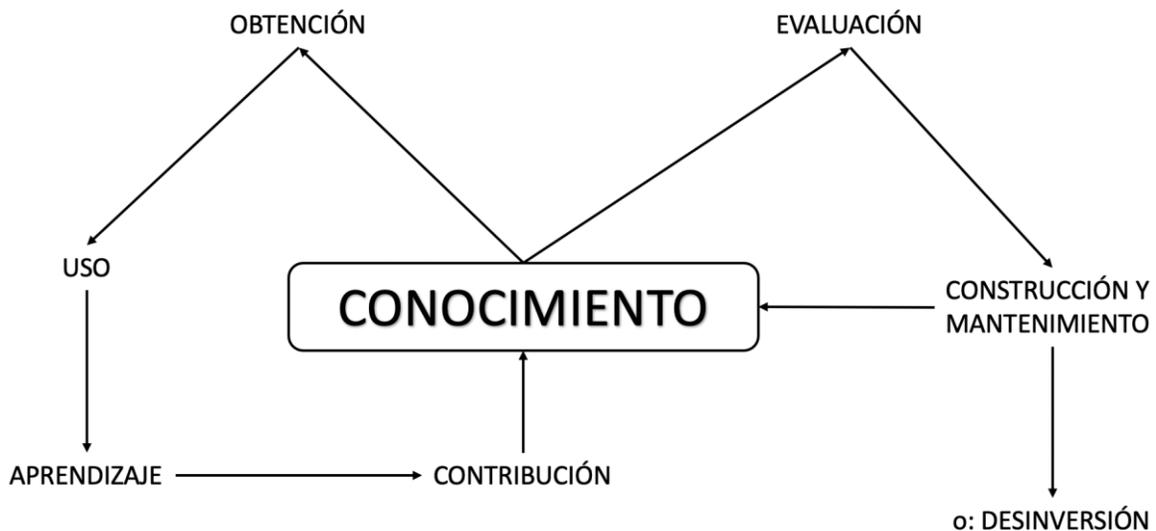


Figura 2.3. Ciclo de GC, Bukowitz y Williams (2000).

Obtener. Consiste en buscar la información necesaria para tomar decisiones, resolver problemas o innovar. En la actualidad, el desafío no es tanto encontrar información como tratar de manera eficaz el enorme volumen de información que se puede obtener.

Uso. Combinar información de formas nuevas e interesantes para fomentar la innovación organizacional. La atención se centra en los individuos y luego en los grupos.

Aprendizaje. Se refiere al proceso formal de aprendizaje de las experiencias como un medio para crear una ventaja competitiva.

Contribución. Lograr que los empleados publiquen lo que han aprendido en la base de conocimiento común (por ejemplo, un repositorio). Ésta es la única forma de hacer que el conocimiento individual sea visible y esté disponible en toda la organización, cuando corresponda.

Evaluación. Se refiere a la evaluación del capital intelectual. Esto requiere que la organización defina el conocimiento de misión crítica y mapee el capital intelectual actual con las necesidades de conocimiento futuras.

Construcción y mantenimiento. Asegura que el futuro capital intelectual de la organización mantendrá la organización viable y competitiva.

Desinversión. La organización no debe retener activos — físicos o intelectuales — si ya no crean valor. De hecho, algunos conocimientos pueden ser más valiosos si se transfieren fuera de la organización.

Modelo en Espiral del Conocimiento de Nonaka y Takeuchi (1997). Los autores subrayan la necesidad de una especie de integración de los dos enfoques, desde el punto de vista cultural, epistemológico y organizacional, con el fin de adquirir nuevas herramientas culturales y operativas para construir mejor las organizaciones creadoras de conocimiento. Este tipo de proceso de creación de conocimiento se lleva a cabo de forma continua y se da en todos los niveles de la organización. En muchos casos, la creación de conocimiento se produce de forma inesperada o no planificada. Según Takeuchi y Nonaka, la conversión del conocimiento constituye el motor de todo el proceso de creación de conocimiento. Estos modos son los que experimenta el individuo (Dalkir, 2017). La figura 2.4 se muestra de manera gráfica como es el funcionamiento del modelo en espiral.

Nonaka y Takeuchi (1997) En su opinión, el conocimiento se crea mediante la interacción entre cuatro modos de creación de conocimiento: socialización, la conversión del conocimiento tácito en tácito; internalización, de explícita a tácita; combinación, de explícito a explícito y externalización, de tácito a explícito.



Figura 2.4. Modelo en Espiral del Conocimiento, Nonaka y Takeuchi (1999).

Cuatro formas de conversión del conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1999):

Socialización: de tácito a tácito. La socialización es un proceso que consiste en compartir experiencias y, por tanto, crear conocimiento tácito tal como los modelos mentales compartidos y las habilidades técnicas.

Exteriorización: de tácito a explícito. La exteriorización es un proceso a través del cual se enuncia el conocimiento tácito en forma de conceptos explícitos. Es un proceso esencial de creación de conocimiento en el que el conocimiento tácito se vuelve explícito y adopta la forma de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos.

Combinación: de explícito a explícito. La combinación es un proceso de sistematización de conceptos con el que se genera un sistema de conocimiento. Esta forma de conversión de conocimiento implica la combinación de distintos cuerpos de conocimiento explícito. Los individuos intercambian y combinan conocimiento a través de distintos medios, tales como documentos, juntas, conversaciones por teléfono o redes computarizadas de comunicación.

Interiorización: de explícito a tácito. La interiorización es un proceso de conversión de conocimiento explícito en conocimiento tácito y está muy relacionada con el "aprendiendo haciendo". Cuando las experiencias son internalizadas en la base de conocimiento tácito de los individuos a través de la socialización, la exteriorización y la

combinación, en la forma de modelos mentales compartidos y *know-how* técnico, se vuelven activos muy valiosos. Para que el conocimiento explícito se vuelva tácito, es de gran ayuda que el conocimiento se verbalice o diagrame en documentos, manuales o historias orales. Además, los documentos o los manuales facilitan la transferencia de conocimiento explícito a otras personas, permitiendo que experimenten indirectamente las vivencias de otros, es decir, que las reexperimenten.

2.2 Formación a Personal

Saldarriaga Ríos (2008) señala que es el conjunto de políticas y prácticas necesarias para dirigir los aspectos de los cargos gerenciales relacionados con las "personas" o recursos humanos, incluidos reclutamiento, selección, capacitación, recompensas y evaluación de desempeño. Sobre dichos procesos de capacitación y evaluación del desempeño dentro de las organizaciones se encontraron grandes beneficios que le permiten tener crecimiento personal, profesional para los trabajadores y éxito en las organizaciones, pues estudian, analizan y miden los diferentes procesos, cargos para la toma de decisiones que llevan las compañías a obtener grandes logros.

La capacitación del personal es un proceso que se relaciona con el mejoramiento y crecimiento de las aptitudes de los individuos y los grupos de la organización. La meta de la capacitación de personal es facilitar el logro de metas organizacionales (Aguilera, 2010). La formación trata de proporcionar al empleado habilidades específicas o corregir deficiencias en su rendimiento (Dolan *et al.*, 2003). El desarrollo es un esfuerzo para ofrecer a los empleados las habilidades que la organización necesitará en el futuro (Gómez, 2016).

2.3 Capacitación y Gestión del Conocimiento

Los activos de conocimiento, en los factores intermedios que describen su enfoque en el desarrollo de habilidades internas para mejorar el conocimiento existente y convertir la tecnología de la empresa en un producto comercial (Dalmarco *et al.*, 2017). Implicar que el conocimiento es un recurso muy importante, o incluso el recurso más importante, es la base de la competitividad futura de una organización (Nielsen, 2018). Se necesita invertir en capitales relacionales, humanos y organizacionales apreciando las habilidades y el conocimiento disponibles en los empleados, desarrollando y manteniendo el conocimiento que poseen las organizaciones y promoviendo el establecimiento de relaciones entre la organización y las diferentes partes interesadas (Obeidat *et al.*, 2017).

La acumulación y diseminación del conocimiento en la administración de proyectos ha ofrecido por mucho tiempo múltiples beneficios; como lo son el incremento en la predictibilidad y confianza de que cierta intervención en particular tendrá resultados exitosos. Así como también, asegurarse de que se aprende de las experiencias pasadas, lo que eventualmente mostrará un aumento de resultados positivos (Niederman, Müller y March, 2018).

Los criterios principales de poder de conducción y dependencia que incluyen la gestión de la organización del aprendizaje son, el intercambio de conocimientos, la creación conjunta de conocimientos, la tecnología de la información y el almacenamiento de conocimientos porque tienen el impacto más fuerte y significativo en la industria. La evaluación formativa es muy importante para mejorar la capacitación y evaluar todos los factores involucrados durante la capacitación (Lim *et al.*, 2017). La evaluación sumativa permite a los evaluadores aclarar los resultados directos generados por la capacitación en términos de aprendizaje y cambio de comportamiento (Perez *et al.*, 2019).

Las prácticas de gestión de recursos humanos basadas en el conocimiento en la promoción de innovación es un papel fundamental del capital humano en la generación de otros tipos de recursos de conocimiento y la innovación posterior (Kianto, Sáenz y Aramburu, 2017).

La figura 2.5 representa el funcionamiento entre Capacitación a personal y la GC, en donde se observa que los conceptos anteriormente mencionados por los investigadores demuestran una conexión y sobre todo conocer cómo y qué recursos son necesarios para manejar la capacitación a personal y el uso de GC.



Figura 2.5. La Capacitación y Gestión del Conocimiento a personal.

2.4 Control Numérico por Computadora (CNC)

Los sistemas CNC son sistemas informáticos únicos que los operadores humanos utilizan como herramientas para realizar una serie de funciones de fabricación complejas en entornos críticos para la seguridad en tiempo real, a menudo durante todo el día. Cuando un CNC funciona mal, la pieza costosa que se está fabricando generalmente debe desecharse. Si falla la parte de seguridad del sistema, el operador puede correr un peligro significativo debido a las operaciones de alta potencia y velocidad de la máquina. Por lo tanto, los sistemas CNC deben ser robustos y confiables para cumplir con los objetivos de seguridad y rendimiento de los fabricantes que los utilizan. Las funciones principales de un controlador CNC incluyen la interfaz de usuario, el control lógico programable y el ejecutivo de la máquina (National Research Council, 2002).

2.4.1 Capacitación a Operadores CNC

En la era de la Industria 4.0, la automatización de procesos en el ciclo de vida de un producto parece ser una necesidad. Si bien la programación de máquinas CNC con sistemas CAM lo hace posible, es necesario adquirir efectivamente el conocimiento sobre el proceso de programación y los requisitos tecnológicos para una automatización efectiva (Kowalski y Zawadzki, 2019).

Los avances en la tecnología de máquinas herramienta, la integración CAD / CAM, la impresión 3D y las iniciativas de la Industria 4.0 están obligando a los fabricantes en general a reflexionar y reevaluar cómo diseñan e implementan componentes y ensamblajes de todo tipo. Debido a la naturaleza de las piezas aeroespaciales en general (complejidad geométrica, tolerancias ajustadas y materiales duros), así como a las estrictas pautas de la industria y el uso de máquinas multipropósito y de múltiples

ejes y herramientas de corte especializadas junto con la capacidad de inspeccionar las piezas directamente en la máquina son una necesidad. Existe la necesidad de materiales educativos más prácticos y actuales que aborden este cambio de paradigma hacia el diseño, la programación y la producción de estas piezas utilizando tecnologías actuales y personal calificado en todos los niveles (es decir, operadores, planificadores de procesos, programadores (Kronenberger, Culler y Ferere, 2020).

2.5 Tecnologías de la Información y Gestión del Conocimiento

Las tecnologías de la información y comunicación y la GC son instrumentos efectivos que permiten a las pequeñas y medianas empresas mantenerse y crecer en el azaroso ambiente actual de negocios (Majors, 2010).

A través del proceso y las herramientas de GC, los subsidiarios pueden seleccionar y acceder mejor al nuevo conocimiento basado en I + D externo para mejorar la calidad de las habilidades de los empleados y del intercambio de conocimientos y capitalizar mejor el conocimiento externo combinándolo con el interno (Dezi, 2017).

La tecnología de la información es útil para adquirir conocimiento instantáneo a través del proceso de GC que mejora el desempeño organizacional (Ahmad *et al.*, 2017).

2.5.1 Online Learning Management Systems (OLMS)

OLMS se define como un entorno de aprendizaje en línea mejorado por la tecnología que tiene como objetivo resolver problemas administrativos, mantener todos los recursos en un solo lugar, proporcionar una mejor estructura de cursos, mostrar la mayoría de las características de las actividades en línea y es más independiente y flexible (Ivanović *et al.*, 2013). Un LMS típico debe proporcionar todas las funciones de la herramienta de comunicación para garantizar una comunicación y retroalimentación fáciles entre instructores y alumnos y también entre alumnos y compañeros (Cavus y Zabadi, 2014). La interacción y la comunicación entre alumnos e instructores a través del e-learning son esenciales para apoyar la actividad de transferencia de conocimientos (Garrison, 2011).

Muchas organizaciones han llegado a reconocer que la formación continua de su fuerza laboral es la única forma de mantener la competitividad en entornos cambiantes. Los trabajadores del conocimiento deben poder adaptarse y adquirir nuevas habilidades a medida que evolucionan las tecnologías y los dominios. El e-learning ha surgido como una solución viable que se ocupa de la necesidad de formación continua bajo demanda que es menos costosa que el formato tradicional en el aula, que les quita días a los empleados (Luan y Serban, 2002).

La utilización del aprendizaje electrónico tiene varios puntos fuertes y débiles. Los puntos fuertes del e-learning son que los alumnos pueden recuperar un material de aprendizaje de forma flexible y pueden gestionar el progreso de su actividad de aprendizaje en función de la capacidad personal y los logros de aprendizaje. Las debilidades del e-learning son las posibilidades de que los e-estudiantes malinterpreten la lección debido al enfoque de la interacción de aprendizaje unidireccional y no comprendan completamente el material presentado al saltarse ciertas partes de los materiales de aprendizaje para finalizar una sesión de aprendizaje inmediatamente (Menkhoff *et al.*, 2011).

Tabla 2.2. Características de un LMS.

Característica	Descripción
Desarrollo de contenido	El desarrollo de contenido es importante en el diseño de un curso. El curso deberá estar centrado en el estudiante. El enfoque centrado en el estudiante apoyará a los estudiantes y los motivará a aprender.
Áreas de discusión	La discusión aportará un elemento dinámico a la clase en línea. Será la clave para hacer del curso una experiencia interactiva. Las discusiones permitirán a los estudiantes comunicarse entre sí y con el instructor.
Participación grupal	LMS debe de permitir a los estudiantes trabajar juntos en grupos pequeños o grandes. Poder compartir documentos, chatear, enviar correos electrónicos y trabajar juntos en entornos sincrónicos y asincrónicos.
Calendario	Los instructores podrán publicar todas las fechas de vencimiento en el calendario. El calendario también podrá servir como organizador anticipado.
Chat / Pizarra / Correo electrónico	Un instructor podrá incorporar el aprendizaje sincrónico a través de salas de chat y pizarras blancas. El instructor tendrá permitido hacer que diferentes estudiantes respondan preguntas e incluso publiquen preguntas en la sala de chat. El correo electrónico es un buen medio para que los grupos se comuniquen entre sí.
Herramientas de estudio para estudiantes	Tener guías de estudio disponibles permitirá ayudar a los estudiantes a revisar los materiales del curso.
Audio/Video	El texto sin formato en un curso en línea podrá resultar muy aburrido. Agregar audio y video a un curso permitirá minimizar el deslizamiento de los materiales.
Monitoreo de la participación y el progreso de los estudiantes	En un curso en línea, un instructor debe poder monitorear a un estudiante. Podrá saber cuándo el estudiante ingresa a un curso y cuánto tiempo está en el curso en un momento determinado. También pueden rastrear cuántas discusiones lee y responde un

	estudiante. Además, se le permitirá rastrear cuándo y cuántas páginas de contenido ve el estudiante.
Navegación e interfaz	En un curso en línea, un instructor debe de reducir la frustración de los estudiantes, no aumentarla. Es importante cómo está diseñado el curso y cómo el estudiante accederá a la información.
Administración del sitio	El LMS debe proporcionar la máxima flexibilidad para respaldar las necesidades continuas tanto de los experimentados como de los principiantes defectuosos. La facilidad de uso tanto para profesores como para estudiantes es fundamental para el éxito de un curso en línea.

En la tabla 2.2 se presenta lo que según (Lewis *et al.*, 2005) son las características con la que deben de contar un buen LMS.

2.5.2 Plataformas E-learning

En la investigación de (Cavus y Zabadi, 2014) buscaron facilitar las cosas a los instructores que deseaban tomar la mejor decisión a la hora de elegir un sistema de gestión del aprendizaje al revelar qué sistema de gestión del aprendizaje tiene las mejores herramientas de comunicación. Se centraron en seis LMS populares, ATutor, Claroline, Dokeos, Ilias, Moodle y Sakai.

Tabla 2.3. Comparación de plataformas e-learning.

LMS	Servicios de Pizarra / Vídeos	Foro de Discusión	Intercambios de archivos / Correo Interno	Correo de diario en línea	Chat en Tiempo Real	Open Source
	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Vídeo: ✓ Pizarra: ✗	✓	✗	✓	✗	✓
	Vídeo: ✓ Pizarra: ✗	✗	✓	✗	✗	✓
	Vídeo: ✓ Pizarra: ✗	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✗	✓	✗	✗	✓	✓

La tabla 2.3 presenta una comparación de los sistemas de gestión de aprendizaje en cinco características: Servicios de Pizarra / Video, Foro de Discusión, Intercambio de Archivos / Correo Interno, Correo de diario en Línea, Chat en Tiempo Real.

2.6 Estudios Previos

De acuerdo a la investigación realizada por (López Parra, 2019) dónde realiza un diagnóstico general sobre las tareas en las diferentes fases del proceso, mediante entrevistas, encuestas y observaciones al personal que labora en las respectivas fases

de una empresa del sector metalmecánico localizada en Bogotá, así como mediciones de las diferentes actividades que se realizan en el proceso. La investigación obtiene los resultados del diagnóstico evidencian que a nivel de gestión de conocimiento existen vacíos en algunas dimensiones, siendo el tema de registro y creación de conocimiento las que requieren mayor atención. Se propone sugerencias a implementar buscando mejorar la gestión de conocimiento en sus dimensiones con calificación baja como son la implementación de mapas conceptuales y aplicación de lecciones aprendidas.

Así mismo (Limón Badilla, 2019) implementó un procedimiento que mejore la documentación, el acceso y la diseminación de la información en una dependencia gubernamental en Hermosillo, Sonora. Se segmentó el procedimiento en cinco pasos: obtener y analizar la información, para después seleccionar indicadores y con estos proponer una solución, misma que una vez implementada, se evaluó para garantizar la mejora constante del proceso. Finalmente, se incluyó una última etapa donde se analizó la información resultante de la aplicación del procedimiento para detectar áreas de oportunidad de mejora que sean factibles de implementar en una siguiente iteración, lo que permitió crear un proceso gradual de mejora en la diseminación del conocimiento entre los trabajadores.

(Animesh y Kumar Mukti, 2019) presentan los factores que afectan la gestión del conocimiento en pequeñas y medianas empresas en el estado de Chhattisgarh. Mediante esta investigación, queda muy claro que KM desempeña un papel muy importante en el desarrollo estable de cualquier organización. Se puede notar que muchas de las empresas se están centrando en los beneficios del personal, pero esta investigación muestra que la gestión del conocimiento es más importante que otras.

(Dindana *et al*, 2020) presentan los beneficios y cómo las plataformas e-learning son más utilizadas en las industrias. Estos autores originarios de Indonesia diseñaron una plataforma e-learning que elimina el proceso de aprendizaje aburrido y ofreciendo a los nuevos operadores una experiencia dinámica de aprendizaje de la máquina de

CNC. Hubo dos actividades principales en el desarrollo del aprendizaje electrónico para la actividad de proceso aburrido. La primera parte fue el proceso de conversión de conocimiento basado en el modelo SECI para identificar, analizar y estructurar todo el conocimiento tácito y explícito relacionado con la actividad aburrada. La segunda parte fue el proceso de desarrollo del software para diseñar el e-learning en base al requisito planteado por la empresa. El diseño del e-learning también consideró las etapas del ciclo Bukowitz y William KM para mantener las funcionalidades del e-learning alineadas con el flujo del proceso del ciclo de KM.

Tabla 2.4. Estudios previos desde una perspectiva internacional.

Autor-Año	Título	Enfoque	Alcance
López Parra, (2019)	<i>Rol de las herramientas lean y la Gestión del Conocimiento en el proceso de mejora de manufactura de moldes en una empresa del sector metalmecánico.</i>	Análisis de la gestión del conocimiento y las herramientas Lean	Bogotá, Colombia
Limón Badilla, (2019)	<i>Un procedimiento para implementar las mejores prácticas para la gestión de documentación y transferencia del conocimiento en una dependencia del Gobierno Federal.</i>	Implementación de un procedimiento que mejore la documentación, el acceso y la disseminación de la información.	Hermosillo, Sonora
Agrawal Animesh y Suraj Kumar Mukti, (2019)	<i>A Systematic Review: Effect of TIG and A-TIG Welding on Austenitic Stainless Steel BT - Advances in Industrial and Production Engineering, Advances in Industrial and Production Engineering.</i>	Presentación de una mejor manera de implementar el KM en una organización y mejorar la satisfacción del cliente y aumentar el nivel competitivo.	Chhattisgarh, India
Dasilva Dindana, Fadel Muhammad, Amelia Kurniawati, Mochamad Teguh Kurniawan Faculty, (2020)	<i>E-learning for a Boring Process at an Aerospace Industry Company.</i>	Presentación de los beneficios y cómo las plataformas e-learning son más utilizadas en las industrias.	Bandung, Indonesia

3. MODELO

A continuación, se presenta el modelo basado en la GC para dar apoyo al proceso de capacitación de nuevos programadores que servirá para obtener una mayor productividad en el equipo de trabajo reduciendo los tiempos de entrega.

La literatura relacionada a GC es muy amplia, para este trabajo se estudiaron tres modelos de gestión de conocimiento en el capítulo anterior, los cuales son trabajos de los autores (Wiig, 1993), (Nonaka y Takeuchi, 1999) y (Bukowitz y William, 2000). (Wiig, 1993) organiza el conocimiento en forma de red semántica, en donde se puede acceder y recuperar utilizando múltiples rutas de entrada, (Nonaka y Takeuchi, 1999) subrayan la necesidad de una especie de integración de los dos enfoques — tácito y explícito —, desde el punto de vista cultural, epistemológico y organizacional, y por último las autoras (Bukowitz y William, 2000) describen cómo las organizaciones generan, mantienen y despliegan un stock de conocimiento estratégicamente correcto para crear valor. Los modelos, a pesar de que se enfocan en la GC, cada uno de ellos es diferente al otro y es por eso por lo que se analizó cada modelo para conocer cuál se adapta a la problemática anteriormente planteada. Y es por ese motivo que el Modelo en Espiral del Conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1999) es el que se selecciona para la creación del modelo de capacitación de esta investigación.

En el capítulo anterior se encontró información relevante en la literatura que aborda de manera similar el arte del estudio de buenas prácticas, sin embargo, se necesita realizar una investigación desde el criterio de los individuos que participan en el equipo de trabajo de la organización, y en vista de que el área de este trabajo es un tema o problema de investigación poco estudiado, el enfoque de esta investigación será de tipo exploratorio ya que, los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que

únicamente hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio (Hernández Sampieri, 2017).

De acuerdo con lo revisado en los estudios previos, se encontró que la GC aportó la creación y estructuración adecuada de conocimiento en distintos enfoques de investigación, sin embargo, solo se identificó en la literatura reciente que la investigación de (Dindana *et al*, 2020) realizada en Indonesia, es la que aplica la gestión de conocimiento en la industria aeroespacial. Cabe aclarar que la GC fue uno de los temas que se estudiaron para desarrollar el modelo de capacitación, la figura 3.1 presenta los temas y las relaciones de cada una de ellas para la creación del modelo de capacitación.

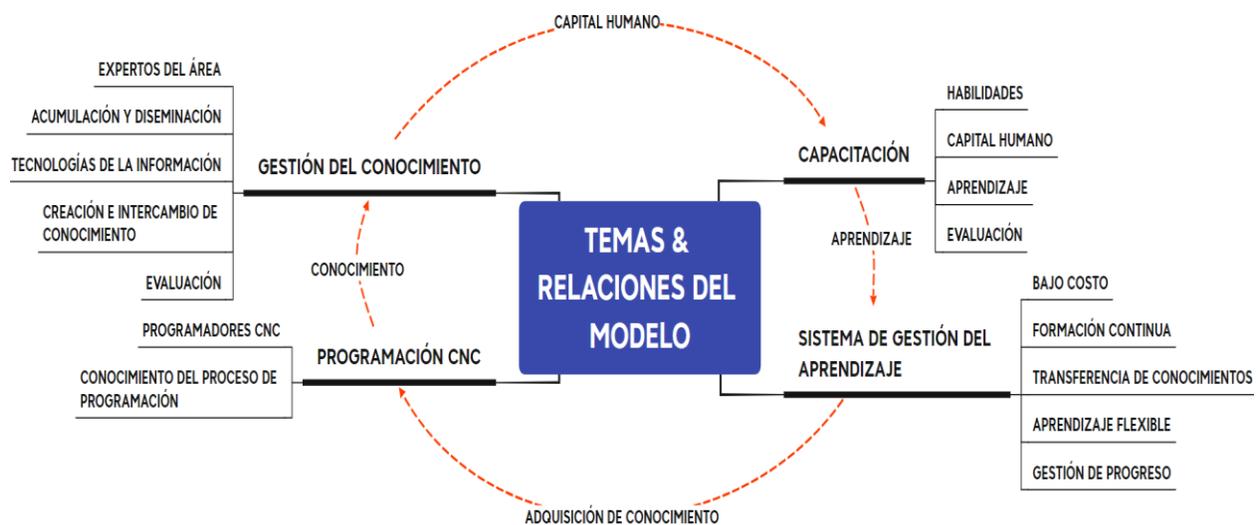


Figura 3.1. Temas y sus relaciones del modelo.

Para llevar a cabo una estructuración adecuada para la creación del modelo de esta investigación, se optó por analizar cuatro temas, así como se muestra en la figura 3.1. Los temas tienen conexión con la investigación y cada tema tiene relación entre sí.

La GC trabaja con el recurso humano en expertos de área y la Capacitación requiere del recurso humano como instructores y aprendices.

Por otro lado, el tema de Capacitación involucra el concepto de aprendizaje al igual que el tema Learning Management System (LMS), en donde se busca que se tenga un sistema de aprendizaje flexible para el instructor como para el estudiante.

Como ha sido mencionado anteriormente, la Programación CNC requiere de un nivel de conocimiento en el área CNC y es por esta razón que este tema mantiene una relación con LMS, en donde el tema Programación CNC obtiene beneficios de la adquisición de conocimiento con LMS.

Y, por último, la relación entre Programación CNC y GC se ubica en el concepto conocimiento al ser un punto crucial para los nuevos programadores CNC.

Al haber hecho un estudio de los temas anteriores se desarrolló un modelo de capacitación, el cual se presenta en la figura 3.2. El modelo tiene como soporte los fundamentos de la literatura y las experiencias de los estudios relacionados, pero sobre todo es basado en la metodología de (Nonaka y Takeuchi, 1999) que permite estructurar, documentar, recuperar, y compartir el conocimiento, vivencias y experiencias.



Figura 3.2. Modelo propuesto.

El modelo propuesto (figura 3.2) se compone de cuatro fases:

1. Interacción
2. Estructuración
3. Representación
4. Transmisión

Estas etapas presentan cómo se desarrollará la investigación y a continuación, serán descritas.

3.1 Fase de Interacción

Es aquí donde se da inicio al modelo y a pesar de que todas las etapas del modelo son importantes, es aquí en la primera etapa cuando se tendrá la interacción cara a cara con aquellos miembros del equipo de trabajo que cuenten con experiencia en el área de Aluminio.

3.1.1 Técnicas

Entrevistas Estructuradas a Expertos en el área

La entrevista estructurada de expertos en la materia es la técnica más utilizada para convertir el conocimiento tácito clave de un individuo en formas más explícitas (Dalkir, 2017).

La entrevista tendrá el objetivo de obtener una buena comprensión del proceso de programación CNC del equipo de trabajo en el área de Aluminio en el departamento de Maquinado. Se realizarán preguntas específicas para tener respuestas claras y precisas. Además, el uso de la entrevista estructurada podrá ayudar a aclarar o refinar el conocimiento obtenido de las interacciones poco estructuradas.

Para realizar esto, se propone lo siguiente:

- Por parte del entrevistador: será necesario que describa los objetivos y las preguntas específicas para la sesión de adquisición de conocimientos.
- Por parte del experto: se deben proporcionar al entrevistado los objetivos de la sesión y la muestra de preguntas.

Se recomienda hacer uso del tipo de preguntas abiertas ya que, las preguntas abiertas tienden a ser amplias e imponen pocas limitaciones al experto. Las preguntas abiertas

no van seguidas de opciones, ya que están diseñadas para fomentar una respuesta libre (Oppenheim, 1997). Además, el entrevistador puede observar el nivel de experiencia con el que cuenta cada miembro del equipo de programadores CNC y, sobre todo, los miembros pueden aportar información que no se solicitó específicamente.

De acuerdo a (Dalkir, 2017), estos son ejemplos de preguntas abiertas:

- "¿Cómo funciona?"
- "¿Qué necesitas saber antes de decidirte?"
- "¿Por qué elegiste este en lugar de aquél?"
- "¿Que sabes sobre ...?"
- "¿Cómo podría ... mejorarse?"
- "¿Cuál es su reacción general a ..."

Sin perder el sentido de esta primera fase del modelo, se utilizará el proceso de entrevistas estructuradas a expertos ya que, esta técnica se centra principalmente en las personas y en consecuencia, se deberá hacer uso de la escucha reflexiva, puesto que, ayuda en los casos en que las palabras pueden tener múltiples significados, los participantes de la entrevista pueden tener modelos mentales y características personales muy diferentes, como antecedentes, actitud, capacitación y nivel de comodidad con la posición actual en la organización.

Observación del proceso de trabajo en el área

El objetivo del uso de la técnica de observación es que, aunque sabemos que no se puede observar el conocimiento de alguien, lo que sí se puede es observar es identificar la experiencia. La observación reflexiva es una práctica excelente para poder evaluar la eficiencia (¿qué tan bien estamos haciendo esto?). Y la efectividad (¿deberíamos estar haciendo esto o algo más?). De todas las actividades

organizacionales, ya sean tareas operativas rutinarias. La clave es hacer uso de herramientas como audio o video para registrar lo que sabe el experto.

Por lo tanto, se propone lo siguiente:

- Por parte del experto: para evitar que los individuos terminen sintiéndose menos cómodas si saben que están siendo grabadas, siempre se requerirá posicionar al experto en particular en todo momento. Sobre todo, permitir que el sujeto elija y cederle los controles, para que pueda silenciar cuando quiera hablar extraoficialmente.
- Por parte del entrevistador: en cuestión de las herramientas, en las demostraciones físicas, se recomiendan cámaras de vídeo, celulares inteligentes, también se puede incluir diagramas, figuras imágenes, entre otros. Para reuniones en línea, se recomienda un software de captura de pantalla que registre la acción directamente desde el escritorio, esto permitirá capturar una asombrosa variedad de información y demostraciones.

3.2 Fase de Estructuración

Después de conocer a los individuos que forman parte del equipo de área de estudio de investigación y tener esa interacción de saber con qué conocimientos cuentan cada uno, se continua con la estructuración de lo observado y analizado anteriormente. Cuando se convierte el conocimiento en forma explícita, como un documento, ese conocimiento será más sencillo y amplio de comunicar.

El papel fundamental de la fase de estructuración de conocimiento es que permite organizar conocimiento para compartir y utilizar lo que se conoce colectivamente. El almacenamiento del conocimiento de los miembros del equipo del área de Aluminio se

puede lograr a través de una variedad de herramientas como metáforas, mapas cognitivos, taxonomías del conocimiento y modelos.

3.2.1 Herramientas

Las siguientes herramientas se proponen para lograr una mejor estructuración de la información obtenida en las entrevistas. Esto permitirá una mejor gestión y almacenamiento.

Mapas Cognitivos

Un mapa cognitivo o de conocimiento es una representación del "modelo mental" del conocimiento de una persona. El mapa cognitivo es una forma poderosa de codificar el conocimiento capturado porque también captura el contexto y las complejas interrelaciones entre los diferentes conceptos clave. De hecho, es considerado muy importante incluir puntos de vista, percepciones, juicios, hipótesis y creencias individuales, ya que forman parte de la cosmovisión subjetiva del entrevistado.

Se propone desarrollar los mapas cognitivos sobre aquellas actividades más destacadas del proceso de programación CNC mediante un software de visualización (que van desde simples herramientas de mapeo de lluvia de ideas hasta representaciones en 3-D).

El objetivo de los mapas cognitivos o de conocimiento es estructurar mejor el conocimiento explícito y de este modo, almacenarlo en la memoria corporativa para su retención a largo plazo.

Taxonomías del Conocimiento

Una vez que se han identificado y capturado los conceptos clave que son necesarios para el entrenamiento de nuevos programadores, se pueden organizar en una jerarquía la información que es manejada por parte del coordinador del equipo, esto se denomina taxonomía de conocimiento estructural. Las taxonomías del conocimiento permiten que el conocimiento se represente gráficamente de tal manera que refleje la organización lógica de los conceptos dentro de un campo particular de especialización o para la organización en general.

Las taxonomías son sistemas de clasificación básicos que nos permiten describir conceptos y sus dependencias, normalmente de forma jerárquica. Cuanto más alto se coloca el concepto, más general o genérico es el concepto. Cuanto más bajo se coloca el concepto, más específica es una instancia de categorías de nivel superior.

3.3 Fase de Representación

La tercera fase del modelo de capacitación tiene el objetivo de digitalizar el conocimiento que fue estructurado por los mapas cognitivos y las gráficas de taxonomía desarrollados en la etapa anterior. En esta etapa del modelo se recuerda la importancia de incrustar y archivar conocimiento en repositorios. (Cano Rivera, Espitia Zambrano y Pérez Castillo, 2009) definen como “repositorio, depósito o archivo” a un sitio centralizado donde se almacena y mantiene la información digital, habitualmente en bases de datos o archivos informáticos.

Cabe aclarar que, si durante las entrevistas se llega a dar a conocer que la organización y/o el equipo de programadores cuenta con algún tipo de repositorios, deberán ser estudiados para su validación en la investigación.

3.3.1 Repositorios

Documentos Digitales

Se propone hacer uso de documentos digitales ya que estos archivos cuentan con la capacidad de ser registrados en un soporte de almacenamiento para su fácil identificación y recuperación. Sin importar el formato de la información: texto, imagen, sonido y audiovisuales.

Los documentos digitales podrán almacenar la información obtenida en las etapas anteriores; en las entrevistas dadas en la interacción con los miembros del equipo, así como también, en los mapas realizados en la segunda etapa del modelo de capacitación.

3.4 Fase de Transmisión

Por último, pero no menos importante, la cuarta fase del modelo de capacitación tiene la finalidad de difundir y sistematizar la información generada en las etapas anteriores. En la primera fase se tiene la adquisición de conocimiento de los expertos, en la segunda fase se almacena en mapas los conocimientos, ideas, creencias obtenidas de los expertos, en la tercera fase se digitaliza esos conocimientos de los expertos en repositorios y en la cuarta fase se hace uso de todo lo estudiado de los expertos del equipo de trabajo del área de estudio de investigación, para la creación de un sistema colaborativo y de aprendizaje.

Esta sistematización será desarrollada con ayuda de las técnicas, herramientas y repositorios generados en las etapas anteriores. Para ello se propone realizar un sistema de información dinámico, sencillo de entender y capaz, de que los individuos

del equipo del área de estudio continúen aplicando y trabajando los conocimientos que desarrollen a través de su labor.

3.4.1 Plataforma e-learning

El *e-learning* se convierte en una tecnología educativa popular ya que ofrece ahorro de costos y eficiencia de tiempo tanto para los instructores como para los alumnos en las actividades de aprendizaje. La figura 3.3 presenta los tres elementos o dimensiones clave según (Garrison, 2011) son la presencia social, cognitiva y docente.

1. La presencia social crea el entorno para la confianza, la comunicación abierta y la cohesión del grupo.
2. La presencia cognitiva es la capacidad de los alumnos de construir y confirmar el significado a través de la reflexión y el discurso sostenidos en una comunidad crítica de investigación.
3. La presencia docente, está asociado con el diseño, la facilitación y la dirección de una comunidad de investigación.

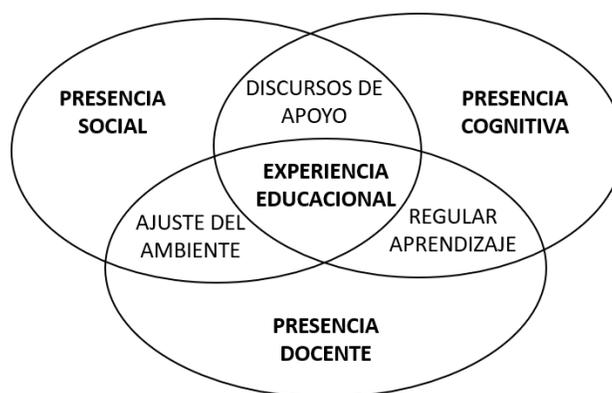


Figura 3.3. Elementos clave para una experiencia colaborativa.

4. IMPLEMENTACIÓN

A continuación, se describe la manera en la cual ha sido aplicado el modelo siguiendo los pasos descritos en el capítulo anterior, además se detalla la manera en que fue llevado a cabo la aplicación del modelo, así como también, la práctica y el uso de este.

4.1 Fase de Interacción

Es el inicio de la metodología propuesta, en ella es necesario determinar la información entre los individuos del equipo de trabajo: cómo utilizan el conocimiento en el proceso de programación y las maneras en qué almacenan el conocimiento en la actualidad.

La fase se compone de dos técnicas: entrevistas y observación del proceso de trabajo en el área.

4.1.1 Entrevistas estructuradas a expertos del área

La técnica de entrevistas estructuradas fue dirigida al personal del equipo de programación, las preguntas realizadas pueden revisarse en el anexo 1; la finalidad de la actividad era obtener una buena comprensión del proceso de programación CNC del equipo de trabajo en el área de Aluminio en el departamento de Maquinado. Esta técnica fue fundamental porque es necesario conocer el estado actual en el cual los individuos operan el proceso de programación. La entrevista fue aplicada a cada uno de los cinco integrantes del equipo de trabajo.

Las preguntas de la entrevista fueron diseñadas específicamente para este estudio, cabe aclarar que se realizó una búsqueda de posibles cuestionarios que pudieran proporcionar la información necesaria para la primera interacción, por lo cual la estructuración de la entrevista fue haciendo uso de lo estudiado en la literatura, así como también con preguntas que surgieron en el momento de la actividad.

A continuación, se explican los pasos que se siguieron para la aplicación de la encuesta:

Se aplicó la entrevista a los cinco integrantes del equipo de trabajo en donde las preguntas buscaban comprender cómo es el proceso de programación; qué herramientas utilizan para llevar a cabo su trabajo, qué tipos de repositorios utilizan, si hacen uso de documentación y si tienen comunicación con otros departamentos. Las preguntas también buscaron conocer qué tanto conocimiento tenía cada integrante y, sobre todo, conocer cómo obtuvieron dicho conocimiento.

La figura 4.1 presenta el proceso de programación CNC que siguen los programadores.

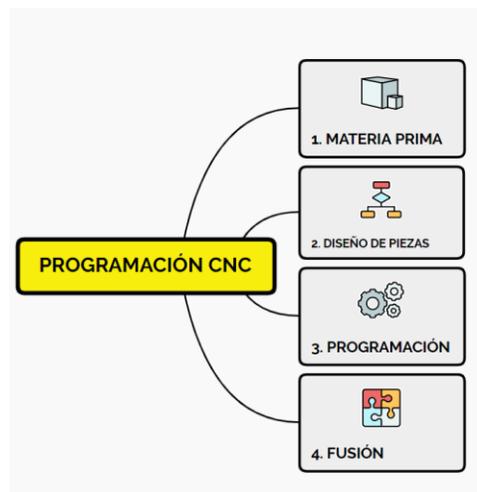


Figura 4.1. Proceso de programación CNC en la organización.

La figura 4.2 presenta las actividades que se desarrolla en cada fase del proceso de programación.

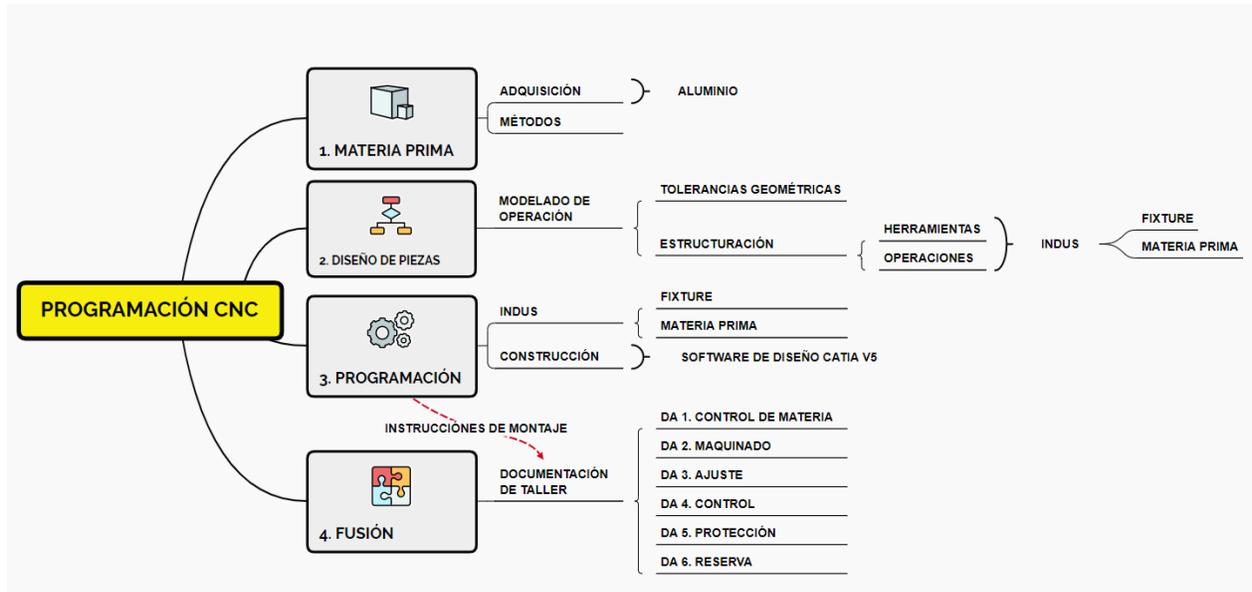


Figura 4.2. Proceso de programación CNC y sus actividades.

Cada etapa conlleva una serie de actividades las cuales cada programador debe de realizar como parte del proceso de programación. A continuación, se describe las cuatro etapas:

1. Materia Prima. Es donde el coordinador de la mano con el Director de Ingenierías, realizan la compra o selección de la materia prima, que en este caso es Aluminio.
2. Diseño. Es la preparación de la programación en donde realizan el modelado de las operaciones que utilizarán en la pieza a diseñar y qué herramientas necesitarán implementar en el diseño de esta.
3. Programación. Es el proceso de maquinado para el diseño de la pieza. El desempeño de la programación es independiente en cada programador. El proceso de maquinado está dividido en subensambles los cuales son:

- a. Indus. Es entregado por el coordinador del equipo a los programadores con poca experiencia y está compuesto por la pieza, la materia prima y las dimensiones. Su función es poder visualizar cómo debe de ser la pieza final.
 - b. Fixture. Es el sostén entre la pieza y la máquina CNC.
 - c. Construcción. Es todo lo necesario para la programación de la pieza y es basado en el plano de la pieza. Está compuesto por las herramientas, operaciones, trayectorias de maquinado, estrategias de mecanizado, condiciones de corte, entre otros.
4. Fusión. Cuando la pieza pasa a la máquina CNC en planta para el desarrollo de la pieza física, se necesita llevar a cabo un control entre programadores CNC, operador de máquina CNC y otros departamentos. Es por eso por lo que se utilizan Documentos de Taller (DA por sus siglas en francés, "*documents d'atelier*"), estos documentos son instrucciones de montaje del fixture, así como también, pruebas que se realizan para medir las piezas.

Además, durante las entrevistas se obtuvo información más actualizada del entrenamiento que llevaron cada uno de los cinco programadores. Para que los programadores estén actualmente operando ellos tuvieron que pasar por un entrenamiento, el cual como ya fue mencionado antes, fue cambiando en cada generación; mientras que unos programadores mencionaban haber estado en una capacitación por el personal de Francia, otros mencionaban que tuvieron que buscar fuentes en internet y literatura para conocer el software de diseño, CATIA.

Tabla 4.1. Entrenamientos a personal entre generaciones.

Programador	Entrenamiento	Etapa	Tiempo
Coordinador	Francia	Métodos	1.5 año
		Programación	3.5 años
A	Francia	Diseño de piezas	1 año
		Programación	Actualidad
B	México	Programación	2 años
C	México	Programación	3 meses
D	México	Programación	2 semanas

En la tabla 4.1 se presenta los entrenamientos que fueron aplicados en cada uno de los programadores.

De los cinco integrantes del equipo, solo dos programadores han sido entrenados por el personal de Francia y este entrenamiento llevó un plan en el cual se empezaba a entrenar con la etapa de diseño de piezas, la cual tenía una duración de un año, después el entrenamiento pasaba a la etapa de programación CNC. Por otro lado, los tres programadores restantes obtuvieron un entrenamiento distinto en donde su entrenamiento empezaba desde la etapa de programación CNC. Sin embargo, se obtuvo que el conocimiento con el que cuentan actualmente cada integrante es de manera autodidacta, además, se conoció que cada programador tiene el empeño de continuar aprendiendo y mejorando sus conocimientos para un mejor desempeño en el trabajo.

Los cuatro programadores, exceptuando al coordinador, mencionaron que en su entrenamiento tuvieron que reforzar o investigar más sobre el maquinado de piezas en otras fuentes. La empresa tiene un límite de tres meses para la contratación de nuevos programadores CNC y en ese periodo de tiempo, los *posibles* nuevos programadores se encuentran con una gran cantidad de información del proceso de diseño de una pieza — como lo son términos de dimensiones y tolerancias — y, a parte, información sobre el uso del software de diseño CATIA. Por tal motivo, se ven en la necesidad de

ser autodidactas y robustecer su conocimiento sobre la programación CNC. Es por ese motivo que la entrevista se enfocó en conocer qué fuentes externas utilizaron los cuatro programadores. El programador A, que a pesar de que obtuvo un entrenamiento del personal de Francia, hizo uso de un curso tomado en una universidad de Canadá sobre dimensiones y tolerancias geométricas. El programador B estudió un curso en la plataforma Udemy del software de diseño CATIA. Por otro lado, el programador C hizo uso de la literatura en guías del software CATIA. Y, por último, el programador D estudio el manejo de CATIA con ayuda de diseños de piezas anteriormente hechas por otros programadores y también con literatura con respecto al diseño de piezas y fixtures en CATIA.

Después de conocer cómo trabaja el equipo de programación CNC y saber la experiencia de cada miembro, la entrevista empezó a enfocarse en saber qué herramientas de TI utilizan como repositorios y comunicación entre los programadores. El coordinador y los cuatro programadores mantienen comunicación durante todo el proceso de maquinado de la pieza a diseñar y el medio que emplean es la compartición y almacenamiento de archivos en la Red de la organización. Los archivos los mantienen organizados en carpetas por herramientas, planos, fixtures, documentos de taller, entre otros. Cada computadora de cada programador tiene acceso a las carpetas necesarias para elaborar su trabajo, y si es requerido, cada programador puede aportar material. La figura 4.3 presenta la red de trabajo y la comunicación del equipo de programación.

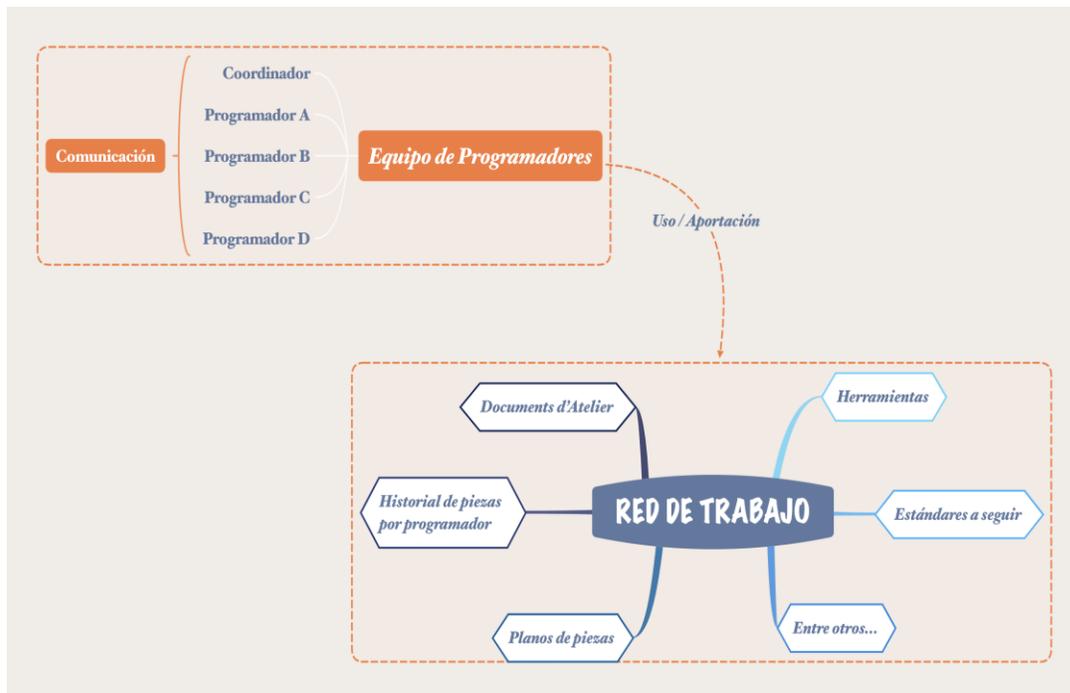


Figura 4.3. Red de trabajo del equipo de programación.

Se conoce que se tiene una gran cantidad de valioso conocimiento tácito en el proceso de programación CNC en la empresa del estudio, este supuesto fue confirmado en las entrevistas realizadas, además se determinaron las diferentes maneras en las que se encuentra el conocimiento en el equipo de programación y fueron agrupadas en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Tipo de datos.

Tipo de datos	Observación
Xls	Archivos excel utilizados de manera local.
Docx	Archivos locales, formatos de DA's que reutilizan.
Libros	Información sobre la herramienta de diseño CATIA.
Oral	Comunicación informal.
Compartidos	Archivos compartidos.
Correo	Para solicitar información con los otros departamentos involucrados y mantener comunicación con los operadores FAC Runners.

En la tabla 4.2 se agrupan las distintas respuestas obtenidas en la entrevista, así como una descripción de su funcionalidad. Se puede observar que el equipo de programadores mantiene comunicación entre ellos a lo largo de sus actividades.

El equipo de programación explicó que, la mayoría de los integrantes se enfocaban en la programación de piezas en el software de diseño CATIA, sin embargo, existe un integrante que realiza otra actividad en CATIA. El programador C, como lo muestra la tabla 4.3, es diseñador de Fixtures.

Tabla 4.3. Programadores CNC y sus actividades.

Programador	Actividades
A	Programación de piezas
B	Programación de piezas
C	Diseño y/o Compra de Fixtures
D	Programación de piezas

El programador C comentó en la entrevista que él requiere trabajar con otras actividades involucradas en el diseño y/o compra de Fixtures y al igual que los otros miembros del equipo, su papel representa un papel primordial. El coordinador compartió que, si llegan a tener una solicitud de un cliente del diseño de una pieza en donde requieran un Fixture que ya existe en el mercado, la empresa se encuentra disponible en hacer la compra. Para realizar la compra de un Fixture, el programador C requiere analizar la demanda del Fixture, además de revisar los proveedores, la cotización y lo más importante, el tiempo de entrega del Fixture. Sin embargo, el programador C y el coordinador comentaron en la entrevista que lo ideal es que, el equipo de programación realice la fabricación del Fixture ya que, esto resulta un ahorro de costos y tiempo.

La entrevista fue llevada a cabo en el área de trabajo de manera personal, se buscó que las preguntas fueran específicas y se aplicaron en un tiempo límite de 3 horas para entender en su totalidad el proceso de programación, afortunadamente se contó con el interés de los involucrados y se obtuvo respuesta al 100% de las preguntas.

4.1.2 Observación del proceso de trabajo en el área

Como ha sido mencionado anteriormente, la primera fase de interacción con los miembros del equipo de programación del área de Aluminio es la fase en la cual se comprende el modo de trabajo del equipo y la técnica de observación aporta mucho a dicha fase.

La observación fue aplicada a la vez de la técnica de entrevistas; se observó el comportamiento de cada integrante, se observó las herramientas de software que utilizan para diseñar cada pieza, se observó cómo es la documentación de cada pieza y los distintos formatos que utilizan, así como también la interacción entre cada integrante del equipo.

En el lapso de 3 horas de cada entrevista a cada programador se le dedicó tiempo en conocer el software de diseño CATIA; qué herramientas y estrategias se utilizan, cómo son, visualizar los planos y la documentación. Además, se observó la eficiencia y conocimiento sobre el proceso de programación que tenían cada programador. Para cada entrevista se hicieron apuntes en hojas de texto físicas y digitales para una mejor documentación, además, para poder revisar más tarde y tener al alcance las conversaciones realizadas con el equipo de programación, se hizo uso de una aplicación móvil para grabar las entrevistas. Cada grabación fue en formato mp4 y tuvieron un tamaño de 250 megabytes aproximadamente.

Se decidió que la entrevista se llevaría de manera aleatoria, según las indicaciones del coordinador ya que, los programadores se encontraban realizando su trabajo. Por tal motivo, se entrevistó al programador que estuviera más desocupado de sus labores.

Como ha sido mencionado anteriormente, cada programador cuenta con diferente experiencia en la programación de piezas en el software CATIA. Durante la entrevista a cada programador se observó que, tanto los programadores con más experiencia y los programadores con menos experiencia, mostraban inseguridad en ciertos temas, por lo que debían de consultar entre ellos sobre el significado de algún termino/sigla, la ubicación de un documento, entre otros. Los cuatro programadores llegaron a confesar que no conocían la respuesta, es por eso que acudían a otro programador o al coordinador por su ayuda. Sin embargo, esto demostró que el equipo de programadores CNC tiene una buena comunicación entre ellos, lo cual brinda ventaja en el maquinado de la pieza de cada programador. Así mismo, se observó que programador cuenta con más conocimiento que otros.

Se solicitó visualizar el modo de trabajo del equipo de programadores CNC para confirmar que continuaran el proceso de programación que al inicio de la entrevista comentaron. Ciertamente siguen el proceso, sin embargo, los programadores y el coordinador comentaron que existe un espacio de tiempo en el cual deben de revisar el diseño de la pieza antes de enviarla a maquinar físicamente. La programación de la pieza es desarrollada por el programador CNC y la revisión es aplicada por el coordinador. La figura 4.4 presenta el proceso de programación CNC, desde la solicitud de la pieza por parte del cliente, junto con el inicio del maquinado de la pieza con el programador hasta, la revisión de la pieza.

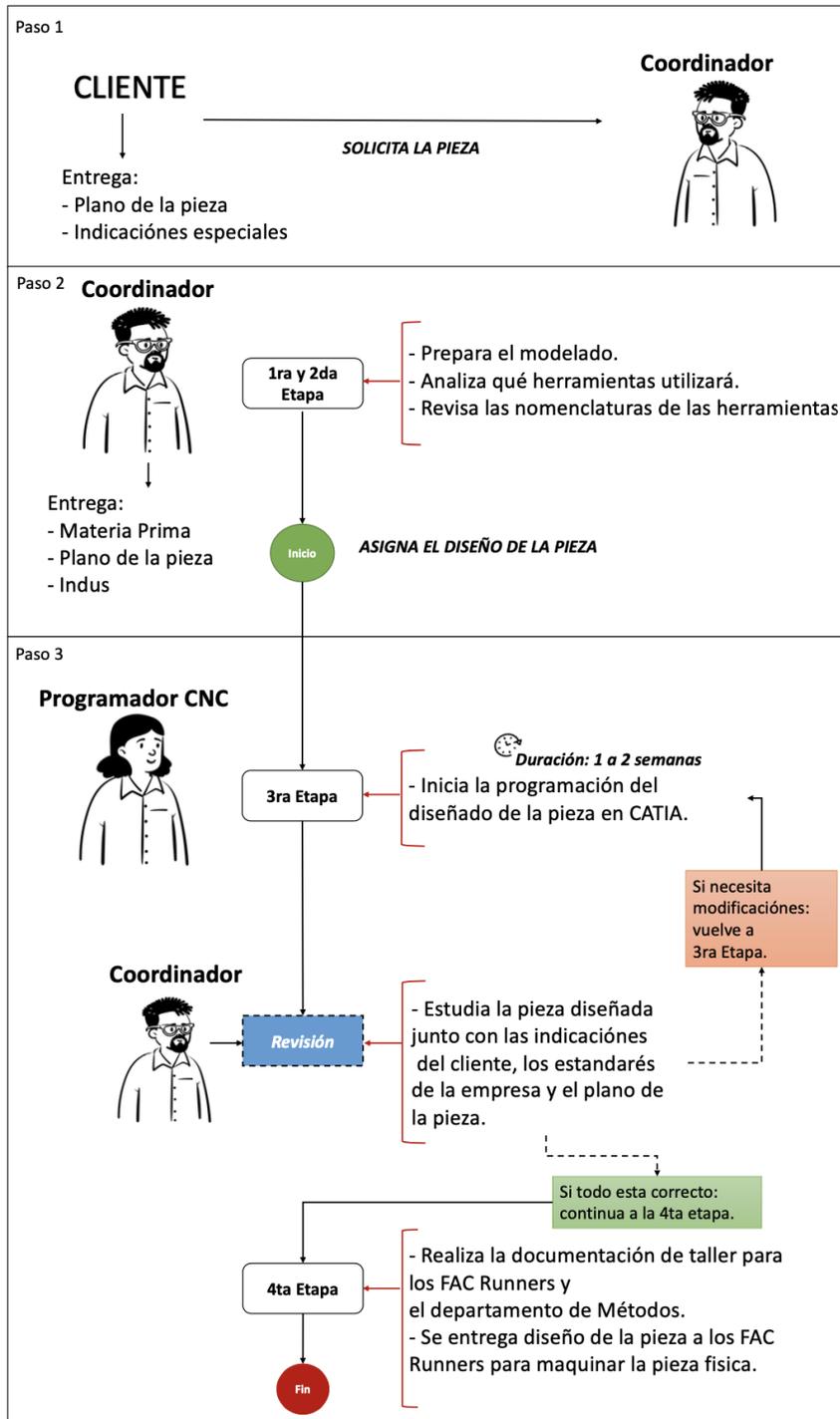


Figura 4.4. Equipo de programación CNC y el proceso de programación CNC.

Como primer paso se tiene que la pieza de aluminio es solicitada por un cliente, el cual entrega al coordinador del equipo el plano de la pieza que se debe de seguir de acuerdo con el diseño de su avión. El cliente también entrega alguna indicación especial que deba de tener su pieza, como el rolado de la materia prima, herramientas con medidas especiales, entre otros. Además, en la solicitud de la pieza se entrega el tiempo en el que necesita tener la pieza física lista y la cantidad de las piezas. La figura 4.5 presenta cómo es un plano de una pieza la cual debe de tener indicaciones por parte del cliente, posibles notas/avisos para tener en cuenta y estar referenciado al programador que diseñara la pieza.

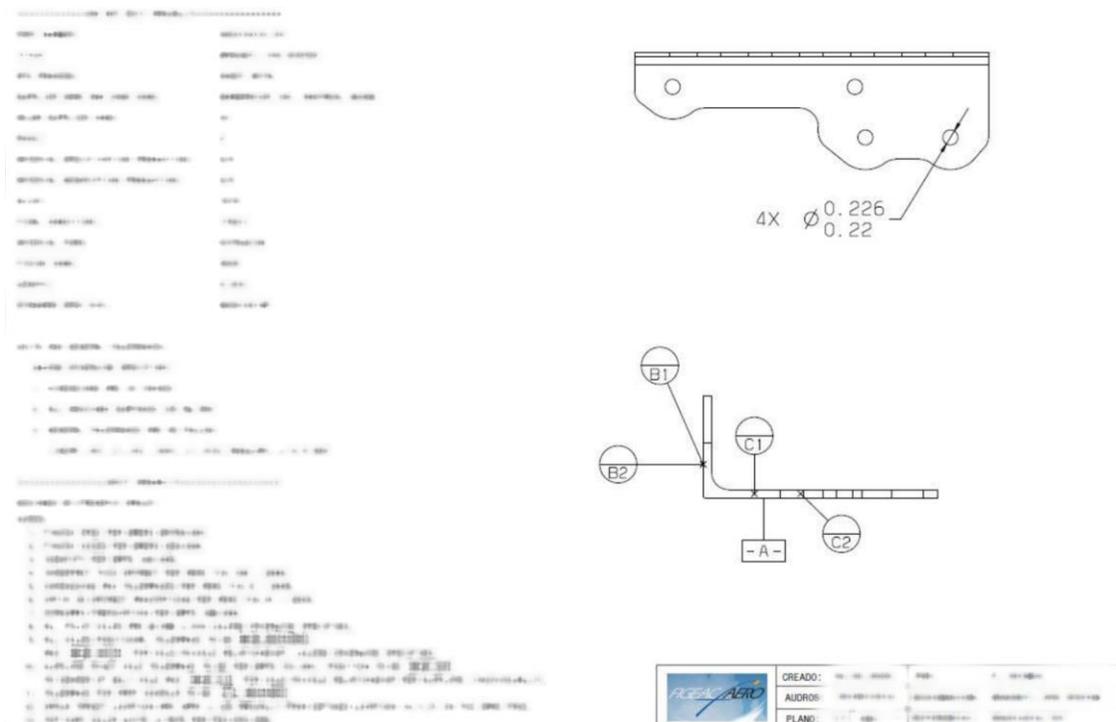


Figura 4.5. Plano de una pieza real de la empresa.

Cuando el coordinador estudia la pieza que se acaba de solicitar por parte del cliente, es momento de realizar el modelado de operaciones para la pieza. El segundo paso es sobre la modelación de operaciones o industrialización de la pieza, esto tomando

en cuenta el parámetro de la complejidad de la pieza; en ocasiones se puede presentar que la pieza que se acaba de solicitar muestre un menor o alto grado de complejidad.

La complejidad es medida con el plano de la pieza y/o con las indicaciones especiales del cliente. Es aquí cuando el coordinador hace la elección del programador que llevará a cabo el maquinado de la pieza. De acuerdo con la entrevista, el coordinador comentó que él requiere hacer un diseño que no necesite mucho tiempo en las máquinas CNC por lo cual, para hacer una programación en CATIA, necesita hacer un buen modelado de operación. La elección de las herramientas de diseño debe de ser estudiada junto con la nomenclatura de cada herramienta; cada herramienta tiene sus medidas estándar, sin embargo, el cliente puede llegar a solicitar otras medidas de acuerdo con sus necesidades. Las nomenclaturas de las herramientas, condiciones de corte y otros documentos el coordinador lo comparte con el equipo en la red de trabajo, para poder consultar en las carpetas compartidas en la red de la organización. Cuando el coordinador termina el diseño de la pieza que se debe de programar, puede continuar con la siguiente etapa de asignación de programador.

Al programador seleccionado se le entrega la documentación y los requerimientos del cliente, además, los programas de *Indus* y *Fixture* para el inicio de la programación de la pieza en el software de diseño CATIA. En el tercer paso el programador CNC continua con el proceso de programación de la pieza empezando por el diseño de la pieza el cual, se conforma por estudiar el plano de la pieza para después poder analizar el modelado de operaciones y las herramientas entregadas por el coordinador, las cuales serán las herramientas que utilizará en el diseño de la pieza en el software CATIA. La etapa de programación de la pieza es la construcción del diseño de la pieza en el software CATIA. El programador en esta etapa cuenta con la documentación de la pieza, el modelado que compartió el coordinador para el diseño de la pieza y los programas *Indus* y *Fixture*. La programación de la pieza inicia con los programas compartidos por el coordinador los cuales son una vista previa de cómo debe de ser la pieza al final de la programación, junto con la unión de la materia prima y la máquina CNC. Según comentaron los programadores en la entrevista, ellos deben de tener

cuidado en el diseño de la pieza al respetar el Fixture ya que, si una herramienta llega a perforar el *Fixture* en la simulación del maquinado en CATIA también lo hará en la maquina CNC. Al igual que el *Indus*, si alguna operación o corte atraviesa la vista previa de la pieza en la materia prima en la simulación de CATIA, también lo hará en la maquina CNC. Es por eso por lo que es considerado muy importante el diseño de la pieza y su modelado de operaciones. La programación / construcción / diseño de la pieza puede durar aproximadamente de una a dos semanas de acuerdo con la experiencia del programador asignado.

La figura 4.6 representa de manera gráfica cómo es el interior de una maquina CNC en donde se visualiza la herramienta, la materia prima, el *Fixture* y la base de la maquina CNC.

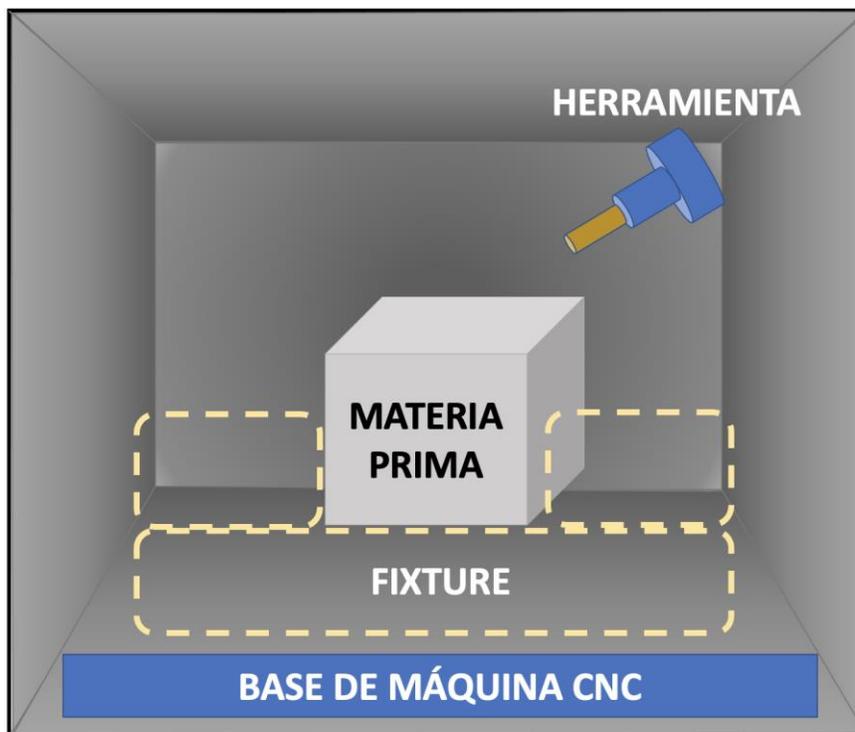


Figura 4.6. Interior de una maquina CNC con Fixture y Materia Prima.

La figura 4.7 presenta un Fixture diseñado en CATIA.

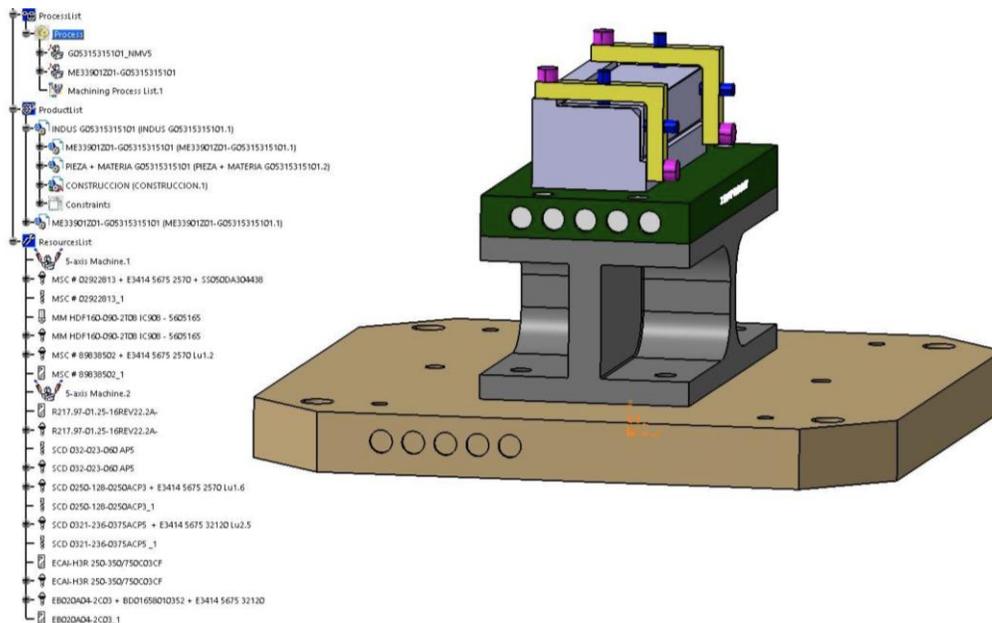


Figura 4.7. Visualización de un Fixture en CATIA.

La programación de la pieza es libre para el programador; de acuerdo con la experiencia de cada programador ellos pueden elegir qué estrategias, herramientas, trayectorias realizar en el maquinado. CATIA permite a los programadores visualizar las herramientas, cortadores — fresado, fresado toroidal, brocas, fresa de careado, rimas, entre otros —, las trayectorias de maquinado que desarrollan las cuales se programan con distintos colores para poder visualizar la diferencia entre las trayectorias, al igual que las estrategias de mecanizado. En la figura 4.8 se observan las trayectorias lineales indicadas con líneas verdes de un *Facemill* de 1.25 pulgadas, esta operación del mecanizado consiste en desbastar la mayor cantidad de materia prima.

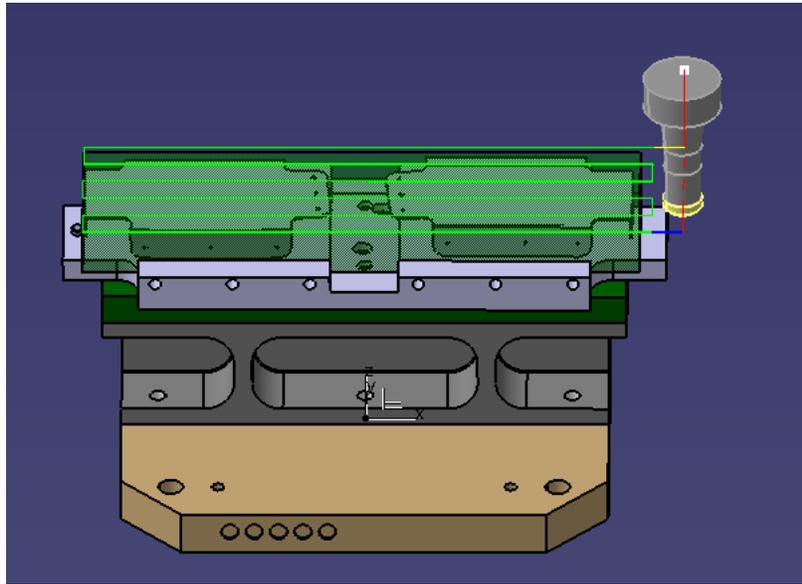


Figura 4.8. Trayectorias lineales de mecanizado en CATIA.

La figura 4.9 presenta la interfaz principal de CATIA en la cual, se visualiza la materia prima y el proceso de diseño de la pieza, el árbol de especificaciones, el *workbench* (espacio de trabajo) de la pieza, las herramientas para el diseño de la pieza, el navegador de la pieza, entre otros.

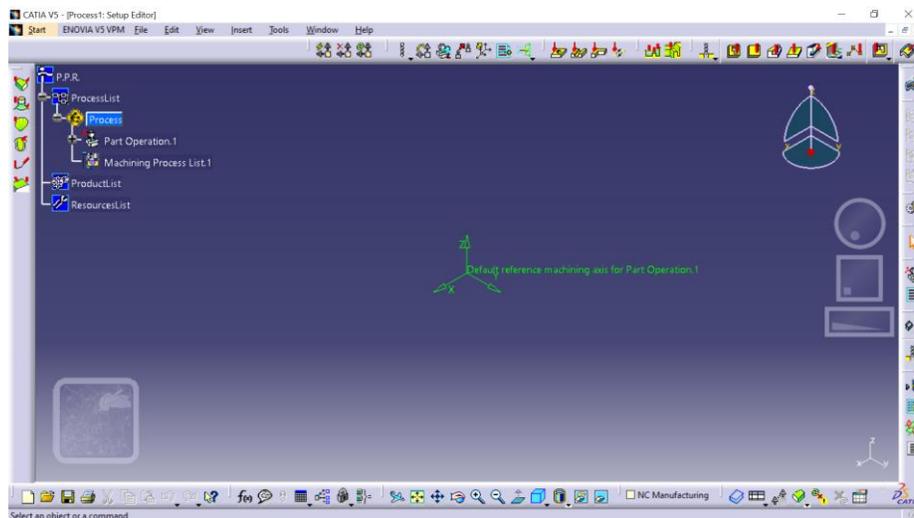


Figura 4.9. Interfaz CATIA.

La figura 4.10 muestra el árbol de especificaciones en donde se encuentran ubicadas todas las operaciones, comandos y diseños que son utilizados en la programación de una pieza. Es donde se encuentra todo el programa de manufactura de la pieza, así como también, todos los recursos — herramientas — que utiliza el programador CNC en el diseño de la pieza.



Figura 4.10. Árbol de especificaciones de una pieza.

En la figura 4.11 se presenta la selección de estrategia del mecanizado en CATIA, en la cual existen diferentes módulos que permiten al usuario seleccionar las geometrías

y estrategias de corte y la configuración de condiciones de corte de un barrenado en CATIA.

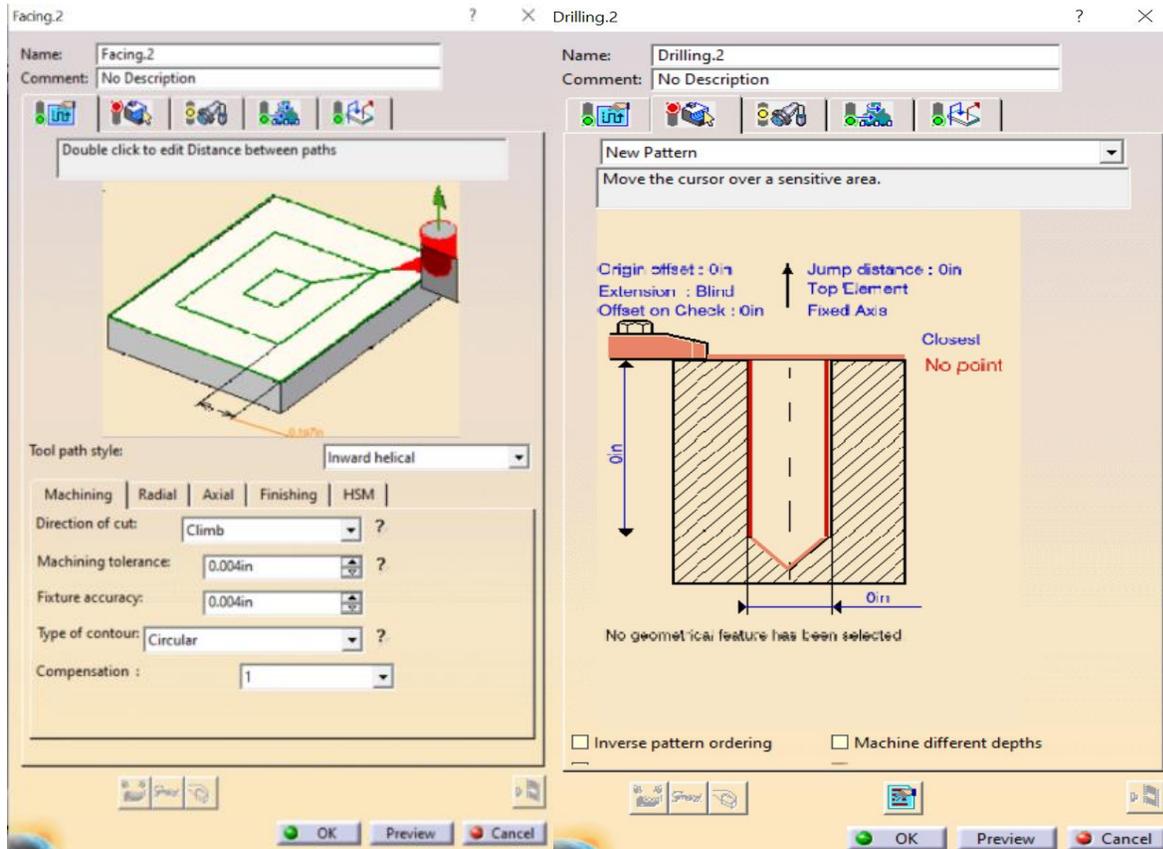


Figura 4.11. Selección de estrategias de mecanizado en CATIA.

La figura 4.12 presenta las trayectorias de mecanizado de una pieza en CATIA, en donde se puede observar los distintos colores que los programadores utilizan para diferenciar una trayectoria de otra. Existen trayectorias de corte en la materia prima para el diseño de la pieza, pero también, existen trayectorias de entrada y salida de las herramientas las cuales son consideradas importantes para el cuidado de la pieza.

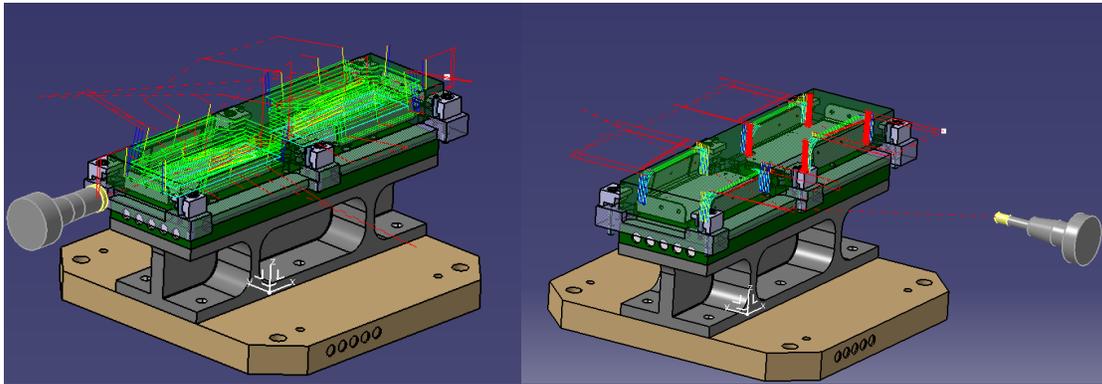


Figura 4.12. Trayectorias de mecanizado en CATIA.

En la figura 4.13 se presenta una pieza terminada.

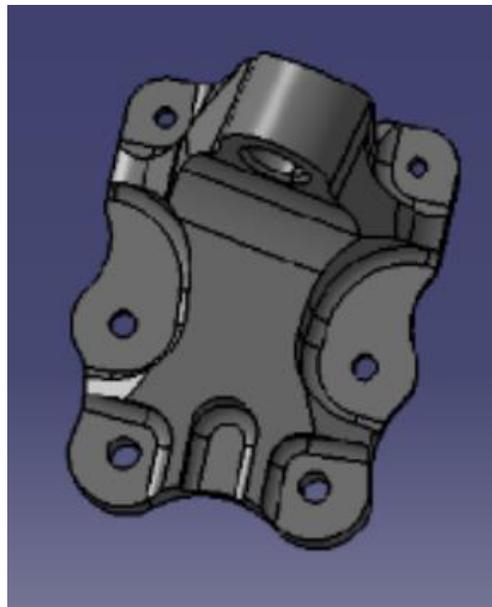


Figura 4.13. Ejemplo de una pieza final en CATIA.

4.2 Fase de Estructuración

Al haber observado el proceso de programación CNC y el modo de trabajo de los programadores del equipo de aluminio, se procederá a conocer más sobre las actividades clave para los programadores en el proceso de programación.

En las entrevistas se realizó la pregunta “¿cuál es la actividad más importante del proceso de programación?” a lo que los programadores respondieron que la etapa de Modelado de Operaciones y la Construcción de la pieza son las actividades que requieren más concentración y tiempo. La figura 4.14 presenta en donde se encuentra ubicada una de las actividades más importantes del proceso de programación CNC.

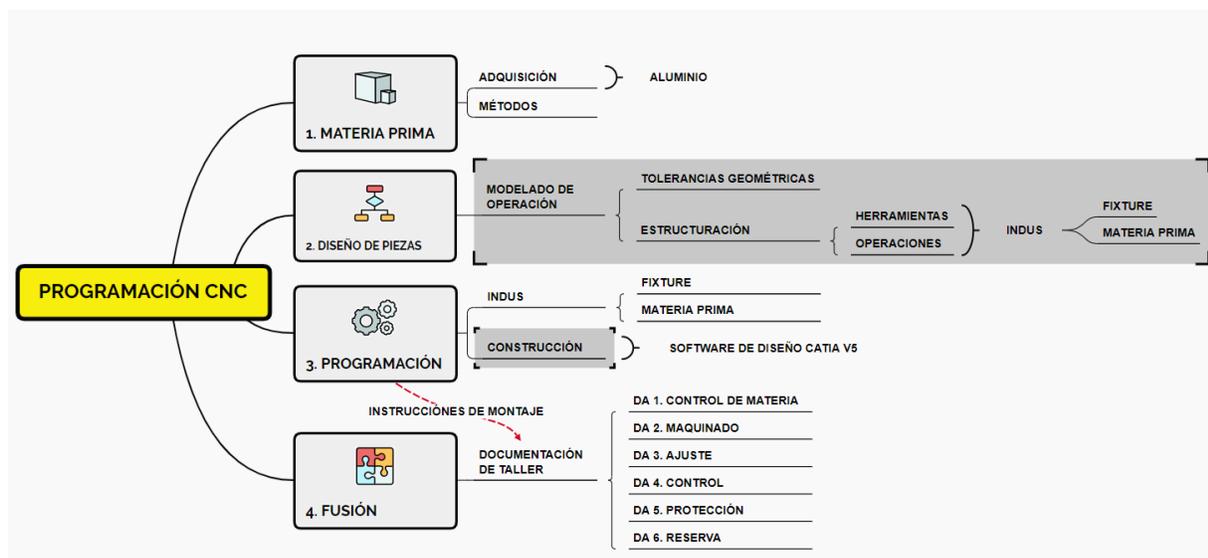


Figura 4.14. Actividades clave en el proceso de programación CNC.

Por tal motivo se tomó la decisión de estudiar y observar más tiempo estas actividades. Sin embargo, las entrevistas se dividieron en esta ocasión, para conocer más sobre el Modelado de Operaciones se entrevistó al coordinador del equipo y para obtener más

conocimiento de la Construcción de una pieza utilizando CATIA el software de diseño se entrevistó a los programadores con más experiencia.

4.2.1 Herramientas

Taxonomías

En esta segunda etapa del Modelo de Capacitación se propuso el uso de la herramienta Taxonomía, sin embargo, por indicaciones de la organización en donde se está realizando la investigación no fue implementada ya que no se autorizó por parte de la empresa. Aun así, se preparará la opción en el sistema de capacitación sin activarla ya que a la empresa le interesa concluir antes las otras partes de la investigación.

Mapas Cognitivos

Para el equipo de programadores las etapas más importantes y en la que se enfoca su trabajo es la programación y el diseño de la pieza. Para conocer más a fondo de estas etapas la entrevista se enfocó en aprender sobre qué indicaciones deben de seguir, cómo operar el software de diseño y sus recomendaciones, entre otros. Primordialmente se entrevistó en esta fase de programación al coordinador que es el integrante con más experiencia en el equipo de programadores.

La figura 4.15 muestra la segunda etapa del proceso de programación CNC con la cual trabaja el equipo de programadores. En esta etapa el coordinador es el que realiza las actividades involucradas.



Figura 4.15. Etapa de Diseño de Piezas.

La figura 4.16 presenta la actividad de Modelado de Operaciones encontrada en la etapa de diseño de piezas en el proceso de programación CNC. Es en esta fase en donde el coordinador invierte mucho tiempo y concentración para poder asignar una pieza a un programador. De acuerdo con las entrevistas que se realizaron al coordinador del equipo de programadores CNC se conoció que para poder llevar a cabo una buena programación de piezas se debe de hacer un buen modelado, o como también es conocido, industrialización.

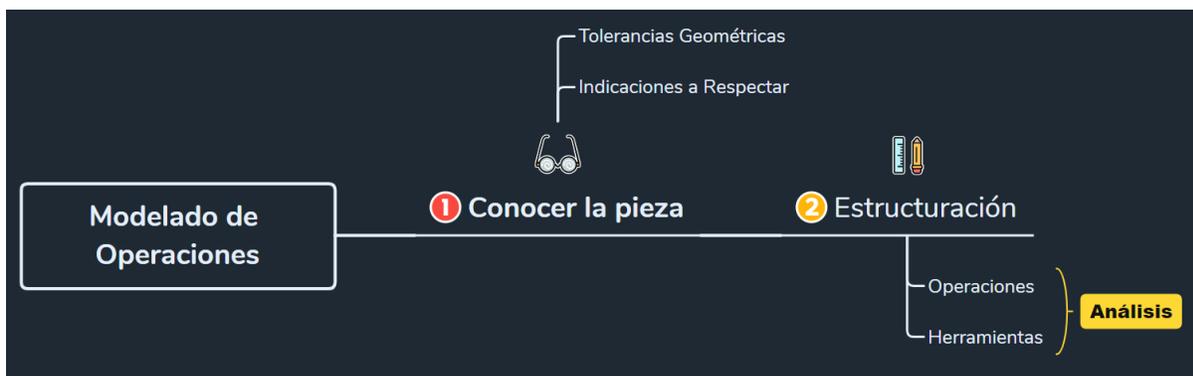


Figura 4.16. Modelado de Operaciones.

Para realizar un Modelado de Operaciones primeramente el coordinador debe de conocer cómo será la pieza por programar de acuerdo con la solicitud del cliente, ya que las piezas cuentan con puntos críticos, los cuales son las Tolerancias Geométricas. Estas indican cuales son los puntos clave para el ensamblado del siguiente componente de la pieza, es por eso por lo que el programador debe de

respetar estos puntos críticos. El coordinador necesita asegurar esos puntos críticos y lo realiza estructurando las operaciones que utilizará en la programación de la pieza, así como también, las herramientas que serán necesarias para asegurar los puntos críticos. Las herramientas requieren un buen análisis ya que el coordinador necesita estudiar si la herramienta debe de pasar por una prueba o debe de ser calibrada. Por lo anterior, es considerado de vital importancia el modelado de la pieza porque es una explicación de qué camino debe seguir el programador y cuáles serán sus herramientas.

Al haber sido entregado al programador CNC los programas de Indus, el plano de la pieza y la Materia Prima la etapa de programación del Proceso de Programación CNC puede iniciar.

Cuando la entrevista se enfocó en la etapa de programación del Proceso de Programación CNC todos los miembros del equipo mencionaron lo siguiente: «*Conocí sobre el software de diseño CATIA en la empresa*», «*En la universidad lo más cercano a CATIA que puedes aprender es AutoCAD, pero no es suficiente*», e incluso el Director de Ingenierías mencionó que incluso las personas con cinco o más años de experiencia profesional no se saben adaptar al modo de trabajo de CATIA. El coordinador del equipo asegura que hay programadores más expertos que otros, pero aun así su desempeño con CATIA no ha llegado a desarrollarse debidamente ya que, la práctica la realizan día a día.

Para saber un poco del perfil de programador CNC que solicitan en la empresa, se entrevistó al coordinador del equipo y al Director de Ingenierías y mencionaron que la organización aeroespacial para esta investigación recluta Ingenieros en Mecatrónica, Ingenieros en Electrónica, Ingenieros en Electromecánica e Ingenieros Industriales. La empresa tiene conocimiento de que el software de diseño CATIA es poco conocido en México, ya que, aseguran que ninguna otra empresa aeroespacial desarrolla la programación de piezas con este sistema. Sin embargo, el software CATIA es el único

capaz para realizar el maquinado de sus piezas y no solo la sede de México lo utiliza, sino que, todas las sedes de esta organización lo implementan.

En este punto de la investigación, las entrevistas fueron aplicadas a los programadores para conocer de manera personal la experiencia que han tenido con el software de diseño CATIA. Los cuatro programadores, desde aquellos con más experiencia a aquellos con menos experiencia, comentaron en la entrevista que aún no tienen la suficiente confianza para realizar la programación de una pieza sin ayuda del coordinador o de algún compañero. La programadora A, que tiene en el equipo 2.5 años, mencionó que aún siente desconfianza al término de una pieza. El coordinador incluso menciona que, aun siendo la programadora con mayor experiencia en el equipo, sus actividades no difieren de los programadores con menor experiencia.

Los cuatro programadores dieron a conocer en la entrevista una serie de recomendaciones y/o primeros pasos al utilizar CATIA para futuros nuevos integrantes. Compartieron con qué fortaleza debe de contar un nuevo programador CNC la cual es, ser autodidacta. Los programadores confesaron que para entender la complejidad de CATIA un programador debe de invertir su tiempo personal para lograr alcanzar un aprendizaje más elevado. El programador B compartió que es importante conocer sobre las funcionalidades de CATIA, pero más enfocado a los iconos, porque CATIA contiene una complejidad y un interfaz muy distinta a los otros sistemas de diseño en el mercado. Incluso el coordinador admitió que, a los nuevos posibles programadores, se les recomienda empezar sin comparar CATIA con otros sistemas. Y, por último, la recomendación en la que acordaron los dos programadores con más experiencia y el coordinador de equipo es, seguir los programas de Indus. El coordinador comentó que el objetivo de los programas Indus y el análisis previo a este, el Modelado de Operaciones, es apoyar a los programadores con menos experiencia y los nuevos programadores que se integren al equipo.

La figura 4.17 representa de manera general lo que es CATIA, así como su valor en la empresa aeroespacial y las recomendaciones que compartieron los programadores y el coordinador en la entrevista.

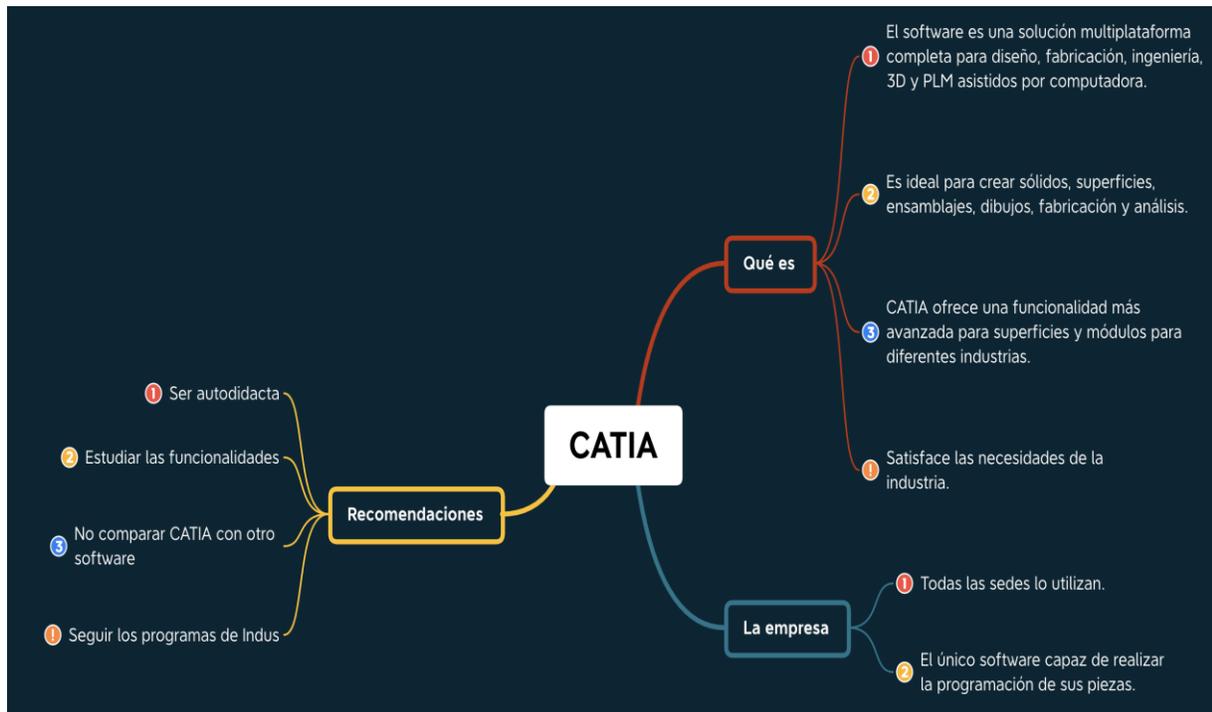


Figura 4.17. CATIA en la empresa aeroespacial.

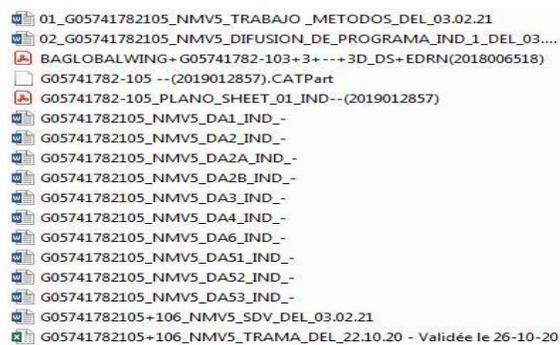
4.3 Fase de Representación

El avance que se tiene en la investigación con las entrevistas, la estructuración de conocimiento y el análisis realizado permite a esta investigación continuar a la tercera fase del modelo de capacitación. En esta fase se hará la creación de repositorios con la información obtenida de las fases anteriores del modelo de capacitación. Sin embargo, en la primera fase del modelo se obtuvo que el equipo de programadores cuenta con repositorios en distintos formatos y que son utilizados a lo largo del desarrollo de su trabajo, por lo que no fue necesario la creación de nuevos documentos o la implementación de una base de datos.

4.3.1 Repositorios

Documentos Digitales

De acuerdo con las distintas conversaciones y entrevistas con el equipo de programadores CNC y el Director de Ingenierías el proceso de programación de piezas de aluminio es complementado por distintos documentos y repositorios donde organizan y manipulan información para dicha programación. La figura 4.18 presenta una lista de los documentos digitales que utilizan día a día el equipo de programadores CNC.



A screenshot of a file explorer window displaying a list of digital documents. The list includes various files with names such as '01_G05741782105_NMV5_TRABAJO_METODOS_DEL_03.02.21', '02_G05741782105_NMV5_DIFUSION_DE_PROGRAMA_IND_1_DEL_03....', 'BAGLOBALWING+G05741782-103+3+---+3D_DS+EDRN(2018006518)', 'G05741782-105 --(2019012857).CATPart', 'G05741782-105_PLANO_SHEET_01_IND--(2019012857)', and several files with names like 'G05741782105_NMV5_DA1_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA2_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA2A_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA2B_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA3_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA4_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA6_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA51_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA52_IND_-', 'G05741782105_NMV5_DA53_IND_-', 'G05741782105+106_NMV5_SDV_DEL_03.02.21', and 'G05741782105+106_NMV5_TRAMA_DEL_22.10.20 - Validée le 26-10-20'.

Figura 4.18. Lista de documentos.

Trama

La figura 4.19 ilustra cómo es el inicio del documento Trama, el cual es un documento Microsoft Excel (.xlsm) en el cual los programadores y el coordinador lo utilizan en la etapa de revisión de la programación de la pieza.

Instrucciones programador

Referencia:

Leyenda

Instruccion a hacer
 Verificar si es aplicable o no
 Hecho (Verificado por el programador)

Revisión del programador __/__/__
 Revisión del FAC __/__/__
 Revisión del experto en herramienta __/__/__
 Revisión del coordinador __/__/__

CATIA

Respetar la construcción del product según el Process type

MATERIAL BRUTO

Figura 4.19. Documento Trama.

En este documento se revisan distintas características que se ven involucradas en la programación de una pieza de aluminio utilizando el software de diseño CATIA. Las características para revisar en el documento Trama son los siguientes:

- Material Bruto
- Fixture
- Documentación
- Herramientas
- Programación
- Simulación

Cada característica es revisada detallada y profundamente de acuerdo con su enfoque. La revisión del documento Trama es más explícita en cuestión de las

mediciones que el programador debe seguir, las indicaciones que debe compartir a los FAC Runners en los D.A.'s, entre otros. Este documento fue desarrollado por el coordinador con el objetivo de tener un *checklist* de las características principales que deben de ser revisadas con atención. El procedimiento para el uso del documento Trama es cuando el programador y el coordinador están revisando la pieza que se está diseñando en CATIA V5.

4.4 Fase de Transmisión

Después de haber realizado entrevistas al equipo de programadores para conocer el proceso que deben de seguir para realizar la programación de una pieza y haber documentado las actividades clave del proceso, se iniciará la creación del sistema que será de apoyo a la capacitación de los nuevos programadores CNC. Para ello se utilizará lo obtenido por las técnicas, herramientas y repositorios generados en las fases anteriores. El objetivo de la cuarta fase del modelo de capacitación es realizar un sistema de información dinámico, sencillo de entender y capaz, de que los individuos del equipo del área de estudio continúen aplicando y trabajando los conocimientos que desarrollen a través de su labor.

Para la decisión de qué herramienta se utilizaría para la creación de un sistema de información dinámico se optó por elegir un sistema de gestión de aprendizaje (LMS) ya que se ha demostrado LMS que automatiza la administración, el seguimiento y la generación de informes de eventos de formación. LMS tiene dos objetivos principales que son hacer que el aprendizaje sea más independiente y hacer posible que los usuarios de LMS puedan registrar, guardar, administrar, publicar el aprendizaje a través de la web e imprimir documentos disponibles a través del LMS (Kurniawan, 2016).

Se realizó un análisis de las plataformas e-learning más populares en la red. Plataformas como ATutor, Claroline, Dokeos, Ilias, Moodle y Sakai fueron las más mencionadas por otros investigadores en internet. De acuerdo a la investigación realizada por (Cavus y Zabadi, 2014) encontraron que Moodle y ATutor tienen las mejores herramientas de comunicación con una interfaz fácil de usar. La información es fácilmente accesible en las páginas web de Moodle y ATutor, Ilias también hace que la información esté disponible para clientes potenciales. Claroline y Sakai son LMS con páginas web complejas que dificultan la obtención de información.

Los autores (Lengyel, Herdon y Szilágyi, 2006) realizaron un análisis entre las herramientas ATutor y Moodle para identificar los aspectos de estos sistemas LMS, examinar sus características funcionales, módulos, estándares, requisitos de hardware y software y compararlos. Así mismo (Ardila Muñoz, Ruíz Cañadulce y Castro Molano, 2015) realizaron un estudio comparativo de LMS en lo cual se formuló una estrategia de evaluación de plataformas a fin de poder cuantificar sus características y así realizar una comparación desde la dimensión del modelo pedagógico, la dimensión del usuario y la dimensión técnica. A pesar de la diferencia de 9 años de publicación de cada investigación se considera que la aportación de ambos estudios es importante para la elección de herramienta LMS de esta investigación.

(Lengyel *et al.*, (2006) presentaron la comparación entre Moodle y ATutor desde una perspectiva más general y técnica. La figura 4.20 muestra los resultados que obtuvieron, en donde se puede observar que ATutor y Moodle no tienen diferencia alguna con respecto a lo técnico.

Comparación de las herramientas LMS		
Características		
Flexibilidad Técnica	Ambos requieren un gestor de Base de Datos como MySQL. Ambos son soportados por distintos exploradores como Internet Explorer, Opera, entre otros. Ambos pueden trabajar en los Sistemas Operativos como Windows, Linux.	
Herramientas de Aprendizaje	Ambos trabajan con componentes como Foros, Mensajes Internos entre usuarios, Compartición de Documentos, Aplicación de Ejercicios en Equipo y Seguimiento de Estudiantes.	
Usabilidad	Instalacion sencilla, proporciona soporte para la creación de contenido basado en plantillas.	Instalacion sencilla, proporciona tres plantillas de cursos predeterminadas: actividades organizadas por semana, actividades organizadas por tema o un formato social centrado en la discusión.

Figura 4.20. Comparación de las herramientas LMS, Moodle y Atutor.

Ambas herramientas LMS requieren de un gestor de base de datos, ambas funcionan en entornos como Windows y Linux y, sobre todo, la instalación de ambas es considerara sencilla.

Sin embargo, el estudio que realizaron los autores (Ardila Muñoz *et al.*, 2015) analizó más allá estas herramientas LMS. Los investigadores decidieron evaluar ambas herramientas con los siguientes factores presentados en la figura 4.21:

- **Inclusión:** potencialidad que tienen el LMS para ser usado por personas con necesidades especiales, población vulnerable o personas que residen en regiones con conectividad deficiente.

- **Evaluación formativa:** facilidad que posee la plataforma para la realimentación entre tutor - educando y educando - educando.
- **Evaluación continua:** posibilidad de revisar los cursos para mejorar la calidad de la oferta e-Learning y b-Learning.
- **Aprendizaje efectivo:** permisividad que tiene el LMS para personalizar el ambiente virtual de aprendizaje por parte de los usuarios. A su vez incluye herramientas para la cooperación y escenarios de reflexión individual con acompañamiento del docente
- **Accesibilidad:** facilidad para la revisión de contenidos y recursos. Involucra la seguridad y el control que la aplicación ofrece.
- **Usabilidad:** simplicidad que tiene la herramienta para ser usada por los usuarios, dentro de los elementos involucrados se encuentra la manera en que se distribuye la interfaz, su estructura de navegación, alertas y el cierre de sesiones.
- **Herramientas:** indaga por herramientas para la interacción sincrónica y asincrónica de los usuarios, así como los tipos de evaluación que se pueden realizar.
- **Durabilidad:** posibilidad de realizar cambios de configuración en los servidores y en la configuración de los modos de acceso de los usuarios sin que se afecte su funcionamiento.
- **Empaquetamiento:** formato en que se distribuye la aplicación asociada con el instalador, asistente de instalación y configuraciones adicionales para su funcionamiento.
- **Confiabilidad:** frecuencia de errores que presentan las plataformas LMS.
- **Funcionalidad:** capacidad que tiene el LMS para la gestión y administración de los cursos.
- **Eficiencia:** inmediatez que ofrece el LMS para que los usuarios perciban cambios que se generan en la plataforma.

- **Reutilización:** posibilidad que tiene el LMS para reutilizar de manera parcial o total la estructura de un curso creado.
- **Interoperabilidad y portabilidad:** la interoperabilidad entendida como la posibilidad de intercambiar información con otro LMS. La portabilidad entendida con la capacidad de funcionar en diferentes sistemas operativos y navegadores.

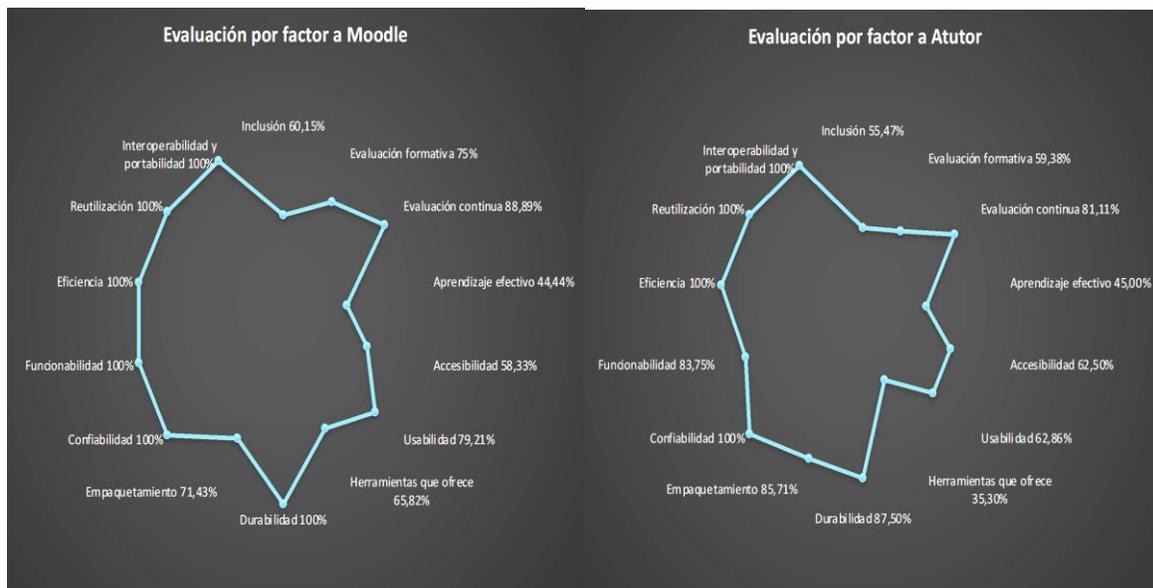


Figura 4.21. Evaluación a Moodle y ATutor por diversos factores.

A pesar de que ATutor presenta varios resultados satisfactorios, no cumple el umbral en los mismos factores de Moodle, pero además tiene bajos resultados en la evaluación formativa, la usabilidad y las herramientas que ofrece para el desarrollo de la relación enseñanza-aprendizaje. El puntaje obtenido en la usabilidad muestra que los estudiantes y profesores tendrían dificultades para interactuar con la plataforma. Por otro lado, se evidencia que Moodle tiene resultados sobresalientes en diversos factores, ya que supera el umbral estipulado del 75%.

De acuerdo con el estudio de la literatura se tomó la decisión que la herramienta LMS que más se adecuaba a las necesidades de esta investigación sería Moodle, por lo

que lo siguiente fue realizar la instalación de la herramienta y los componentes necesarios para dar de alta la plataforma con la que el equipo de programadores CNC trabajaría. Se revisó en el sitio oficial de la herramienta cuáles eran los requisitos para realizar la instalación. La figura 4.22 presenta los recursos que se necesitaron para dar inicio al montaje de la herramienta Moodle.

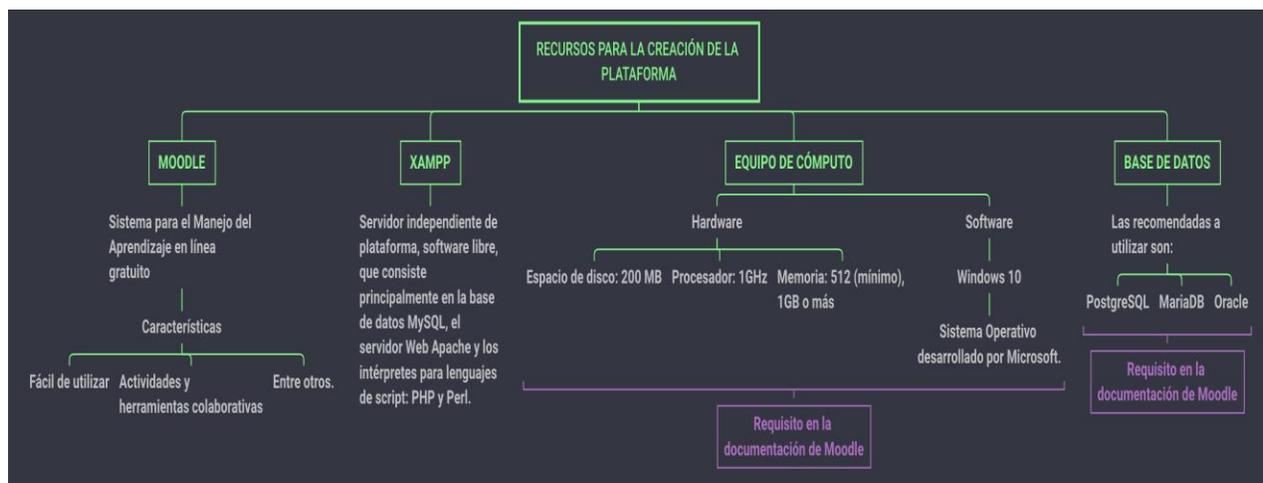


Figura 4.22. Recursos para la creación de la plataforma.

Según el sitio oficial de Moodle en cuestión de hardware se requiere un espacio de disco de 200 MB, procesador de 1GHz (mínimo), memoria de 512 (mínimo) y 1GB o más. En el caso del software Moodle puede operar en los sistemas operativos Microsoft Windows y MacOS X, en este caso se utilizó Windows 10.

También se realizó la instalación del servidor independiente Xampp y se utilizó la base de datos MariaDB. La figura 4.23 presenta como evidencia la instalación de Xampp en el equipo de cómputo de la organización además de mostrar la instalación satisfactoria de Moodle en la laptop con sistema operativo Windows 10.

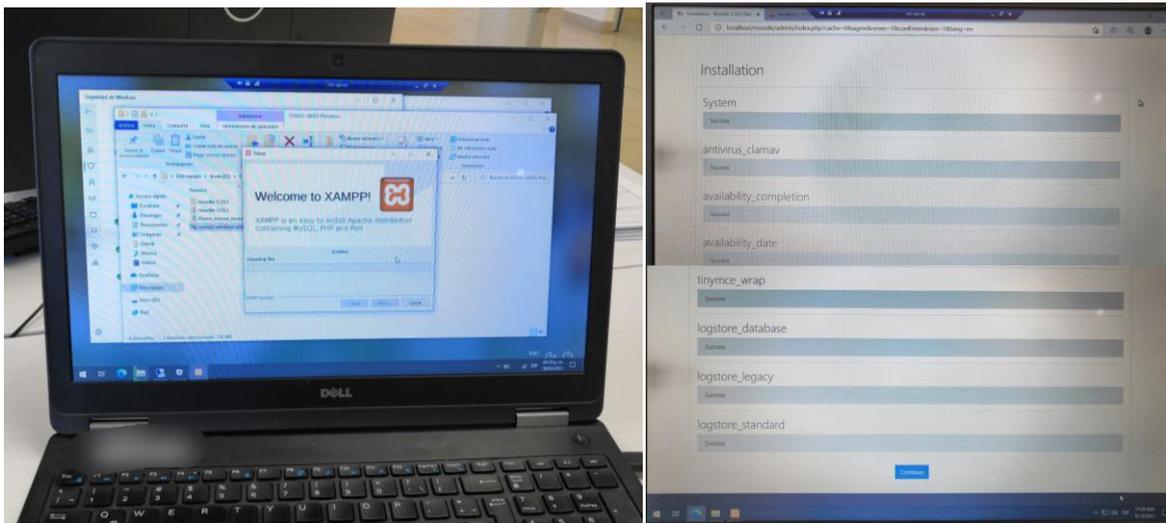


Figura 4.23. Evidencia de la instalación de Xampp.

Habiendo terminado la instalación de Moodle se continuó por configurar la plataforma con el usuario administrador y sus contraseñas, la figura 4.24 muestra la evidencia de Moodle instalado localmente.

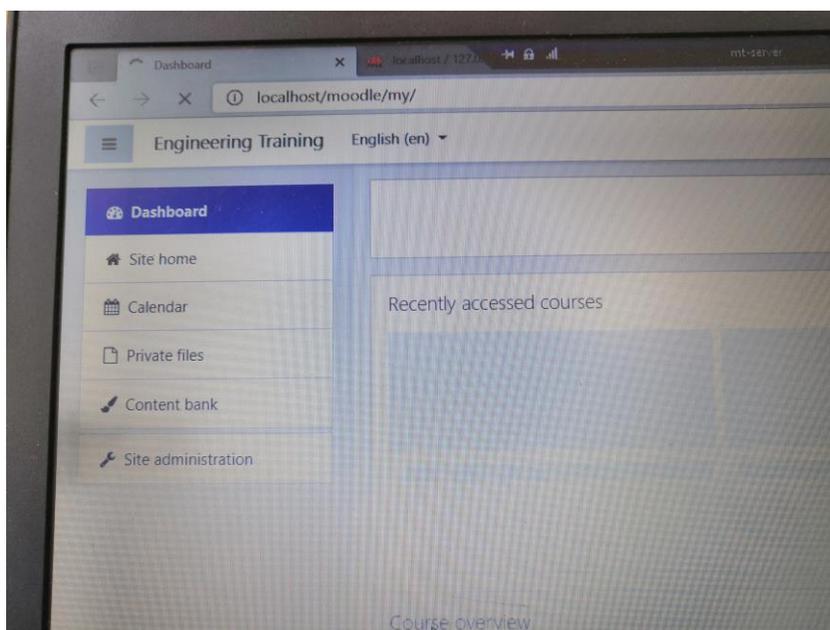


Figura 4.24. Evidencia de la plataforma Moodle localmente.

Continuando con la administración de la plataforma de entrenamiento a programadores CNC, se dio de alta a los usuarios que utilizarían la plataforma. Para ello, se utilizó los nombres de los programadores, un correo electrónico de la empresa, y se dio acceso con una contraseña predeterminada. La figura 4.25 demuestra el ejemplo de la creación de un nuevo usuario en la plataforma.

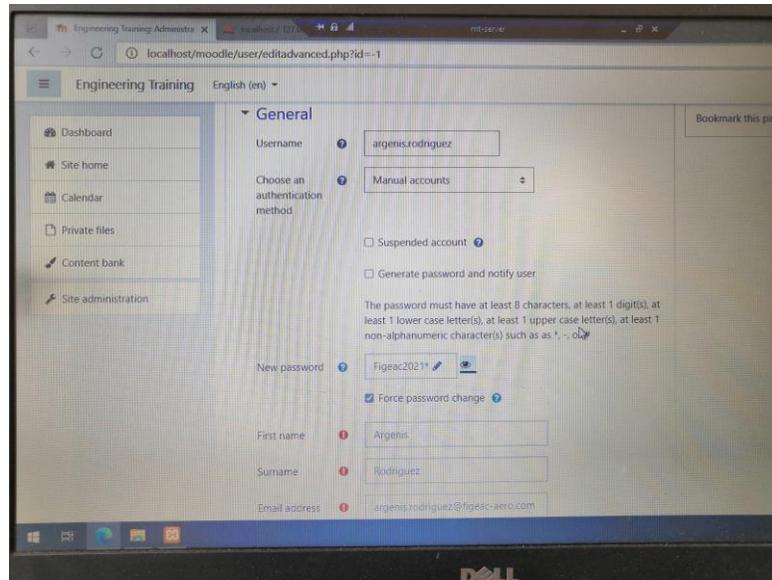


Figura 4.25. Ejemplo de creación de usuario en la plataforma de entrenamiento.

Después de haber dado de alta a los usuarios que utilizarán la plataforma (los programadores CNC, el coordinador del equipo de aluminio y el director de Ingenierías de la organización), se continuó por crear la estructura de cursos de la plataforma. Para ello se tomó una estructura basada en el Proceso de Programación CNC que el equipo de programadores utiliza en su día a día. La figura 4.26 presenta la conversión de las etapas del Proceso de Programación CNC a los cursos de la plataforma.

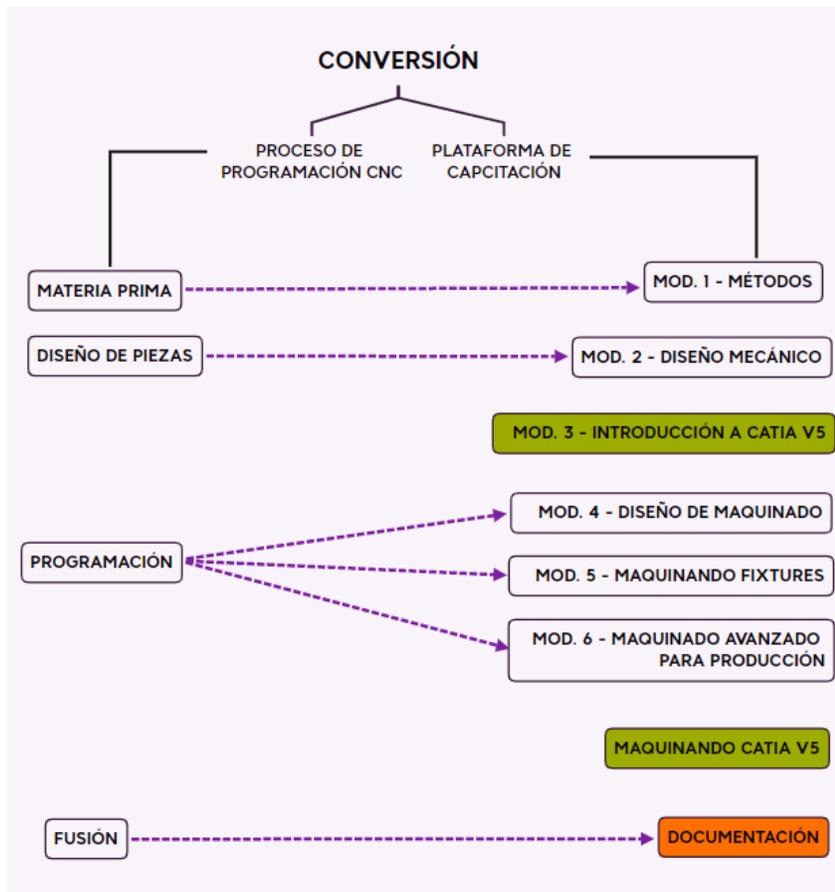


Figura 4.26. Estructuración de cursos en Moodle.

Los cursos fueron nombrados como “módulos” y cada uno de ellos está asociado con un programador del equipo. Los módulos mostrados en color verde serán para la introducción a la herramienta de diseño CATIA en su quinta versión. El módulo mostrado en color morado será utilizado internamente entre los otros módulos como recursos.

Para la estructuración de usuarios y sus debidos roles dentro de la plataforma de entrenamiento se asignó a cada integrante del equipo un tipo de usuario de acuerdo con al papel que desarrollarán en la plataforma de entrenamiento. La tabla 4.4 muestra cómo fue la estructuración de los integrantes de equipo de programadores CNC.

Tabla 4.4. Estructuración de usuarios para el equipo de programadores.

Integrante	Tipo de usuario	Actividad
Coordinador	Mánager	Observación de plataforma
Programador A	Creador de Cursos	Crea cursos y sus contenidos
Programador B	Creador de Cursos	Crea cursos y sus contenidos
Programador C	Nuevo programador	Participa en cursos
Programador D	Nuevo programador	Participa en cursos
Entrenador	Administrador	Gestión de la plataforma

La figura 4.27 presenta la descripción de los roles dentro de la plataforma de entrenamiento.

The screenshot shows the Moodle user roles configuration interface. At the top, the logo 'ENGENIEER TRAINING' is visible. Below it, there are navigation tabs: 'Gestionar roles', 'Permitir asignar roles', 'Permitir anular roles', 'Permitir cambios de rol', and 'Permitirle ver a rol'. The main content is a table with the following columns: 'Rol', 'Descripción', 'Nombre corto', and 'Editar'. The roles listed are: 'Mánager' (description: Los mánagers pueden acceder a los cursos y modificarlos, aunque generalmente no participan en los cursos; short name: manager), 'Creador de curso' (description: Los creadores de cursos pueden crear nuevos cursos; short name: coursecreator), 'Instructor' (description: Los profesores pueden realizar cualquier acción dentro de un curso, incluyendo cambiar actividades y calificar a los estudiantes; short name: editingteacher), 'Profesor sin permiso de edición' (description: Los profesores sin permiso de edición pueden enseñar en los cursos y calificar a los estudiantes, pero no pueden modificar las actividades; short name: teacher), 'Nuevo programador' (description: Los estudiantes tienen por lo general menos privilegios dentro de un curso; short name: student), 'Invitado' (description: Los invitados tienen privilegios mínimos y normalmente no están autorizados para escribir; short name: guest), 'Usuario autenticado' (description: Todos los usuarios ingresados; short name: user), and 'Usuario autenticado en la portada' (description: Todos los usuarios ingresados en el curso de la portada del sitio; short name: frontpage). Each role has an 'Editar' column with icons for up/down arrows and a trash icon.

Rol	Descripción	Nombre corto	Editar
Mánager	Los mánagers pueden acceder a los cursos y modificarlos, aunque generalmente no participan en los cursos.	manager	⬆ ⬇ ⚙️
Creador de curso	Los creadores de cursos pueden crear nuevos cursos.	coursecreator	⬆ ⬇ ⚙️
Instructor	Los profesores pueden realizar cualquier acción dentro de un curso, incluyendo cambiar actividades y calificar a los estudiantes.	editingteacher	⬆ ⬇ ⚙️
Profesor sin permiso de edición	Los profesores sin permiso de edición pueden enseñar en los cursos y calificar a los estudiantes, pero no pueden modificar las actividades.	teacher	⬆ ⬇ ⚙️
Nuevo programador	Los estudiantes tienen por lo general menos privilegios dentro de un curso.	student	⬆ ⬇ ⚙️
Invitado	Los invitados tienen privilegios mínimos y normalmente no están autorizados para escribir.	guest	⬆ ⬇ ⚙️
Usuario autenticado	Todos los usuarios ingresados.	user	⬆ ⬇ ⚙️
Usuario autenticado en la portada	Todos los usuarios ingresados en el curso de la portada del sitio.	frontpage	⬆ ⚙️

Figura 4.27. Descripción de roles de usuarios en la plataforma.

Por último, como configuración de la plataforma de entrenamiento al personal de la organización aeroespacial, se empezó a dar de alta Moodle en el servidor de la

empresa. Para ello se realizó unos cambios en dos documentos de las carpetas de Moodle, estos fueron “config” y “httpd”. En esos documentos se ingresó la dirección IP del equipo de cómputo y habiendo configurado eso la plataforma fue dada de alta al servidor de la organización. La figura 4.28 presenta la plataforma de entrenamiento instalada en el servidor.



Figura 4.28. Plataforma de entrenamiento en el servidor de la empresa.

Al haber configurado, añadido usuarios con sus respectivos roles y dado de alta la plataforma en el servidor de la compañía, el equipo de programadores CNC dio inicio. La figura 4.29 representa el proceso que se siguió para la asignación del programador para alimentar la plataforma de entrenamiento.



Figura 4.29. Asignación de integrantes.

Como ha sido mencionado anteriormente, el equipo de programadores está organizado en distintas actividades y por ende con distintas fechas de entrega, es por eso por lo que el coordinador junto con el director de Ingenierías tomó la decisión de asignar primero a un nuevo programador a alimentar la plataforma de entrenamiento. Como se trató de un nuevo programador se decidió asignarle el módulo de “Introducción a CATIA” en donde se añadió información referente a la herramienta de diseño CATIA. Los comentarios que se obtuvieron del nuevo programador fueron positivos desde *“es muy fácil de utilizar”* hasta *“inclusive es entretenido”*.

No fue posible aplicar una evaluación formal ya que las restricciones actuales por el incremento de casos de COVID-19 limitan el acceso a la planta de personas ajenas a producción, sin embargo, la evaluación se realizó a distancia, mediante contacto personal con los involucrados vía Correo Electrónico y Microsoft Teams.

Después de explicar al equipo de programadores cómo se utilizaría la plataforma se dio un tiempo de un mes completo el cual serviría para analizar el comportamiento del equipo de programadores con la plataforma de entrenamiento. Durante ese mes se estuvo respondiendo preguntas relacionadas a la administración de la plataforma de entrenamiento como lo es la creación de usuarios, creación de cursos, entre otros. También se atendieron las dudas que le surgían al equipo de programadores vía correo electrónico y el servicio de mensajería centralizada WhatsApp. Afortunadamente la plataforma les resultó al equipo de programadores muy fácil de

utilizar ya que las dudas fueron pocas. Adicional a eso, también se obtuvo evidencia de los resultados de la plataforma de entrenamiento. Dicha evidencia se encuentra en

El coordinador del equipo de programadores comento que fue posible realizar exámenes a los nuevos programadores, esto fue posible gracias a que la herramienta Moodle tiene como recurso la creación de exámenes. Además, el coordinador compartió que la plataforma le permite llevar métricos con los nuevos programadores para conocer cómo van en su aprendizaje, lo cual le facilita mucho su interacción entre los nuevos programadores.

El Director de Ingenierías comento que cuando se tuvo un gran avance en la plataforma de entrenamiento, fue posible asignar a una persona para la administración de la plataforma. A pesar de que no se cuenta con un puesto de capacitación en la empresa aeroespacial, por este momento se asignó a una persona de Recursos Humanos para dar seguimiento de los avances de la plataforma.

Sabiendo que la implementación del modelo de capacitación y el complemento de una plataforma de entrenamiento ha resultado favorable en la empresa, se conoce que el análisis pudo haber sido más elaborado haciendo uso de más visitas a la organización y posiblemente adecuando inclusive más la plataforma de entrenamiento al equipo de programación. Esto se debió a las medidas que se tuvieron que seguir para el cuidado del virus COVID-19. Es por eso por lo que se recomienda dejar pasar al menos 2 ciclos de contratación de programadores nuevos y medir los tiempos de capacitación para medir el impacto de la propuesta en los indicadores.

Al haber dado el seguimiento de la implementación del modelo de capacitación y observando los resultados que se obtuvieron, se concluyó la aplicación de la investigación.

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

5.1 Conclusiones

En el presente trabajo de tesis, se tuvo la oportunidad de trabajar en una empresa de la industria aeroespacial, donde se pudo implementar un modelo de capacitación personalizado para la capacitación de programadores y esto en gran parte fue posible ya que se tuvo acceso al personal de la empresa durante la pandemia de COVID19, esto permitió realizar entrevistas al equipo de programadores y obtener las necesidades de éstos en su proceso de aprendizaje.

Gracias a la interacción con los involucrados del área de logística y métodos, fue posible desarrollar todos los pasos de la metodología además de realizar las adecuaciones a la propuesta inicial.

Las entrevistas fueron aplicadas al inicio del proyecto con la finalidad de conocer cuál era la problemática y, sobre todo, conocer la forma de trabajo del equipo de programadores y la empresa aeroespacial.

5.2 Recomendaciones

Los resultados de la implementación de la propuesta permitieron solucionar la problemática de la falta de capacitación a los programadores CNC que se tenía en el departamento de Maquilado. Y, además, la implementación permitió tener un mayor acercamiento con los nuevos programadores.

Se recomienda replicar el modelo actual para trabajos futuros, esto para continuar la implementación de la capacitación a personal técnico en los otros departamentos de la organización aeroespacial. El presente estudio permite conocer de manera clara cómo es el proceso de programación con la herramienta de diseño CATIA y esto permite identificar las actividades que los programadores necesitan realizar para llevar a cabo el diseño de piezas de Aluminio. Como fue mencionado anteriormente, la empresa aeroespacial trabaja con materiales como plástico, bronce, titanio y acero inoxidable y casi cada material tiene a su propio equipo, es por eso que sería recomendable continuar con la aplicación del modelo de capacitación en otras áreas.

5.3 Trabajos Futuros

Adicional a esto, se hace la recomendación de realizar el seguimiento de la plataforma de entrenamiento tomando en cuenta los indicadores que se tuvieron al inicio del proyecto y también, tomando en cuenta los resultados que se observen de las siguientes generaciones de programadores. Esto porque la tecnología y posiblemente el aprendizaje de los futuros integrantes presenten una diferencia. También se recomienda asignar a una persona para la administración y capacitación de las próximas generaciones de programadores.

6. REFERENCIAS

Aguilera, A. (universidad del valle) (2010) "Gestión Humana Y Estrategia Organizacional":, Colciencias, pp. 1–37. Disponible en: [http://www.ascolfa.edu.co/archivos/5.1 GTH - AGUILERA \(P\).pdf](http://www.ascolfa.edu.co/archivos/5.1%20GTH%20-%20AGUILERA%20(P).pdf).

Ahmad, N., Lodhi, M. S., Zaman, K. y Naseem, I. (2017) "Knowledge Management: a Gateway for Organizational Performance", *Journal of the Knowledge Economy*, 8(3), pp. 859–876. doi: 10.1007/s13132-015-0282-3.

Animesh, A. y Kumar Mukti, S. (2019) A Systematic Review: Effect of TIG and A-TIG Welding on Austenitic Stainless Steel BT - *Advances in Industrial and Production Engineering*, Advances in Industrial and Production Engineering. Springer Singapore. doi: 10.1007/978-981-13-6412-9.

Breaugh, J. A. y Starke, M. (2019) "Research on employee recruitment: So many studies, so many remaining questions", *Journal of Management*, 26(3), pp. 405–434. doi: 10.1177/014920630002600303.

Cano Rivera, L. E., Espitia Zambrano, E. P. y Pérez Castillo, N. J. (2009) "Integración de Repositorios Digitales para la Gestión del Conocimiento en el ámbito universitario Colombiano", *Ingeniería*, 14(1), pp. 59–70. doi: 10.14483/23448393.2122.

Carolina, M. (2015) *Management and Industrial Engineering International Human Resources Management Challenges and Changes*.

Chow, W. S. y Chan, L. S. (2008) "Information & Management Social network , social trust and shared goals in organizational knowledge sharing", 45, pp. 458–465. doi: 10.1016/j.im.2008.06.007.

Dalkir, K. (2017) *Knowledge management in theory and practice*, Knowledge Management in Theory and Practice. The MIT Press. doi: 10.4324/9780080547367.

Dalmarco, G., Maehler, A. E., Trevisan, M. y Schiavini, J. M. (2017) “The use of knowledge management practices by Brazilian startup companies”, *RAI Revista de Administração e Inovação*. Departamento de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA/USP, 14(3), pp. 226–234. doi: 10.1016/j.rai.2017.05.005.

Dezi, A. F. G. S. L. (2017) “How MNC’s subsidiaries may improve their innovative performance? The role of external sources and knowledge management capabilities”, *Journal of Knowledge Management*, 21(3). doi: 10.1108/JKM-09-2016-0411.

Dindana, D., Muhammad, F., Kurniawati, A. y Kurniawan, M. T. (2020) “E-learning for a Boring Process at an Aerospace Industry Company”, 2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2020, pp. 256–260. doi: 10.1109/ICIEA49774.2020.9101929.

Dolan, S. L., Valle Cabrera, R., Jackson, S. E. y Schuler, R. S. (2003) “Libro Gestion De Recursos Humanos”.

Feng, S. C., Bernstein, W. Z., Hedberg, T. y Barnard Feeney, A. (2017) “Toward Knowledge Management for Smart Manufacturing”, *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 17(3). doi: 10.1115/1.4037178.

Garrison, D. R. (2011) *E-Learning in the 21st century: A framework for research and practice*, Second edition, *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*, Second Edition. doi: 10.4324/9780203838761.

Gómez, L. (2016) *Gestion de Recursos Humanos*, Pearson-Prentice Hall.

Gupta, S. (2018) “K Nowledge M Anagement and P Erformance ”.:, 13(10), pp. 2517–2523.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2017) *Metodología de la Investigación*.

Honarpour, A., Jusoh, A. y Long, C. S. (2017) “Knowledge management and total

quality management: a reciprocal relationship”, *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(1), pp. 91–102. doi: 10.1108/IJQRM-03-2014-0040.

Kianto, A., Sáenz, J. y Aramburu, N. (2017) “Knowledge-based human resource management practices, intellectual capital and innovation”, *Journal of Business Research*. Elsevier, 81(December 2016), pp. 11–20. doi: 10.1016/j.jbusres.2017.07.018.

Kowalski, M. y Zawadzki, P. (2019) “Decomposition of knowledge for automatic programming of CNC machines”, *Management and Production Engineering Review*, 10(1), pp. 98–104. doi: 10.24425/mper.2019.128248.

Kronenberger, J. V., Culler, D. E. y Ferere, A. M. (2020) “Student Paper: An Engineering Pedagogy for Developing Practical Knowledge and Hands-On Skills Related to 5-Axis Milling and Computer Aided Aerospace Parts Manufacturing Using Current Technology An Engineering Pedagogy for Developing Practical Knowledge a”, *American Society for Engineering Education*.

Lim, M. K., Tseng, M. L., Tan, K. H. y Bui, T. D. (2017) “Knowledge management in sustainable supply chain management: Improving performance through an interpretive structural modelling approach”, *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 162, pp. 806–816. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.056.

Limón Badilla, R. (2019) “Un procedimiento para implementar las mejores prácticas para la gestión de documentación y transferencia del conocimiento en una dependencia del Gobierno Federal”.

López Parra, L. H. (2019) “Rol de las herramientas lean y la Gestión del Conocimiento en el proceso de mejora de manufactura de moldes en una empresa del sector metalmeccánico”, *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 1689–1699. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Luan, J. y Serban, A. M. (2002) “Technologies, Products, and Models Supporting

Knowledge Management”, *New Directions for Institutional Research*, 2002(113), pp. 85–104. doi: 10.1002/ir.39.

Marulanda, C. E., López Trujillo, M. y Castellanos Galeano, J. F. (2016) “La cultura organizacional y su influencia en las buenas prácticas para la gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia”, *AD-minister*, (29), pp. 163–176. doi: 10.17230/administer.29.8.

Menkhoff, T., Yian, T. T., Wah, C. Y. y Kee, W. Y. (2011) “Engaging knowledge management learners through web-based ICT: An empirical study”, *Vine*, 41(2), pp. 132–151. doi: 10.1108/03055721111134781.

National Research Council (2002) “Munitions Manufacturing”, *Munitions Manufacturing*. doi: 10.17226/10351.

Niederman, F., Müller, B. y March, S. T. (2018) “Using Process Theory for Accumulating Project Management Knowledge: A Seven-Category Model”, *Project Management Journal*, 49(1), pp. 6–24. doi: 10.1177/875697281804900102.

Nielsen, C. (2018) “Relating successful business models to intellectual capital and knowledge management practices”, *Electronic Journal of Knowledge Management*, 16(1), pp. 48–55.

Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1997) “598 Book Reviews”, *Oxford University Press*, pp. 598–600.

Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1999) “La organización creadora de Conocimiento”, (199), pp. 101–102.

Obeidat, B. Y., Tarhini, A., Masadeh, R. y Aqqad, N. O. (2017) “The impact of intellectual capital on innovation via the mediating role of knowledge management: A structural equation modelling approach”, *International Journal of Knowledge Management Studies*, 8(3–4), pp. 273–298. doi: 10.1504/IJKMS.2017.087071.

Oppenheim, A. N. (1997) *Questionnaire Design, Interviewing And Attitude*

Measurement.

Patton, M. Q. (2001) "Evaluation, Knowledge Management, Best Practices, and High Quality Lessons Learned", *American Journal of Evaluation*, 22(3), pp. 329–336. doi: 10.1177/109821400102200307.

Perez, A., Aguilar, C., Barcelo, M., Sanchez, G., Meroño, A. y Fornes, R. (2019) "Knowledge Transfer in Training Processes: Towards an Integrative Evaluation Model", *IUP Journal of Knowledge Management*, 17(1), pp. 7–40. Disponible en: <http://search.ebscohost.com.nduezproxy.idm.oclc.org/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=134815179&site=eds-live&scope=site>.

Poom Bustamante, T. G. y León Balderrama, J. I. (2019) *Caracterización De Las Empresas Pertenecientes A La Industria Emergente Del Sector Aeroespacial Del Estado De Sonora Characterization*.

Ra'ed Masa'deh, Rifat Shannak, Mahmoud Maqableh (2017) "The impact of knowledge management on job performance in higher education: The case of the University of Jordan", *Journal of Enterprise Information Management*, 30(2), pp. 244–262. doi: 10.1108/JEIM-09-2015-0087.

Rossi, F. y Rosli, A. (2014) "Indicators of university–industry knowledge transfer performance and their implications for universities: Evidence from the United Kingdom", *Studies in Higher Education*, 40(10), pp. 1970–1991. doi: 10.1080/03075079.2014.914914.

Saldarriaga Ríos, J. (2008) "Human Management: Tendencies and perspectives", *Estudios Gerenciales*, 24(107), pp. 137–159.

Shujahat, M., Sousa, M. J., Hussain, S., Nawaz, F., Wang, M. y Umer, M. (2019) "Translating the impact of knowledge management processes into knowledge-based innovation: The neglected and mediating role of knowledge-worker productivity", *Journal of Business Research*. Elsevier, 94(October 2017), pp. 442–450. doi:

10.1016/j.jbusres.2017.11.001.

Singh, B. y Rao, M. K. (2016) "Examining the Effects of Intellectual Capital on Dynamic Capabilities in Emerging Economy Context: Knowledge Management Processes as a Mediator", *Emerging Economy Studies*, 2(1), pp. 110–128. doi: 10.1177/2394901515627746.

Wiig, K. M. (1993) *Knowledge Management Foundations, Knowledge Management Foundations: Thinking about Thinking - how People and Organizations Represent, Create, and Use Knowledge.*

7. ANEXOS

Anexo 1. Entrevista estructurada a expertos del área.

1. ¿Existen pasos que deben de seguir los programadores antes de iniciar a programar?
2. ¿Cómo fue su entrenamiento cuando llegas al equipo de programación?
3. ¿Quién te capacito la primera vez para la programación en CATIA?
 - a. Coordinador (México).
 - b. Entrenador (Francia/otro lugar).
4. ¿Consultaste otras fuentes para aprender más sobre CATIA?
 - a. Libros.
 - b. Tutoriales.
 - c. Otros.
5. ¿Cuál es el tiempo que llevan los programadores en el equipo de programación de aluminio?
6. ¿Cuántos años lleva en el equipo?
7. ¿Qué tipo de indicaciones deben de seguir para la programación de una pieza?
8. ¿Cómo empieza el proceso de la programación CNC de una pieza en CATIA?
9. ¿Utilizan planos para el diseño de las piezas?
10. ¿Quién hace los diseños?
11. ¿Qué información les comparte el coordinador para el diseño de la pieza?
12. ¿Qué herramientas de TI utilizan para mantener comunicación?
13. ¿Cuál es el funcionamiento de CATIA en la programación de una pieza?
14. ¿Qué herramientas utilizan en CATIA para el diseño de una pieza?
15. ¿Qué estrategias utilizan en CATIA para el diseño de una pieza?
16. ¿Existen precauciones en la programación de una pieza?
17. ¿Qué pasa si una pieza no se ejecuta bien?

18. Después de terminar el diseño de la pieza en CATIA, ¿qué sigue?

19. ¿Cómo se aseguran de que una pieza este bien maquilada?

Anexo 2. Uso de la plataforma de entrenamiento en la empresa.

Al haber entendido la funcionalidad de la plataforma de capacitación, la organización aeroespacial comenzó a interactuar con la misma. La interacción formó parte importante de la investigación ya que se necesitaba saber los comentarios del equipo de programadores para analizar si era necesario realizar algún cambio.

El equipo de programadores junto con el Director de Ingenierías procedieron a utilizar la plataforma y en esa primera interacción se encontró la personalización y configuración de la plataforma. La figura 7.1 muestra cómo el equipo de programadores diseñó la pantalla de bienvenida.

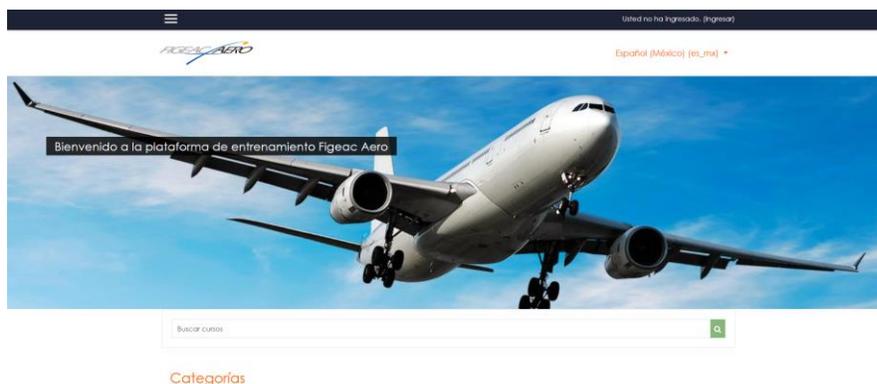


Figura 7.1. Pantalla de bienvenida.

Después de utilizar por unas semanas la plataforma, el equipo de programadores compartió cómo se encuentra la plataforma actualmente. La figura 7.2 presenta la pantalla de inicio del usuario administrador.

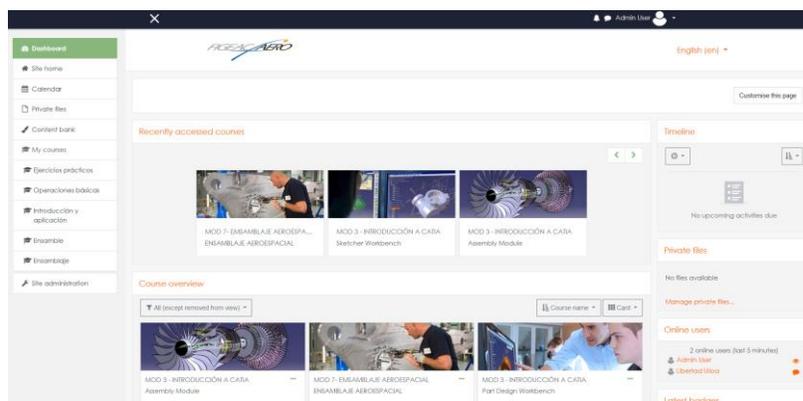


Figura 7.2. Pantalla de inicio.

Al haber implementado una inducción al uso de la plataforma al equipo de programadores, ellos continuaron añadiendo cursos a la plataforma esto se muestra en la figura 7.3.

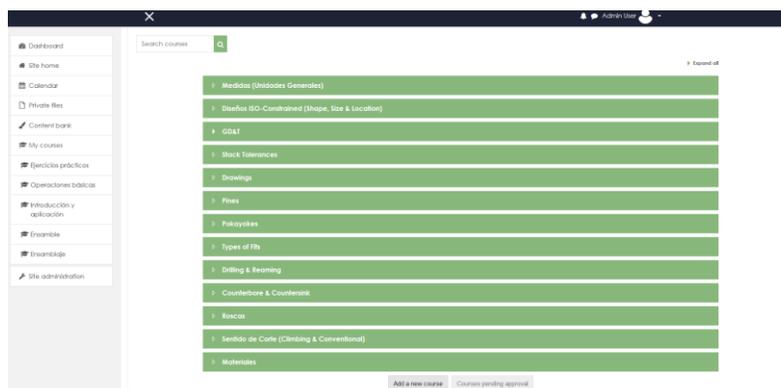


Figura 7.3. Pantalla de los cursos activos.

Así mismo, la figura 7.4 presenta que el equipo de programadores continuó agregando categorías a la plataforma.

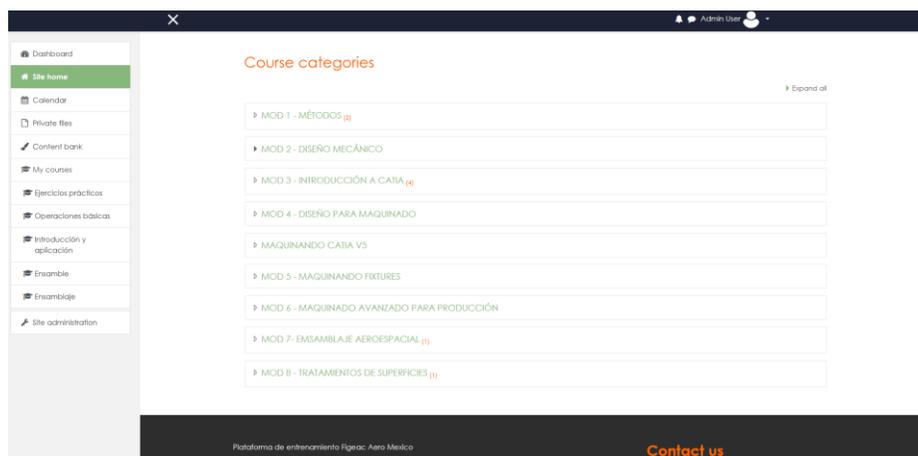


Figura 7.4. Pantalla de categorías.

La figura 7.5 muestra uno de los cursos que el equipo de programadores realizó en la plataforma. Se puede observar cómo colocaron información referente a tratamientos químicos.



Figura 7.5. Curso de Tratamientos químicos y recubrimientos Orgánicos.

La figura 7.6 presenta el listado de los usuarios, con el perfil de estudiantes, activos en la plataforma.

Test name / surname	Email address	Roles	Groups	Last access to course	Status
Sisto Aguilar		Student	No groups	Never	Active
José Alcaraz		Student	No groups	Never	Active
Aleyda Amarillas		Student	No groups	31 days 8 hours	Active
Kevin Contreras		Student	No groups	57 days 23 hours	Active
Andrés Enriquez		Student	No groups	Never	Active
guest Figeac		Student	No groups	121 days 4 hours	Active
Cereza Mendoza		Student	No groups	Never	Active
Carlos Montaña		Student	No groups	40 days 23 hours	Active
Edgar Morales		Student	No groups	71 days	Active
Moises Moreno		Student	No groups	107 days 5 hours	Active
Fabrizio Murieta		Student	No groups	Never	Active
Miguel Navarro		Student	No groups	Never	Active
Ariana Ornelas		Student, Course creator	No groups	92 days	Active
Emily Osuna		Student	No groups	107 days	Active
Zuleyma Paredes		Student	No groups	Never	Active
Emeraldita Kangel		Student	No groups	Never	Active
Argenis Rodriguez		Student	No groups	Never	Active

Figura 7.6. Usuarios activos.

Anexo 3. Visita al piso de maquinado de piezas.

Acompañada de un integrante del equipo, se tuvo la oportunidad de acceder y conocer el área donde se realizan la parte física del diseño de piezas. Las siguientes imágenes presentan con qué maquina se diseñan las piezas, además de cómo es un cubo de aluminio.



Figura 7.7. Maquina NVM 5000.



Figura 7.8. Controles de maquina NVM 5000.

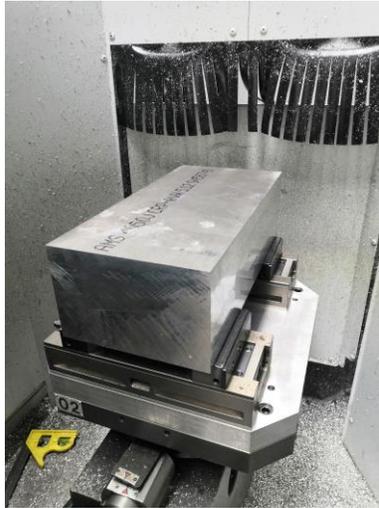


Figura 7.9. Cubo de aluminio antes del diseño.



Figura 7.10. Interior de una maquina NVM 5000.



Figura 7.11. Pieza de aluminio de 5 ejes.



Figura 7.12. Complementos para una pieza.