



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Facultad de Psicología
Maestría en Estudios Multidisciplinarios sobre el
trabajo

El trabajo en la industria Aeronáutica: ¿Nuevas configuraciones en relación con la industria 4.0?

Opción de Titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestría en Estudios Multidisciplinarios sobre el Trabajo

Presenta:
Abraham Rafael González Suastes

Dirigido por:
Dr. Rolando Javier Salinas García

Dr. Rolando Javier Salinas Garcia
Presidente

Firma

Dr. Carlos Clemente Martínez Trejo
Secretario

Firma

Dra. Candi Uribe Pineda
Vocal

Firma

Dr. Juan Manuel Godínez Flores
Suplente

Firma

Dr. Eduardo Luna Ruíz
Suplente

Firma

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Diciembre 2022



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



El trabajo en la industria Aeronáutica: ¿Nuevas
configuraciones en relación con la industria 4.0?

por

Abraham Rafael González Suastes

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Clave RI: PSMAC-160483

Resumen

La llamada industria 4.0 comenzó su implementación en algunos sectores industriales, siendo el sector automotriz donde mayor desarrollo se observa; la industria aeronáutica, puntero en cuanto a creación y desarrollo de tecnología se refiere, ha comenzado a implementar la industria 4.0 con las contradicciones que trae consigo, una industria donde las habilidades manuales y conocimientos técnicos especializados de los operadores la hacen casi artesanal. El objetivo principal parte de revisar si es que existe, a partir de la implementación de la industria 4.0, una nueva configuración laboral, organizacional y de proceso de trabajo dentro de la industria aeronáutica en Querétaro. A partir de una metodología cualitativa, y desde el configuracionismo, se revisan los posibles caminos que toma una “aplicación” de la industria 4.0 dentro de la industria aeronáutica, donde los debates sobre la necesidad de un “cambio cultural” en los actores, la dificultad de conciliar los espacios de trabajo con estas tecnologías, la forma particular en que se lleva el proceso de trabajo dentro de la aeronáutica y un discurso tecnocrático se hacen presentes.

Palabras clave: Industria 4.0, Aeronáutica, Procesos Productivos, Configuracionismo, Industria Aeronáutica en Querétaro.

ABSTRACT

Industry 4.0 began its implementation in some sectors like the automotive industry, where the major development is observed; The aeronautical industry is a leader in the creation and development of technology and has begun to implement industry 4.0 and some contradictions are becoming to be part of it. The aeronautical industry is marked by the technicians' manual skills and specialized technical knowledge that make it almost artisanal work. This research aims to review what is like to the implementation of industry 4.0, with the new labor and how organizational compensation is established and how the labor process configuration is made within the aeronautical industry in Querétaro. From a qualitative research methodology, and from "configurationism", the possible paths taken by an "implementation" of industry 4.0 within the aeronautical industry are reviewed, where the debates on the need for a "cultural change" in the actors, the difficulty in reconciling labor places with these technologies and how the labor process is carried out within aeronautics and the appearance of a technocratic discourse are present.

Keywords: Industry 4.0, Aeronautics, Labour process, Configuracionism, Queretaro Aeronautic Industry.

AGRADECIMIENTOS.

A CONACYT por brindarme la oportunidad de ser partícipe de la generación de conocimiento dentro de nuestro país, del desarrollo personal y crecimiento profesional a treves de su beca de estudio.

A mis maestros de la MEMST, ustedes que son una parte esencial en el desarrollo académico de cada uno de nosotros. Al personal administrativo que siempre nos apoyan amablemente en todo lo necesario.

A mi familia. Mi esposa Mónica quien durante todo este proceso me acompañó paciente y amorosamente. A mis hijas Dany y Andy que esperaron pacientemente todos los días a que papá se despegara de la computadora para poder estar con él.
Las amo con todo mi corazón.

A mis padres, Maricela y Rafael, que siempre me impulsaron a seguir desarrollándome, no bajar lo brazos y luchar por los sueños. A mi hermana Liz y mi cuñada Aideé por su compañía y cariño durante este proceso. A Irma por facilitarme el proceso y apoyarme cuando fue necesario. A Roge que con sus sabias palabras me acompaña siempre.

A mis amigos, Fernando España, con quien compartimos todos los sinsabores del mundo académico y de la vida misma, gracias amigo. A Miguel Gaspar quien siempre me motivó y acompañó durante este arduo proceso alentándome a no rendirme.

A mis compañeras de las MEMST Karen, Yas y Rose por su acompañamiento y compartir estos momentos conmigo.

Gracias infinitas a ustedes.

Contenido

I.	INTRODUCCION (PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN).....	7
	LA INDUSTRIA 4.0 ¿UNA NUEVA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL?	8
II.	ESTADO DEL ARTE	12
	CUARTA REVOLUCION INDUSTRIAL O INDUSTRIA 4.0	12
	INDUSTRIA 4.0 Y EL CONTEXTO NACIONAL.....	19
III.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	24
	MODELOS ECONÓMICOS Y SU RELACION CON LOS MODELOS PRODUCTIVOS.....	24
	COMPONENTES DE LOS MODELOS PRODUCTIVOS.....	32
	PROCESO DE TRABAJO	38
	CRISIS DE LOS PARADIGMAS Y CONFIGURACIONISMO.....	41
	CONFIGURACIONISMO, UNA PROPUESTA CRITICA A LA REALIDAD COMPLEJA.	44
IV.	HIPÓTESIS O SUPUESTOS	47
V.	OBJETIVOS	48
VI.	METODOLOGÍA.....	48
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
	1) CAMBIOS ORGANIZACIONALES Y LABORALES.....	58
	2) PROBLEMÁTICAS DE LA IMPLEMENTACIÓN	69
	3) EMPLEO Y CAMBIO.	77
VIII.	CONCLUSIONES	83
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
	ANEXOS.....	92

Tablas

Tabla 1 Unidades temáticas de estudio para entrevistas semidirigidas.53

Tabla 2 Matriz analítica, conceptos ordenadores para resultados.57

I. INTRODUCCION (PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN)

La relación del hombre con el trabajo ha evolucionado con el paso del tiempo, este se transforma a medida que la humanidad descubre avances tecnológicos; pasamos de ser grupos nómadas a grupos sedentarios con el advenimiento de tecnologías agrícolas (refiriéndonos a la etimología clásica de tecnología: estudio de la técnica, arte u oficio; este sirve a la aplicación de estos conocimientos ordenados para crear o construir artefactos que satisfacen necesidades).

El descubrimiento de estas nuevas tecnologías trae consigo cambios importantes en la economía, la sociedad y la forma en que trabajamos (incluso en como vemos el trabajo). Durante la primera revolución industrial (la máquina de vapor 1760-1840 aprox.) se vivieron cambios abruptos en estas dimensiones migrando millones de empleos de los campos de agricultura al trabajo de las fábricas, con ello modificando los procesos de trabajo, en dependían de la fuerza del trabajador para posteriormente migrar a un sistema de habilidad manual repetitiva en un proceso bien enmarcado. Novedosos descubrimientos como la energía eléctrica crearon nuevos sistemas de producción, ocasionando así la segunda revolución industrial (finales del siglo XIX y principio del XX con los sistemas de manufactura en línea y producción en masa, el sistema taylorista-fordista). Tuvieron que pasar algunos años para que los avances tecnológicos se condensaran creando nuevos dispositivos tecnológicos como el desarrollo de semiconductores, dando así paso a la tercera revolución industrial; estos avances en materia Informática y de ordenadores se han acelerado al punto que, según la ley de Moore (Intel, s.f.), cada 2 años los microprocesadores se duplican en velocidad dando paso a lo que se ha denominado la cuarta revolución industrial (Schwab, 2016; Ford, 2016; Pereira y Romero, 2017; DW Documental, 2018a).

LA INDUSTRIA 4.0 ¿UNA NUEVA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL?

Según Neffa (1999) cada cierto tiempo, en un sentido muy schumpeteriano, algunos factores se conjuntan para formar un cambio de paradigma técnico-económico o revoluciones tecnológicas, que cambian con esta reestructura no solo las formas de producir bienes y servicios sino la forma en que se conciben muchas actividades una vez que se atravesó esa revolución. El viejo paradigma de la organización científica del trabajo (Taylorismo y Fordismo) llegó a un proceso de saturación en distintos sectores, buscando encajar los sistemas de producción de estos modelos en todos los sectores, incluidos en ocasiones los de servicios. Posteriormente parece que nuevas visiones emanadas del modelo japonés tuvieron la misma suerte de expandirse en diversos sectores industriales y de servicios, intentando adaptar sus procesos de trabajo a una tropicalización forzada.

La llamada industria 4.0 poco a poco se ha implementado en distintos sectores como les ocurrió a los paradigmas que la antecedieron. Actualmente la industria manufacturera automotriz es la que ha logrado mayores impactos en los sistemas de producción. Dos ejemplos pueden nombrarse, la planta de BMW en Regensburg, Alemania (Marc, 2020) y la planta de Tesla en Fremont, California, que cuenta con aprox. 3000 empleados y 160 robots de todos los tamaños para diversas actividades (WIRED, 2013). Observamos por ejemplo en la fábrica de Tesla que los autos son pintados por un brazo robótico a la vez que otros brazos mueven la carrocería completa de una estación a otra; hace no más de 15 años estos procedimientos los realizaba personal especializado en la pintura de carrocería, en cabinas especiales que requerían indumentaria especializada y equipos de protección personal, una profesión que parece estar siendo desplazada por la tecnología. En ambos casos en estas llamadas *smartfactory* podemos observar la aplicación de las principales tecnologías de lo que se ha denominado la industria 4.0 en plantas de armado de automóviles (IoT, Automatización, Big Data, Cloud computing).

El caso de la industria aeronáutica es particular, aunque durante el apogeo de los paradigmas reinantes se utilizan algunos de los procesos y sistemas de producción, sus objetivos empresariales y estructura de negocio son muy específicos y especiales. Para cuando un avión se termina de fabricar está vendido y retrasado en su entrega, a diferencia de la industria automotriz o cualquiera de manufactura de productos de consumo, donde se pueden fabricar objetos sin siquiera existir la suficiente demanda en el mercado. Es decir que la industria aeroespacial en general tiene sus propios procesos y sistemas, en primer lugar, debido a lo particular de su proceso de producción, las partes se fabrican en diferentes lugares, se realizan ensambles o subensambles y estos a su vez se colocan en el armado de la aeronave. Conjuntar los esfuerzos de distintas proveedurías requiere una metodología ad-hoc a las necesidades de cada una de las distintas empresas de manufactura aeroespacial siendo Airbus, Boeing, Bombardier, entre otras, las encargadas de estructurar sus proceso y mecanismo de implementación de dispositivos tecnológicos, productivos, incluso laborales.

La industria aeronáutica en Querétaro aparentemente tiene que implementar procesos propios de la industria 4.0 (en favor de la productividad y la rentabilidad) en sintonía con los movimientos industriales y las tendencias de manufactura. Esto motivado en seguir una tendencia extendida en las diferentes industrias, principalmente la automotriz, donde la perspectiva de industria 4.0 comienza a implementarse. Distintos actores comienzan a establecer posicionamientos frente a la implementación de la industria 4.0 dentro de la industria aeroespacial mexicana, pues urgen en la necesidad de migrar a procesos de digitalización que brinden modelos de negocio de alto potencial y busquen generar mayor rentabilidad (Manufactura, 2018). Uno de los argumentos que se usan en la mayoría de las conferencias, capacitaciones y entrevistas realizadas en distintos espacios es el de la competitividad, la industria no puede quedarse en procesos obsoletos o con rezago tecnológico, la industria

aeroespacial mexicana debe buscar innovar para continuar siendo competitiva en el mercado global (a21, 2021, MexicoNOW, 2020).

Una preocupación latente que conlleva la implementación de nuevos sistemas de producción es el desplazamiento laboral, dentro de la industria 4.0 la interrogante radica en la dimensión del trabajo, ¿cómo la automatización tomará espacios de trabajo que antes pertenecían a personal especializado? Surge pertinente estudiar qué tanto se ha logrado implementar la llamada industria 4.0 dentro de la industria aeronáutica en el Querétaro para verificar si efectivamente espacios antes ocupados por técnicos profesionales dentro de la industria aeronáutica en Querétaro podrían haber sido desplazados por procesos automatizados como es el caso de algunas industrias donde la automatización ha desplazado o se prevé en un futuro próximo (Frey y Osborne, 2013). También es necesario cuestionar si es que esta tendencia de aplicar la industria 4.0 conlleva cambios en cómo se realiza el trabajo, proceso de trabajo, cómo se contrata y con qué habilidades nuevas tendrá que enfrentarse un trabajador de esta industria. Indagar sobre estos cuestionamientos es la principal motivación de la presente investigación preguntando sobre si esta supuesta urgente implementación cambia en algún sentido la configuración de la industria aeronáutica en Querétaro.

Una de las observaciones de Martin Ford en su libro “Rise of robots” sobre las implicaciones en la relación hombre-máquina y que es importante tomarla como punto de partida es la siguiente: esta era estará definida por un cambio fundamental en las relaciones entre máquinas y trabajadores, se da un cambio radical en una de nuestras acepciones sobre la tecnología, la premisa fundamental de que las máquinas ayudan a los trabajadores a realizar sus labores y mejorar su productividad, el cambio radical se presenta porque las máquinas se están convirtiendo en trabajadores en sustitución de ciertas profesiones y esto trae consigo serias dificultades (Ford, 2016).

En el citado estudio de Frey y Osborne (2013) se retoma la literatura de algunos autores que indican que la caída del empleo se debe a la desaparición de actividades rutinarias que las hace susceptibles de automatizarse. Un concepto importante que debe reevaluarse es el de descualificación [*deskilling*], se describe como el proceso que ocurrió en el siglo XIX cuando los artesanos fueron desplazados (o descualificados) por los nuevos instrumentos mecánicos que reemplazaron sus trabajos al introducirse la máquina de vapor (Frey y Osborne, 2013). Podemos definir la descualificación como el proceso de eliminar acciones laborales y reemplazarlas por el uso de la tecnología.

La problemática surge cuando cotejamos las actividades que se realizan en la industria aeronáutica (principalmente la manufactura y MRO), las cuales es necesario “[...] problematizar si en la industria aeronáutica se ha dado lo que Coriat (1989) ha llamado la expropiación del saber obrero. El trabajador de oficio, el trabajador especializado de la industria aeronáutica permanece como el elemento central del proceso productivo, mientras más conocimiento y habilidad tenga, más eficiente y productivo será para las industrias aeronáuticas” (Salinas, 2012, p. 242). Esto nos lleva a cuestionarnos y dialogar con las posibles respuestas obtenidas: ¿La industria 4.0 se ha implementado en Querétaro? Si es el caso ¿Estas condiciones seguirán vigentes una vez que la industria 4.0 se implante? ¿cuáles de estas actividades son susceptibles a ser automatizadas o reemplazadas por la industria 4.0?, ¿qué posibles descualificaciones podrían efectuarse (si es que esto es posible en una industria tan especializada)? En caso contrario ¿Por qué no se ha implementado?, ¿Qué barreras o dificultades se ha enfrentado? ¿Qué papel juegan los distintos actores en esta implementación?

II. ESTADO DEL ARTE

CUARTA REVOLUCION INDUSTRIAL O INDUSTRIA 4.0

El término de cuarta revolución industrial es relativamente nuevo, apareció en la Feria de Hanover [Alemania] del 2011; uno de los referentes más destacados y que ha teorizado sobre las pautas de la cuarta revolución industrial es Karl Schwab (2016) fundador y director del Foro Económico Mundial. En su libro presenta reflexiones sobre las nuevas consideraciones que se deben tomar en esta aparente nueva revolución tecnológica-industrial por venir: “Nos encontramos al principio de una revolución que está cambiando de manera fundamental la forma de vivir, trabajar y relacionarnos unos con otros (p. 13)”;

en su texto justifica el por qué esta revolución ya no es parte la tercera revolución industrial,

[...] creo que hoy estamos en los albores de una cuarta revolución industrial. Esta comenzó a principios de este siglo y se basa en la revolución digital. Se caracteriza por un internet más ubicuo y móvil, por sensores más pequeños y potentes que son cada vez más baratos, por la inteligencia artificial y el aprendizaje de la máquina [machine learning] (p.20).

De igual manera Schwab advierte que, a diferencia de las revoluciones anteriores en donde un objeto o sistema era el gran hito tecnológico, en esta revolución industrial es un conjunto de variadas disciplinas, algunas emergentes, que en su conjunto dan forma a esta revolución industrial. Para fines prácticos y analíticos algunos autores conjuntan todas ellas bajo el concepto de digitalización (incluso las engloban en las TIC's). La intercomunicación de los siguientes avances es, según Schwab (2016), el núcleo componente de la cuarta revolución industrial: “[...] abarca amplios campos, como la inteligencia artificial (IA), la robótica, el internet de las cosas (IoT), los vehículos autónomos, la impresión 3D, la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales, el almacenamiento de energía y la computación cuántica.” (p. 13).

Por su parte Gizem Erboz (2017) destaca en su estudio lo que en su criterio son las 9 tecnologías medulares para considerar dentro de la llamada industria 4.0 o cuarta revolución industrial:

1. Análisis de Big Data. El concepto describe grandes concentraciones de información de distinta índole proveniente de distintas fuentes (monitoreo, sensores, encuestas de clientes), las cuales son procesadas, analizadas y almacenadas para obtener indicadores que ayuden en la toma de decisiones.

2. Robots autónomos. El uso de robots en la industria ha sido uno de los grandes avances en los procesos de producción de la industria y uno de los logros que trajo la tercera revolución industrial. La búsqueda de robots que puedan imitar o realizar operaciones de manera autónoma es un componente principal de las Smart factory.

3. Simulación. La simulación es una parte importante en la manufactura de productos, permite observar tolerancias, fatigas en materiales, tiempos de producción, costos, etc. Puede complementarse muy bien con la manufactura aditiva.

4. Integración de sistemas en horizontal y vertical. La comunicación entre las distintas partes involucradas tanto externas como internas para generar una cadena de valor; la integración vertical es referida a sistemas flexibles y reconfigurables totalmente integrados dentro de las fábricas; la horizontal engloba a los distintos socios y proveedores en la cadena de valor (Erboz, 2017)

5. Internet de las cosas (Internet of Things [IoT]). El internet de las cosas permite a los objetos conectarse a sistemas en la nube a través de internet, esta plataforma integrada en el sistema permite monitorear, recolectar datos y obtener información para la toma de decisiones.

6. Cloud computing (computación en la nube). Es la forma de virtualizar recursos, incluyendo recursos de almacenamiento y automatización; existen 3 tipos: Software as a Service (SaaS) donde el acceso depende de la compra del cliente,

Platform as a Service (PaaS) donde los clientes pueden acceder a sus aplicaciones en la nube y las ofertas de Infraestructura como servicio (IaaS) (Erboz, 2017). Algunas empresas contratan sistemas que incluyen las 3 variables de computación en la nube, un ejemplo es 3D experience de la empresa Dassault Systèmes que incluye los tres tipos (SaaS, PaaS e IaaS).

7. Manufactura aditiva. Se refiere a la tecnología de impresión 3D, es la realización de objetos personalizados que permiten prototipar los productos en distintos materiales y técnicas; los avances han permitido la impresión 3d con materiales complejos como polvo de fibra de carbono, algunos metales y hasta biomateriales.

8. Realidad aumentada. Es una tecnología que permite enlazar objetos virtuales con imágenes de la realidad logrando una interactividad entre ambos mundos; La RA (AR Augmented Reality) permite incluso que información en tiempo real se muestre a un operador de algún dispositivo al punto de tener operadores aumentados (augmented operators)

9. Ciber seguridad. Al tener todos los sistemas hiperconectados es un gran riesgo tenerlos a merced de ataques cibernéticos, por lo que las barreras y sistemas de seguridad que se implementen cobran mayor relevancia en la industria 4.0.

Existen diferentes posiciones respecto a la vorágine tecnológica que viene de la mano de la industria 4.0, “pero en un mundo caracterizado por la incertidumbre, la capacidad para adaptarse es fundamental, si una compañía es incapaz de subirse a la ola, puede quedarse fuera de ella” (Schwab, 20016, p. 86), muchas industrias ya están tomando posición frente a esta nueva ola de digitalización que es un mandato a la rentabilidad y productividad.

Nuevas formas de organizar el trabajo traen consigo nuevos retos, Klaus Schwab (2016) nos advierte no sólo de las ventajas que estas nuevas tecnologías nos traen en

materia de desarrollo sino “[...] también podrían generar impactos que queremos evitar. Estos van desde desempleo generalizado y la creciente desigualdad, [...] hasta los peligros de los sistemas automáticos de armamento y nuevos ciberriesgos” (p. 87).

Una de las principales preocupaciones en la emergencia de nuevas tecnologías, no sólo en esta cuarta revolución industrial si no en las 3 anteriores, es la relación con el trabajo. En su estudio Bonekamp y Sure (2015) siguiendo a Bauernhansl (2014) muestran cómo estas tecnologías impactan las organizaciones y el trabajo, poniendo el acento en el factor humano y su relación con el valor agregado en las cadenas de producción, donde los trabajadores de todos los niveles tendrán ajustes en el piso de operaciones. En su revisión de literatura retoman dos autores que abordan la preocupación por la tecnología y el desplazamiento laboral, Martín Ford (2016) y el muy citado estudio sobre la posibilidad de los empleos a ser reemplazados por computadoras, Frey y Osborne (2013). Finalmente, en sus conclusiones aluden a la implicación macroeconómica de esta cuarta revolución industrial y las implicaciones que esta traerá en el bienestar social, los sistemas tributarios y la necesidad de observar la posible pérdida de empleos y el crecimiento de la desigualdad (Bonekamp y Sure, 2015).

En el año 2016 el departamento de políticas del Parlamento Europeo genera un reporte sobre la industria 4.0, el objetivo del estudio es informar sobre el debate que surge entorno a las políticas industriales que incluyen la industria 4.0, así como analizar también la implementación de políticas nacionales que permitan acelerar la transformación industrial, de productos tecnológicos y de alto valor agregado (Smith, Kreutzer, Moeller y Carlberg, 2016); el estudio parte del análisis de información disponible y relevante sobre el tema, permite disipar algunas dudas sobre la dirección que tomará la industria 4.0 en Europa retomando temas importantes como las políticas públicas y la economía.

Los resultados obtenidos dentro del estudio permiten definir las líneas de intervención y la creación de políticas industriales dentro de la Unión Europea proponiendo la reactivación de la agenda de Lisboa y promoviendo el “renacimiento industrial” en Europa donde las economías de escala y de alta tecnología fueron el mayor impulso de la competitividad internacional (Smith et al., 2016). Posterior a la crisis de 2009 que trajo el mercado inmobiliario en Estados Unidos surge la necesidad de impulsar los mercados nacionales basado en alta tecnología, en el año 2012 la comisión europea emite un comunicado en la que llaman a una industria europea fortalecida para el crecimiento y la recuperación económica (Smith et al., 2016). Estos esfuerzos marcados en el estudio parten de 4 puntos centrales a desarrollar: 1) Proveer un marco de referencia y crear las condiciones para estimular nuevas inversiones; 2) acelerar la adopción de nuevas tecnologías y revolucionar la eficiencia de recursos; 3) crear mejoras urgentes en el funcionamiento del mercado interno y 4) aumentar la inversión en capital humano y habilidades que permitan la transformación deseada (Smith et al., 2016).

La sugerencia de Bledowski (2015, como se citó en Smith et al., 2016) es que el concepto de industria 4.0 se origina a partir de la estrategia del gobierno alemán en 2006 llamada “estrategia de alta tecnología” y que en el año 2012 ya se incluye como tal como uno de los 10 proyectos futuros a tomar en cuenta dentro de la estrategia de alta tecnología. Según Smith et al. (2016) el mercado que lidera la iniciativa de la industria 4.0 es la manufactura nacional alemana y el éxito de la implementación recae en una estrategia dual: por un lado depende de mejorar la competitividad de la industria alemana en general, esto mediante el apoyo e integración constante de las TIC en sus procesos de producción; una segunda vía parte en aprovechar la experiencia de las empresas alemanas en sistemas integrados e ingeniería de automatización buscando desarrollar nuevos productos y equipos de fabricación que

Alemania podría vender en los mercados globales y que facilitaría el paso de la industria 4.0 en otros países.

El horizonte marcado por las entidades encargadas de realizar la investigación muestra una estrategia representada en un mapa de ruta que culmina en 2030, lo cual permite identificar que el impulso de la llamada industria 4.0 nace como una estrategia de muy largo plazo y que su desarrollo e implementación se encuentra aún en una etapa embrionaria (Smith et al., 2016). Una de las plataformas más robustas que crea el Ministerio Federal de Economía y Energía [BMWi] del gobierno alemán, es la “Plattform Industrie 4.0”, un sitio en que controla el ministerio donde colocan todos los documentos referentes a la industria 4.0 en Alemania y Europa, los convenios y mapas de ruta que comunican los avances y políticas públicas implementadas en los distintos parlamentos europeos. En esta plataforma centralizada se coloca toda la información relevante a esta transformación digital nombrada como “Made in Germany”.

En la conceptualización que hacen Guyon, Amime, Tamayo y Fontane (2019) desde su perspectiva analítica, marcan la importancia que tiene la cadena de suministro y el valor de los procesos dentro de la industria aeronáutica, se basa en un esquema vertical que parte de los OEM's (Original Equipment Manufacturers), pasando los requerimientos de manufactura los Tier 1, Tier 2, Tier 3 respectivamente derivando de mayor a menor complejidad y ensamble de los componentes). Otro factor que es muy importante señalar parte del ciclo de vida de los componentes [ClockSpeed factor] dentro de la aeronáutica, algunos componentes o ensambles requieren de cierto número de ciclos para ser reemplazados, los cuales también dependen en gran medida de procesos de investigación y diseño que corresponden y dependen en gran medida a los OEM's (Guyon et al, 2019). Para los autores uno de los principales beneficios que trae consigo la implementación de la industria 4.0 dentro de la aeronáutica se presenta en términos de la productividad, flexibilidad y capacidad de

responder a las complejidades en los mercados emergentes pero también son claros en mostrar la dificultad de integrar estas nuevas tecnologías dentro del sector debido a las limitantes operativas (complejidad de la producción, costos, ciclos, etc.) pero que pueden revisarse caso por caso siguiendo las altas regulaciones de la autoridad aeronáutica (Guyon et al, 2019).

Por otra parte el análisis que presentan Ceruti, Marzocca, Liverani y Bil (2019) sobre el uso y la implementación de tecnologías de la industria 4.0 en el ámbito aeronáutico, en este caso no en la manufactura sino en el mantenimiento aeronáutico, muestran a través del análisis de estudios de caso la aplicación que tiene la RA (Realidad Aumentada) y la MA (Manufactura Aditiva) dentro de las tareas de mantenimiento. Desde su perspectiva la utilización de MA puede reducir el tiempo de reemplazo de componentes dentro de un proceso de mantenimiento, también registran el análisis de un estudio piloto donde mediante el uso de tecnología wearable (aparatos de tecnología que pueden vestirse, el uso de relojes inteligentes y lentes con realidad aumentada son los ejemplos más comunes) podían reducir el tiempo de finalización de la tarea en un 7.7% (Robertson, Bischof, Geyman, e Ilse, 2017, como se citó en Ceruti et al., 2019), gran parte de la reducción de tiempo, según explican los autores, se debe a los recorridos que deben hacer los técnicos porque en algunas ocasiones debes subir y bajar escaleras para revisar los manuales.

Aunado a esta perspectiva se sugiere que la integración entre las tecnologías de la industria 4.0 y el mantenimiento aeronáutico pueden proporcionar una mejor manera de llevar a cabo las operaciones de mantenimiento en comparativa con el modo tradicional. En uno de sus ejemplos muestran como la manufactura aditiva puede ayudar en hacer más corta la cadena de suministros y acortar los grandes inventarios en almacén, si se tienen la maquinaria y los polvos de metales necesarios (aluminio y titanio) dentro de las áreas de mantenimiento con la certificación necesaria (Ceruti et al., 2019). Esta situación trae a cuenta una de las grandes contradicciones, porque, aunque la tecnología se encuentra disponible, las agencias reguladoras de la aviación

como la (FAA) y la (OACI) no presentan aún las legislaciones y certificaciones asociadas a la adopción de estas nuevas tecnologías lo que complica su implementación. Por su parte Ceruti et al. (2019) plantean que el mercado puede ejercer presión para que las autoridades creen normas adaptables a estos nuevos procesos.

INDUSTRIA 4.0 Y EL CONTEXTO NACIONAL

El núcleo de nuestra investigación se centra en la industria aeroespacial queretana, la pertinencia de revisar qué aspectos se han abordado en México frente a la industria 4.0 permite observar el panorama general de implementación de estas tecnologías.

A través de un análisis documental Ynzunza, Izar, Bocarando, Aguilar y Larios (2017) exploran el entorno tecnológico de la industria 4.0 y sus posibles implicaciones dentro de la industria en México. Desde su perspectiva las PYMES son las que obtienen mayores beneficios en la adopción de tecnologías de manufactura inteligente englobadas en la industria 4.0 y que en muchos países del mundo comienzan a implementarse. Para las y los autores del documento la gestión de estas tecnologías puede lograr un impacto significativo en la cadena de suministros, en los modelos de negocio y sus procesos “Los beneficios aparentes son asociados a la flexibilidad, productividad, competitividad y acceso a mercados globales así como la disminución de los costos y aumento de la rentabilidad” (Ynzunza et al., 2017) pero estas supuestas ventajas que en apariencia apoyarían a las PYMEs parten de estrategias tomadas por empresas multinacionales, que son las principales en marcar el destino de las cadenas de suministros.

Según Ynzunza et al. (2017) la implementación comenzará a reconfigurar la producción dentro del país, provocando, según las y los autores, mayor flexibilidad en sus

procesos, mejorar costos y mejorar la sustentabilidad, lo que deriva en ventajas competitivas y una mayor rentabilidad de los modelos de negocio; esta perspectiva marca el dominio de tecnologías de sistemas ciber físicos (cyber-physical system, CPS por sus siglas en inglés) y que en un futuro dominen los procesos de manufactura dentro de los procesos de fabricación.

Por otra parte, señalan que el éxito de la implementación depende de la facilidad en que se integren las redes, los sistemas de manufactura flexibles y reconfigurables permitiendo soportar este nuevo tipo de manufactura. Muestran también una importancia relevante de los actores políticos, académicos y científicos dentro del proceso de implementación:

[...]en México se han lanzado una serie de iniciativas para incorporar a las empresas del país a la cuarta revolución industrial y acelerar el proceso de adopción. Esto incluye la elaboración del mapa de ruta tecnológica, programas para la difusión de las tecnologías, aplicaciones y los beneficios que es posible esperar a través de la misma; y el establecimiento de estrategias para adoptar éstas. No obstante, deberán redoblarse los esfuerzos para fomentar su conocimiento e impulsar su implementación (Ynzunza et al., 2017, p. 14);

exhortan también a una sensibilización mediante la capacitación sobre temas referentes de industria 4.0, que permitan la formación de capital humano y adopción de modelos de negocio, puesto que, la forma de impulsar a las PYMEs se logra mediante la productividad y la competitividad en las organizaciones.

Posterior al estudio citado se han realizado otros esfuerzos por explicar cómo se presenta la industria 4.0 en México. El objetivo central del estudio exploratorio mediante el análisis documental que realizan Mejía, Camacho y Marcelino (2020) centra la atención en la implementación de la industria 4.0 desde organizaciones

públicas y privadas. Las autoras muestran que las estrategias de implementación que han adoptado los distintos países son muy parecidas y que es a partir de la feria de Hannover en 2013 Alemania desde su “Plattform Industrie 4.0”; fundamentan a partir de algunos autores y datos cuantitativos la importancia que tienen los avances tecnológicos en distintas áreas de la vida y la creación de necesidades especiales a partir del mercado global (Mejía et al., 2020).

Citando a la Secretaria de Economía, Mejía et al, (2020) marcan 4 pilares importantes a considerar para la posible implementación de la industria 4.0 en México; Empiezan por marcar la importancia de la capacitación en el desarrollo humano, lo que exige de nuevos conocimientos de las habilidades que la industria exige como minería de datos y ciberseguridad; Destacan también la importancia de la innovación, en ese sentido el documento marca fuertemente la importancia de los centros de innovación y ciencia como pilares de la industria 4.0; la promoción de vinculación y alianzas que coordinen esfuerzos positivos es de suma importancia por lo que los clústeres tienen gran importancia en su implementación; por último marcan la relevancia de la adopción de la tecnología por parte de las pequeñas y medianas empresas en busca de la competitividad.

Las autoras también exhortan a una sensibilización en los distintos actores mediante la capacitación en temas de industria 4.0 que permite la formación de capital humano y adopción de modelos de negocio, ya que según Mejía et al. (2020) “[...]es el medio a través del cual se puede impulsar la productividad y competitividad de las organizaciones, especialmente las PYMEs”, en ese sentido se han adoptado estrategias como “México conectado” o “Estrategia digital nacional” se presentan como una gran apuesta para mejorar la digitalización del país, esta visión será medular en la creación de agendas buscando la adopción de estas tecnologías no sólo en la industria sino en distintos aspectos de la vida. Las autoras insisten en una falta de

cultura en la adopción de estas estrategias sumado a la falta de formación educativa se convierten en barreras importantes para la implementación de la industria 4.0, de ahí radica la importancia de poner atención en cuestiones educativas porque no se avanza en características de innovación y tecnología dentro de los planes de estudio o no abarca lo necesario (Mejía et al., 2020).

La mayoría de los casos analizados y usados a manera de ejemplo muestran que las tecnologías dentro de la industria 4.0 mejoran aspectos de calidad, tiempos y productividad, que sirven de justificación para alentar el proceso de implementar perspectivas de alta tecnología, poniendo énfasis en los programas de apoyo gubernamentales para trabajar de la mano de las empresas que no tienen mucha información en materia de innovación (Mejía et al., 2020).

Resulta importante clarificar que en el estudio se aclara que no todas las empresas (o industrias) están preparadas o son candidatas para adoptar esta nueva revolución, puede ser por características productivas, condiciones económicas o cuestiones sociales aunque mencionan no profundizan en cuáles podrían ser esas dificultades pero las que nos convoca en la presente investigación es la cuestión de lo social, que no solo está ausente en las características sino también en los porcentajes de investigaciones científicas en este tema:

Las estadísticas que ofrece la Web of Science, permiten identificar que la producción científica está más enfocada en áreas de ingeniería con un 85% y ciencias computacionales con 70%. Las áreas de educación solo cuentan con un 5% de producción, y ciencias sociales y leyes gubernamentales menos del 2% (Mejía et al., 2020).

INDUSTRIA AEROESPACIAL ¿ABANDERADO DE LA INDUSTRIA 4.0?

Uno de los estudios que abordan de manera clara la relación entre la industria 4.0, su posible implantación dentro del país y las diferentes industrias es el realizado por Martínez, Garnica, Carrillo y Haulde (2020); en esta compilación se obtienen trabajos que visibilizan como se está realizando una implementación de la industria 4.0 en diferentes sectores industriales, tomando siempre un papel principal la industria automotriz. En esta compilación se aborda también el sector aeroespacial abriendo el cuestionamiento sobre si el desarrollo e implementación de alta tecnología, que caracteriza el sector, podría llevarlo a ser un ejemplo para seguir en la implantación de un modelo paradigmático de la industria 4.0.

Siguiendo a los autores denotan que durante los años 90's el sector aeroespacial en Querétaro tuvo un desarrollo importante con la implantación de empresas del sector que propiciaron al paso del tiempo un largo recorrido hasta tener un sector industrial fortalecido no solo en el ámbito empresarial sino en transportación, con la construcción y funcionamiento del Aeropuerto Intercontinental de Querétaro, y en el ámbito educativo, con la Universidad Aeronáutica en Querétaro, reafirman una consolidación del sector en la entidad (Salinas y Gutiérrez, 2020).

En su estudio Salinas y Gutiérrez (2020) abordan la posible implicación del sector aeroespacial como un posible abanderado de la industria aeroespacial, respondiendo de manera temprana a este cuestionamiento desde la importancia que tiene el trabajador de la industria dentro del proceso de trabajo y que los procesos tecnológicos que intervienen en el proceso productivo son los menos y no tienen la centralidad que en otras industrias se hace manifiesto. Lo que si se presenta es una separación de los trabajadores en el proceso de diseño, el cual se encuentra localizado en las empresas, “El diseño permanece en los centros de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) de las OEM o Tier 1 Plus y las pocas oportunidades de

innovación o mejora que tiene el trabajador se dan en los procesos productivos” (Salinas y Gutiérrez, 2020, p. 157), dejando únicamente oportunidad a los trabajadores de hacer el trabajo de manufactura y producción de piezas y ensamblés.

Por otro lado, aunque se presentan en algunos espacios metodologías innovadoras que se implementan en diferentes industrias, como la mejora continua, Kaizen, etc., no corresponden a una modificación sustantiva de los procesos productivos solamente un ajuste en cómo se diseñan y reparten ciertas actividades y tareas dentro del mismo, esto no es suficiente para considerar que se ha presentado un ajuste al modelo productivo de camino hacia la industria 4.0 dentro del sector aeroespacial queretano.

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Acercarnos a problematizar sobre la posibilidad de implementar estrategias de corte tecnológico llamadas en su conjunto industria 4.0 a las formas y sistemas en que se realiza la manufactura aeronáutica convoca a enmarcar las observaciones dentro de los modelos económicos, modelos productivos, modelos industriales y su configuración sociotécnica poniendo especial interés en cómo se articulan los espacios de trabajo, las estrategias empresariales y organizacionales, los actores involucrados y las contradicciones presentes en el marco industrial.

MODELOS ECONÓMICOS Y SU RELACION CON LOS MODELOS PRODUCTIVOS

Para lograr enlazar el fenómeno de la industria 4.0 como un paradigma contemporáneo, resulta pertinente traer a cuenta la forma en qué se articulan los modelos productivos y su relación con los modelos económicos; “se habla de modelo económico cuando se trata de formalizar la estructura y el funcionamiento de un

sistema productivo nacional, [...] el modelo sintetiza cuáles son los objetivos buscados por los actores económicos, cuál es su comportamiento y cuáles pueden ser sus resultados (Neffa y de la Garza, 2010, p. 18). Desde esta perspectiva se entiende que los modelos económicos cumplen la función de dar sentido al manejo que algunos actores, principalmente gubernamentales y privados (líderes empresariales), demarcan el rumbo que tomarán las decisiones en el ámbito macroeconómico de países y regiones, aparentemente dotadas de una lógica racional en el funcionamiento y estabilidad en cuanto a economía se refiere, pero que no son del todo intencionales, son respuestas a problemáticas surgidas directamente en los espacios de intervención de los actores. Los alcances de estas decisiones no se localizan del todo de manera puntual, algunas de ellas parten de acuerdos opacos o incluso discrepancias de los tomadores de decisiones, quienes en ocasiones no logran ponerse de acuerdo en el rumbo que tomarán debido a fallas o algunas contradicciones presentadas (Neffa y de la Garza, 2010).

A su vez se entiende que los modelos económicos parten de una trayectoria en espacio-tiempo-región determinados, es decir, un recorrido histórico enmarcado en un tiempo-época específicos, que a su vez, está localizado en una región (Estado-nación) determinada y que incluye las posibilidades productivas localizadas en sus demarcaciones, lo que se ha denominado bajo una *“path dependency”* (Neffa y de la Garza, 2010); esto implica que las decisiones tomadas van concatenándose dando lugar a los modelos actuales, algunos generados a partir de las grandes crisis, este tema será abordado en el siguiente apartado por ser crucial en la forma en que el supuesto paradigma de la cuarta revolución industrial se suscita.

Es necesario antes de abordar los modelos económicos trabajados en Neffa y de la Garza (2010), retomar las dimensiones centrales para analizar los componentes de los

modelos que los autores, siguiendo a Boyer y Freyssenet (2003), han adoptado y sirven de marco analítico para identificar los modelos productivos:

- Producción. Componente fundamental para entender la economía, en una economía basada en el intercambio de bienes la generación de estos se vuelve central. Dentro de esta categoría se incluye los sectores que la dinamizan (empresas que generan productos) así como las formas en que se relacionan Estado, empresas y economía social.
- Demanda. Producción interna o creación del producto para exportaciones, depende también en amplio sentido en la apertura comercial que se tenga, en gran medida los modelos económicos marcan el destino que los productos tendrán.
- La relación salarial, el uso y reproducción de la fuerza de trabajo. Condiciones del ambiente de trabajo, sistemas de remuneraciones y mercado de trabajo.
- Distribución del ingreso y calidad de vida. Muestran cómo es que interactúan las variables estructurales señaladas, es decir, como los factores producción-demanda y empleo se conjugan para dotar de herramientas de distribución del ingreso, entendiendo también los factores de incidencia en la marginación, pobreza, indigencia y exclusión social.

De estos factores y sus conjugaciones se extienden los límites de los actores en materia de implementación de los modelos económicos y no sólo de los modelos productivos, pues un mercado abierto en gran medida a las inversiones extranjeras directas tendrá en correlación que ofrecer, por ejemplo, una mano de obra competitiva abaratando costos en la producción castigando así la relación salarial con los obreros y por ende afectando la calidad de vida de estos.

Debido a la diversidad de variables que se conjugan dentro de países capitalistas industrializados estos modelos son fluctuantes derivado de las necesidades internas y

los distintos modelos adoptados en el tiempo, algunos debido a crisis, como la surgida en el año 2009¹, que obliga a tomar medidas de cambio en ambos modelos, económicos y productivos, “se observa una transición entre un modelo y otro, la hibridación de los modelos en un mismo país, y que algunos tienen más vigencia en un sector de la economía que en los demás” (Neffa y de la Garza, 2010, p. 21). Los modelos económicos que a continuación se explicitan parten de la clasificación que realizan Julio Cesar Neffa y Enrique de la Garza Toledo (2010), con lo cual establecen el modelo dinámico en que las economías se mueven en cierto tiempo y bajo ciertas condiciones:

- El modo ***internamente competitivo y sometido a la competencia externa***, dominante en el periodo anterior a la primera guerra mundial, promueve la liberación mundial de los intercambios, los mercados buscan defender su autonomía, existe precariedad y flexibilidad en el trabajo pero existe ejército de reserva; es un modelo en el periodo anterior a la primera guerra mundial pero que perduró en algunos países hasta la llegada del neoliberalismo (con Thatcher y Reagan).
- El modelo ***internamente competitivo basado en un consumo interno limitado***. Es un modelo que basa su demanda en el mercado interno, se estimula la demanda de bienes estandarizados que permite la especialización de productiva, aunque de baja calidad ocasionada por la limitada oferta nacional competitiva. La apertura económica es reducida y la distribución del ingreso es inequitativa debido a la desregulación de sectores que aun continuaban con regulación nacional coordinada.
- El modelo ***competitivo y exportador/precio***. Una característica esencial en este modelo es la aportación de mano de obra, en un principio poco calificada, que se convierte en gestor productivo especializado y receptor de transferencias tecnológicas y que con apoyos estatales genera un crecimiento

¹ Durante el 2009 una crisis financiera ocasionada por los impagos de deuda de las hipotecas en los Estados Unidos de América golpea la economía mundial, buscando nuevos acomodos en diferentes sectores.

y fomento de la industria nacional, “invirtiendo en la formación profesional, la educación tecnológica y en la investigación y desarrollo, organizando la transferencia de tecnologías hacia el sistema productivo. Corea y Taiwán son los ejemplos más conocidos” (Neffa y de la Garza, 2010, p. 23).

- El modelo ***nacionalmente coordinado y basado en el consumo masivo***. El sistema basado en la generación de empleos basado en el modelo “fordista”, donde los salarios deben ser suficientes para fomentar el consumo de los bienes que se producen de manera masiva. Existe una distribución nacionalmente coordinada. El sector ocupado conquisto terreno en el ámbito salarial y prestaciones a través de los sindicatos, periodo donde tomaron mucha fuerza conquistando amplio terreno en la movilidad social y la generación de bienestar para los sectores obreros.
- El modelo ***coordinado internamente y exportador especializado de productos con altas tecnologías y de calidad***. Su sistema se basa en la alta calidad y especialización lo que hace que los productos no tengan que competir en el mercado de precios. Esta especialización motiva la inversión y la exportación de bienes y servicios de alta gama. Este modelo tiene en Alemania su representante esencial, el cual dura de los años 50's hasta inicios del siglo XXI. El empleo es estable y los sueldos son competitivos, en parte por las demandas de especialización y profesionalización de los sectores donde los salarios son justos y estables, pero también debido a la distribución del ingreso derivado de la demanda competitiva; esto último lo vuelve también altamente vulnerable a las crisis internacionales, pues al caer la demanda de productos de alta calidad y tecnología, caen también el ingreso y competitividad del modelo.
- El modelo ***coordinado internamente y exportador/ precio de productos industriales***. Esencialmente este modelo se basa en las exportaciones de productos desarrollados en masa, pero que se basan su competitividad de exportación en el precio de los bienes. El empleo cuenta con altos niveles de

formación profesional y estabilidad promovida en parte por la polivalencia en el empleo, es decir, que pueden realizar diversas actividades y estar en distintos momentos de la cadena de producción, y también enlazar las remuneraciones a los resultados productivos. Este modelo es aplicado ampliamente en Japón, donde observamos en la génesis del sistema como se enlaza el modelo llamado “toyotismo” de la producción (flexibilización, Just in time, Kaizen, etcétera).

- El modelo **caracterizado por la escasez y la prioridad a la inversión**. Se presenta en periodos de crisis, ya sea después de la guerra o en preparación de una. Se da prioridad a la industria bélica sobre las de consumo de bienes durables; este modelo se presenta como una planificación centralizada para sobreponerse a los estragos de la guerra, países que adoptaron este modelo priorizaban la inversión como una estrategia de recuperación económica, en algunos casos debido a la complejidad de pasar de una económica centralizada a una economía de mercado.
- El modelo **arrastrado por las finanzas**. Este es el modelo fundamentado en el desarrollo de un sistema financiero fuerte, mercado financiero doméstico. Este modelo encuentra dentro de sus grandes amenazas a la pérdida de confianza en los mercados financieros y en la sobrevaloración de algunos sectores (como al del sector inmobiliario y las de internet, llamada también *.com*); se presenta en países que transitaron del mercado financiero en detrimento al sector industrial. El sostén de los hogares parte del endeudamiento y sostenimiento por el salario directo.
- El modelo **heterogéneo, desigual y rentista**. Basado principalmente en la exportación de productos poco o nada manufacturados y/o materias primas. Una parte considerable está basada en el control del ingreso por parte de empresas transnacionales y sectores dominantes que “lo redistribuyen parcialmente de acuerdo con sus necesidades prácticas y políticas a otras

capas sociales dependientes, cuyo apoyo contribuye a la estabilidad política” (Neffa y de la Garza, 2010, p. 26).

- El modelo **arrastrado por la inversión extranjera directa**. La inversión extranjera directa se presenta como la opción de generación de empleo, aunque se realiza de manera limitada, se concentra normalmente en los sectores de inversión, los excedentes no se quedan en el país sino que se van a las casas matriz desde los cuales se gestiona lo referente a la administración. Este modelo puede presentarse a la par del modelo primario de exportación, inversión de grandes transnacionales buscando mano de obra competitiva que reduce los costos de producción.
- El modelo orientado a la **exportación de productos agropecuarios poco o nada elaborados**. Este modelo está fundamentado fuertemente en la transformación de materia prima en producto para exportación; este modelo depende de las demandas externas y de la fluctuación de los precios establecidos externamente.
- El modelo de **desarrollo basado en la industrialización sustitutiva de importaciones (ISI)**. Este modelo se ha establecido en algunos países de Latinoamérica. Este modelo “promueve la producción manufacturera nacional especializada en bienes poco sofisticados de consumo –tanto básicos como durables–, pero depende fuertemente de la importación de tecnología, insumos estratégicos y bienes de producción modernos” (Neffa y de la Garza, 2010, p. 27). El empleo es basto pero relacionado a bajos salarios pero proporciona en cierto sentido estabilidad al mercado interno.

En resumen los distintos modelos que han adoptado los países para la distribución del capital, la configuración del empleo relacionado a los sectores productivos, dan cuenta de las estrategias que a lo largo del tiempo han tomado los estados, gobiernos y entidades privadas para hacer crecer la económica y desarrollar los mercados,

esencialmente países capitalistas industrializados. Estas estrategias permiten acercarnos no sólo a la forma en que se gestionan los recursos domésticos (economía), si no a la forma en que se produce, la generación de bienes y servicios dentro de los países industrializados y como se distribuye el valor de estos.

Por otro lado es necesario abordar analíticamente a los modelos productivos; se entiende por modelos productivos a las características de gestión con que las empresas son guiadas o dirigidas usando a su vez algunas “estrategias de ganancia”, las cuales son el eje central del funcionamiento de las empresas en el modelo capitalista, es la obtención de un plus de beneficio en la posesión de participación dentro de la empresa [acciones], esto derivado de la posibilidad que tienen de generación de ganancia económica en la venta de sus productos, descontando los costos, inversiones y generación de innovaciones en su producción (Neffa y de la Garza, 2010), es decir, la forma en que la empresa se organiza para producir un objeto que será vendido a un precio que cubra todos sus gastos además de generar ganancias a los accionistas, los modelos productivos se refieren a la organización que se crea internamente en la empresa para lograr estos objetivos (repartición de las tareas, formas y estilos de producir los objetos, cadenas de proveeduría, etcétera).

El concepto surge derivado en gran parte por la reestructuración que tuvo en sistema capitalista en la crisis del modelo taylorista-fordista de los años ochenta, donde tuvieron que buscarse nuevos modelos de producción para el desarrollo no solo de productos manufacturados, sino también una reestructuración que incluía relaciones laborales, perfil laboral, cultura, demanda de mano de obra, etc., provocando que se desarrollaran nuevos modelos para organizar el proceso de trabajo, partiendo principalmente de una estrategia de ganancia. Estos modelos se revisarán puntualmente pero primero es necesaria establecer cuál es el núcleo de los modelos productivos desde sus componentes.

COMPONENTES DE LOS MODELOS PRODUCTIVOS

Para que un modelo productivo, que responde a las demandas ejercidas por el mercado y los modelos económicos asociados al tiempo y lugar donde se desarrollan, sea rentable debe recurrir, para que estos sistemas funcionen, esto es lo que Boyer y Freyssenet (2003) establecen como como estrategias de ganancia y su relación con las fuentes de ganancia.

Se refiere a **fuentes de ganancia** a la vinculación que hay entre los bienes y servicios que se producen y la renta que se obtiene de ellos; estos pueden reducirse a seis: 1) **la económica de escala**, vender la mayor cantidad de productos posibles para abaratar costos de producción; 2) **Diversidad en la demanda**, proporcionar múltiples productos para ampliar la demanda de los mismo en la fidelización de los clientes; 3) **Calidad**, un elemento fundamental para poder generar mayor rédito en la venta de un bien y ganar cuota de mercado; 4) **Innovación**, la adopción de elementos innovadores garantizan momentáneamente el monopolio del mercado, los primeros en adoptar estos avances obtiene la mayor ventaja competitiva; 5) **Flexibilidad productiva**, permiten ajustar los sistemas a las demandas externas mercado regulando los costos de producción; y por último 6) **Reducción de costos**, en la medida en que los costos bajan se genera de manera automática un margen de ganancia mayor (Boyer y Freyssenet, 2003). Estas fuentes deben ser consideradas y no descuidarse en las empresas porque son elementos fundamentales en la obtención de ganancias en la producción de bienes y servicios.

Aunado a las fuentes donde obtienen su ganancia las empresas se debe crear una estrategia de ganancia. Su análisis puede partir de 3 componentes analíticos (Boyer y

Freyssenet, 2003) desde los cuales se comprenden las dinámicas de los modelos productivos:

- La política-producto. La forma en como los bienes son colocados en el mercado, desde las distintas regiones, considerando los clientes potenciales y las formas en que estos llegan al consumidor, incluye consideraciones desde los objetivos, volumen de ventas, la calidad de este (Boyer y Freyssenet, 2003; Neffa y de la Garza, 2010).
- La organización productiva. Factor fundamental que gestiona la consecución de la política-producto, es el carácter central donde se eligen los medios y métodos a seguir para llevar a cabo el proceso productivo, incluye los mercados segmentos de mercado a los que se dirige “el grado de integración vertical o de tercerización de las actividades; los métodos y técnicas adoptadas para la fabricación y la comercialización; los criterios de gestión utilizados; la organización de las gerencias o departamentos en cargados internamente de la concepción del producto, logística y abastecimiento; la distribución espacial de los proveedores y clientes” (Neffa y de la Garza, 2010, p. 30).
- La relación salarial. En este sentido la centralidad de la fuerza de trabajo y en cierto sentido la reproducción de esta. Incluye los componentes propios del mercado de trabajo, relaciones laborales, reclutamiento, formación, horarios, estrategias de control. Esta relación incluye también cuestiones particulares de la subjetividad de los actores, estrategias de resistencia, construcciones sociales Boyer y Freyssenet, 2003; Neffa y de la Garza, 2010).

Los modelos productivos, reconocidos como las estrategias tomadas por los distintos sectores frente la crisis del modelo fordista-taylorista de producción se retoma desde distintos sectores. El marco de análisis se fundamenta desde el contexto latinoamericano por lo que resulta coherente analizarlo desde la perspectiva marcada siguiendo a De la Garza (1999), y podemos dividirlos en:

- A) **Regulacionismo.** Junto con la perspectiva neoschumpeteriana y de especialización flexible forman parte de los modelos llamados modelos postfordistas. Este modelo radica en la importancia de la participación de instituciones en el proceso de regular producción y consumo, esto derivado de la crisis que tiene la concepción de producción en masa enlazada a la demanda. En ese sentido las condiciones microeconómicas, presentes mediante los procesos productivos, y macroeconómicas, el Estado como articulador de la producción y el consumo, son ejes fundamentales para su comprensión. Entender la crisis derivada de la impotencia de mantener una relación óptima entre producción y consumo se vuelve fundamental, lo que permite que se establezcan mediante este modelo “planteamientos conceptuales regulacionistas [que] tienen como característica una noción evolutiva del cambio en los modelos de producción” (Salinas, 2012, p.29), pero que dependen en gran medida de los embates provocados por las grandes olas económicas externas, porque no consideran que “la producción crea su propia demanda de productos, es decir, se imponen nuevos acuerdos en el nivel macro para impulsar el consumo” (De la Garza, 2000, p.57).
- B) **Especialización flexible.** Parte de la premisa, al igual que las anteriores, al fin de la producción en masa. Esta gran ruptura industrial provoca en cierto sentido no solo una fragmentación de este modelo convergente de la producción en que se convirtió el régimen fordista-taylorista dentro de las industrias, sino también provoca una fragmentación de las unidades productivas. En el contexto de las exigencias de los clientes por la variedad y calidad en los productos, en contraste con una producción en masa, se promueve también la especialización y fragmentación, las posibilidades de adaptación al cambio frente a la rigidez del fordismo-taylorismo promueven la recalificación y polivalencia de la mano de obra (Salinas, 2012; De la Garza, 2000). A diferencia del regulacionismo centran su crítica en el proceso

productivo, no en la intervención de instituciones y estatutos externos en la implementación de modificaciones dentro del modelo productivo.

C) **Neoschumpeterianos.** El abordaje analítico parte de los postulados de Joseph Schumpeter sobre los ciclos de innovación tecnológica y su centralidad en los procesos productivos y desarrollo económico. Para De la Garza (1996),

El aporte principal de los neoschumpeterianos ha sido su análisis del proceso que va de la invención, a la innovación, y de la difusión tecnológicas a la inversión; dentro de la consideración de que en este proceso no sólo influyen los costos sino también las expectativas del impacto de la innovación, así como las características del aparato científico tecnológico que en parte es independiente de las necesidades de la inversión (p. 46).

Los ciclos de los que forma parte la innovación pueden caer en un estancamiento provocado en gran medida por la dificultad en la implementación de las innovaciones, por lo que es fundamental poner atención en el desarrollo científico, de los cuales derivan los procesos de desarrollo e innovación en las empresas, la innovación y la difusión de tecnologías. Las políticas estatales en materia de tecnología, la capacitación y educación son piezas esenciales en la adopción de un *paradigma productivo* basado en la innovación y ciclo de vida del producto. Este paradigma económico evolutivo también es considerado determinista debido a la dependencia estructural de su implementación (De la Garza, 2004; Neffa, 1999; Salinas, 2012)

D) **Toyotismo y *Lean production*.** Estos modelos están enfocados en la eficiencia en el proceso productivo, donde se busca mediante procesos que las operaciones cotidianas se encadenen en una consecución de 'hacer bien las cosas' dentro del proceso productivo. En estos modelos no hay un cambio estructural en el mercado de trabajo, pero si trae consigo nuevas formas de organizarlo y un trabajador con un perfil polivalente y enlazado a la cultura empresarial. Se distingue el toyotismo, donde la fundamentación parte de la

participación de los empleados en las implicaciones de la empresa, la cultura empresarial de la mejora continua, trabajo en equipo son fundamentales, permiten la flexibilidad con sus filosofías de Justo a tiempo y Kanban (Neffa, 1999; De la Garza, 1999; Salinas, 2012).

En contrapunto la lean production, traducida en la literatura actual como lean manufacturing o manufactura esbelta, esta fundamentada en el proceso de la producción, es decir que son técnicas diseñadas desde la filosofía de evitar desperdicios, lo que permite hacer más con menos. Esta perspectiva ha llegado a presentarse como una teoría convergente no solo en la producción, donde diferentes sectores industriales intentan implementar esta filosofía, sino trasladarlo a distintos ámbitos no industriales (Lean thinking, Lean Startup).

- E) **Nuevos conceptos de producción.** Surge a partir de las observaciones de Kern y Schumann (1987) sobre un estudio realizado a partir de observaciones empíricas en la industria alemana de alta tecnología donde teorizaban sobre la posibilidad de una nueva forma de organización laboral a partir del surgimiento de la automatización en algunas industrias. En este sentido se observa según Mickler (2000) que el pronóstico resulta certero, sobre todo cuando se trata de la centralidad y profesionalización que tienen algunos actores frente a lo que llama “regulador de sistemas”, un tipo de trabajador encargado de vigilar y dar mantenimiento a sistemas automatizados productivos, aunque surgen algunas disputas sobre la características de proceso, la tensiones y algunas características laborales continúan siendo las mismas, ruido y trabajo en turnos, mientras que otras como la intensificación y profesionalización fueron cambiando.
- F) **Sistemomanufactura.** En su núcleo esta perspectiva está ligada a la especialización flexible, su introducción puede coordinarse y vincularse al uso de una batería de técnicas adicionales para permitir la producción flexible de productos diversificados y de alta calidad (Kaplinsky, 1994). Se observa una transición entre los distintos sistemas de producción, desde lo artesanal hasta

la sistemomanuactura, donde se integra en un último peldaño evolutivo la importancia de la tecnología en el proceso productivo (Salinas, 2012).

G) **Nuevas relaciones Industriales.** Enfocada en la relación entre las partes laborales, no se enfoca en el proceso productivo per se, pero lo toca relacionándolo con cómo se negocia las decisiones, consensos, etc. “Alternativamente, su introducción puede coordinarse y vincularse al uso de una batería de técnicas adicionales para permitir la producción flexible de productos diversificados y de alta calidad” (De la Garza, 2004, p. 10). La importancia de esta perspectiva radica en la centralidad de los actores en la toma de decisiones y negociaciones obtenidas en las relaciones industriales, pero no clarifica como estos van construyendo su acción, la cuestión política toma relevancia desde la gestión de las relaciones (Salinas, 2012).

H) **Industrial Governance.** Tomando como punto central las relaciones que se tejen en las redes industriales, la gobernanza propone poner el foco de atención en la democratización de los involucrados. Esta emparentada ampliamente a la especialización flexible, analizando

las instituciones que gobiernan la economía, coordinando sus diversos sectores, a través de conceptos como capital social, Clústeres, jerarquías, burocracias, asociaciones y redes informales, junto con mercados, tomando en cuenta las luchas de poder que se emprenden en estas redes (De la Garza, 2004, p. 10).

El debate está centrado en si el Estado es un actor importante aunado a las relaciones entre firmas y otras instituciones, no pone tanto énfasis en los modelos de producción (De la Garza, 2004; Salinas, 2012).

Estos modelos en ocasiones pueden presentarse de manera simultánea, distintos modelos o estrategias en un mismo sector productivo, país o región, incluso podemos observar que existe una tendencia en promover un modelo único de generación de producto, un paradigma central que concentre las mejores prácticas en las formas de

producción. A esta visión se le ha denominado desde la literatura especializada como, “convergencia”, nos habla de empresas altamente integradas entre si a manera de un modelo único de implementación de sistemas y dinámicas en la producción industrial, presentada como la mejor manera de hacer las cosas (Salinas, 2012; Neffa, 1999; Neffa y De la Garza, 2010).

En un sentido, la trascendencia de los modos de producción fordista y taylorista basados en cadenas de producción, división de las tareas, rastreos de tiempos y movimientos han tenido una evolución motivada por las nuevas demandas y técnicas en el modo producir. La teorización sobre los modelos productivos actuales ha evolucionado a partir de la teoría de la regulación, en donde las instituciones son la encargadas de gestionar o regular la articulación entre producción y consumo incluyendo de paso el capital de trabajo (De la Garza, 1999); el desarrollo de la teorización permite conocer algunas de las forma en que se lleva actualmente en algunos espacios industriales la fabricación de productos y los elementos alrededor de los cuales operan las empresas, (mencionadas anteriormente relaciones laborales, estrategias de ganancias, etc). Así mismo no todos los modelos presentados se centran en el proceso productivo, algunos ponen mayor énfasis en los actores, las relaciones entre estos o las propias estrategias de utilidad.

PROCESO DE TRABAJO

Un componente importante de los modelos productivos es el proceso de trabajo, un concepto analizado en los estudios del trabajo. Marx (1975) define el proceso de trabajo en su capítulo V como:

una actividad orientada a un fin, el de la producción de valores de uso, apropiación de lo natural para las necesidades humanas, condición general del metabolismo entre el hombre y la naturaleza, eterna condición natural de

la vida humana y por tanto independiente de toda forma de esa vida, y común, por el contrario, a todas sus formas de sociedad (p. 223).

Aunque esta definición condensada en las palabras de Marx proporciona una base para entender a qué se refiere el proceso de trabajo, es necesario abordar desde sus componentes y sus posteriores debates dado la importancia que guarda el proceso de trabajo frente a ciertos modelos productivos.

Para Marx (1974) el proceso de trabajo tiene 3 componentes fundamentales para su desarrollo; en primer lugar “la actividad orientada a un fin”, esto es el trabajo en sí mismo, se compone de las acciones que deben realizarse para constituir un producto o servicio orientado a la satisfacción de una necesidad, esto a partir de los materiales o materias primas (se hace una distinción entre las materias primas que son sustancias u objetos obtenidos directamente de la naturaleza y materiales que pueden provenir de materias primas, es decir objetos que pasaron anteriormente por un proceso de transformación previa contenida en un trabajo mismo), estas actividades guardan relación con los modelos productivos, pues el trabajo mismo que se realiza depende de cómo se han dividido y ejercido las tareas durante el proceso de producción. El segundo componente es el material u objeto de trabajo, los insumos necesarios para llegar a un producto final. Por último, el medio de producción se conforma por los instrumentos de trabajo necesarios para la transformación de los objetos en un producto resultante, “El medio de trabajo es una cosa o conjunto de cosas que el trabajador interpone entre él y el objeto de trabajo y que le sirve como vehículo de su acción sobre dicho objeto” (Marx, 1974, p. 217).

A partir de estas observaciones el trabajador se presenta como un agente importante en el proceso de trabajo, durante el cual se presentan, dependiendo el modelo productivo en el que se encuentra, en mayor o menor medida un proceso de vigilancia y control de las actividades, por ejemplo, en un paradigma fordista las

actividades ejercidas por el obrero dentro de una línea de producción carecen de complejidad y tienen un mínimo grado de autonomía pues sus labores se acotan a la realización de una actividad monótona que aporta a un proceso mucho mayor donde, aparentemente, el trabajador carece de posibilidad de agencia donde la capacidad de control y poder reducir el costo de producción por la baja calificación se vuelven relevantes al usar este paradigma . Estos elementos abordados por Braverman (Adler, 2007) sobre la autonomía del trabajador y el control sobre ella, traen a cuenta ciertas implicaciones sobre otras características no consideradas dentro del proceso del trabajo, como las subjetividades.

Para De la Garza (2012) la importancia de retomar el debate de la Teoría del Proceso de Trabajo (Labor Process Theory LPT) nos permite incluir nuevas dimensiones analíticas dentro del proceso de trabajo dentro de los modelos productivos emergentes frente al aparente decaimiento del modelo clásico taylorista-fordista. Dentro de sus aproximaciones De la Garza (2012) ubica 3 etapas dentro de este debate. En una primera etapa se ubican las aportaciones europeas dentro de la LPT, “El punto de partida de este debate fue el libro de Braverman, Trabajo y capital monopolista, que parte de Marx en su sección cuarta de El capital, en donde analiza el paso de la manufactura a la gran industria” (De la Garza, 2012, p. 5), en consecuencia tiene ciertas afinidades con los aportes de otros teóricos italianos (Panzieri) y europeos de la época que asemejaban sus aportes teóricos sobre el control del proceso de trabajo derivando en posibles descalificaciones que permiten su mejor abordaje. Los modelos flexibles y la japoneización de los modelos productivos confronta a la LPT, sus argumentos, que pese a las advertencias de Braverman, no consideran la subjetividad frente a lo cual “en Inglaterra parecía liquidada frente a las teorías del fin del trabajo” (De la Garza, 2012, p. 11).

En el tercer momento parece verse reavivado la pertinencia de la LPT pues, al menos no en todos los sectores, los modelos flexibles y otros modelos emergentes no contestan del todo las interrogantes que surgen de los trabajadores dentro de un entorno de trabajo complejo donde distintos niveles de realidad convergen en sus actividades laborales, para ello es necesario considerar no solo los factores de producción, se deben considerar “interrelación social de los hombres, con ellos mismos y con los medios de producción, es decir, interacciones que conllevan significados y que están inmersos en relaciones de poder” (Seguel, 2015)

CRISIS DE LOS PARADIGMAS Y CONFIGURACIONISMO

Durante los periodos de crisis se buscan estrategias para hacerle frente, derivando en la búsqueda de un paradigma unificador, en algunos sentidos, o especializado en otros. Estos modelos “privilegian aspectos diferentes de la realidad y algunos de ellos son más modelos de industrialización que de producción” (De la Garza, 1999, p. 75). Enfocados en unificar las estrategias de negocio pertinentes desde una visión estructural y de economía de país.

Los modelos productivos ofrecen una parte del análisis para intentar comprender como se estructuran las estrategias macroeconómicas que decantan en decisiones, incluso agendas políticas, impactando en las formas de producir y consumir bienes y servicios. Esta visión estructural y evolutiva de los modelos productivos permite observar solo un recorte de la realidad pues se deja de lado la perspectiva de los actores y la posibilidad de agencia que tienen en el proceso.

Los modelos productivos, siguiendo a De la Garza (1999), cuentan con dos problemáticas que son necesarias traer a cuenta para tener un marco analítico más amplio. La primera dificultad radica en el privilegio del mandato externo en el cambio de un Modelo de producción a otro con la premisa de la flexibilización para Del Garza

llegar a esta conclusión es necesario considerar: la crisis que lleva a esta nueva visión de los modelos productivos fue en esencia de productividad; que esta crisis de los años setenta fue la crisis del modelo de producción taylorista-fordista principalmente por dejar de lado a los trabajadores privilegiando la ejecución de las tareas; la creación de un nuevo modelo productivo es demandado por las condiciones del mercado, el cual requiere “segmentaciones menos rígidas entre puestos y funciones, flexibilidad, participación, involucramiento y reparto de beneficios entre la empresa y trabajadores” (De la Garza, 1999, p. 76).

La segunda problemática para retomar los modelos productivos como base analítica parte en la confusión entre generar un diagnóstico y observar una normatividad, para De la Garza (1999) esto es más un problema epistemológico y metodológico. Es necesario puntualizar que muchos de los prefijos otorgados a Modelos productivos (neo, pseudo, etc.) permiten detonar que son marcos analíticos en transición o insuficientemente desarrollados, incluso De la Garza habla de la creación de hibridación de modelos, en ocasiones esta falta de maduración es provocada por los actores que intervienen directamente en la reestructuración productiva (diría De la Garza vitando a Lipietz, una *japoneización de pacotilla*) que incluye dimensiones no consideradas en los Modelos productivos originales. Es necesario también considerar que si bien “Es cierto que las teorías no tienen exclusivamente la función de explicar o predecir, también sirven de guía para la acción e incluso son discursos por los que se lucha, aunque no se crea estrictamente en sus hipótesis” (De la Garza, 1999, p. 77), esta consideración resultara fundamental en nuestra discusión para otorgar dirección en cuanto a implementación de la industria 4.0 se refiere.

Para de la Garza (1999) actualmente hay tres modelos en juego, “el Sloanismo (diversidad de productos con producción en masa); el Toyotismo (reducción de costos); el Hondismo (innovación y flexibilidad extremas)” (p. 80). El problema con

estos tipos es que no se dan puros en la realidad empírica, en apariencia resultan ideales, pero suponen funcionalidad y coherencia total. Por tal motivo es pertinente encontrar un marco analítico que nos permita observar mejor la realidad, que en esencia, es más obscura, incoherente, contradictoria y con incertidumbres que el “ideal” que presentan los Modelos productivos.

Es importante también que De la Garza (1999) remarca que estas estrategias de negocio dejan de lado el interés por el trabajador y el control sobre su trabajo, enajenación y explotación, “Como se ve, las relaciones entre el capital y el trabajo están incluidas, pero no son el foco principal del análisis sino la empresa y los factores que la llevan al éxito o al fracaso” (De la Garza, 1999, p. 80), el hecho que actores doten de sentido a sus prácticas cotidianas dentro del trabajo también brindan un espacio de resistencia a las prácticas y decisiones estructurales que buscan modificar estas tendencias, a veces incluso parten de ocurrencias y no de estrategias a largo plazo o pensadas a conciencia pues

Tampoco que los empresarios son actores totalmente racionales, estos toman decisiones pero en ellas influyen diversas ciencias, así como aspectos culturales con sus normas y valores, estética, sentimiento y formas de razonamiento acotados por formas discursivas, tradiciones mitos, definición de enemigos y amigo [...] las estrategias más que grandes planes conscientes de los empresarios serían más bien líneas medias resultantes de reestructuración productiva, que en forma acabada solo puede trazarse a posteriori, aunque elementos de diseño pueden existir a priori” De la Garza, 1999, p. 82)

Para este efecto es importante considerar las distintas características y factores que intervienen en un marco analítico más extendido al de las relaciones comerciales, estrategias de ganancia y modelos productivos, la perspectiva configuracionista brinda una oportunidad para observar la complejidad de estos fenómenos sociales pues nos permite observar a los sujetos presentes en estos sistemas, quienes a su vez

responden con distintas estrategias, no solo limitando la observaciones a la formación socioeconómica (De la Garza, 1999).

CONFIGURACIONISMO, UNA PROPUESTA CRITICA A LA REALIDAD COMPLEJA.

Esta crisis no solo ha tocado los modelos productivos, también afecta otras esferas de la vida, la crisis del positivismo en la investigación permite encontrar nuevas formas a encontrarnos con nuevas epistemologías o metodologías para acercarnos a la realidad compleja; en este sentido De la Garza (2018) plantea que esa promesa fundacional de la prosperidad neoliberal “ha entrado en contradicción con redes sociales, campos de la subjetividad despreciados y mundos de vida que se resisten a ser solo mercado” (p. 212), en este intento de encontrar una metodología alternativa no solo a los modelos productivos sino a un realismo ingenuo o relativismo extremo que reduzca la realidad a simples interpretaciones hermenéuticas del discurso, la intención es buscar un paradigma que incluya no solo los discursos y conceptos formales sino incluir “relaciones menos precisas, vinculadas con el sentido común o las formas cotidianas de razonamiento” (De la Garza, 2018, p. 234), las cuales tiene un valor importante en las acciones de los sujetos.

El aporte de la metodología configuracionista propuesto de De la Garza (2018) incluye no solo las posiciones que realiza Hugo Zemelman, sino sigue la línea de pensamiento proveniente desde Karl Marx, Gramsci, Adorno, Walter Benjamin, Thompson, y le interesa una epistemología crítica en la transformación de la realidad. En este sentido se observa como la función que tiene la estructura en su forma demandante y preponderante, y que en otras metodologías tiene un papel central, guarda una relación estrecha con un componente subjetivo en la concepción de la realidad, el objeto de estudio, no solo se remite a factores estructurales, las decisiones, presiones,

identidades, cultura, la forma en que los sujetos interpretan el mundo desde sus subjetividades son componentes relevantes al momento de interpretar la realidad.

Una de las principales implicaciones de observar la realidad una perspectiva crítica como lo es el Configuracionismo es observar una realidad que está dando-dándose (De la Garza, 2018), pues a diferencia de las ciencias naturales, en las ciencias sociales no hay leyes universales, pueden reconocerse algunas línea evolutivas de cambio social, pero estas solo logran observarse a posteriori, la realidad es tan compleja que no se pueden generar supuestos o predicciones acerca del funcionamiento social, esto es una labor ociosa debido al cambio constante y voluntariedad que se presenta en los actores y su capacidad de acciones frente a las supuestas estructuras.

Esta separación del positivismo lógico y la idea de una nueva dimensión analítica a partir de la separación natural e interna fue, siguiendo a De la Garza (2018) una observación planteada por Dilthey, “, al considerar la comprensión como forma de dar cuenta del mundo interno inobservable del sujeto; así el dato de sujeto y la observación misma tendrían que ser interpretados” (p. 220), observaciones que parten de lo que llamó “las ciencias del espíritu” en contraposición con la naturaleza observable del entorno; epistemológicamente es complicado unificar o intentar homogeneizar un objeto de estudio desde distintos recortes de la realidad en cada una de las disciplinas, hacer recortes de la realidad también podrían simplificarlo al punto de volverlo relativista, además, que observar la realidad, no solo se presenta por la definición y ajuste de las estructuras también está presente la acción de los sujetos, por lo que surge necesario observar la realidad desde una configuración.

Entender la concepción de configuración es necesaria pues la realidad se presenta en distintos niveles que van articulándose en el espacio tiempo, De la Garza (2018) asemeja visión a la realizada por la Escuela de los Annales que difiere de una visión estructural, pues las acciones de los sujetos pueden alterar los procesos a lo largo del espacio tiempo y pueden traer a cuenta reformulaciones de la estructura.

Uno de los principales influyentes en la definición del abordaje configuracionista es sin duda Hugo Zemelman, quien con sus postulados metodológicos en busca una reconstrucción de la realidad, no a través de hipótesis o supuestos. Aunque los autores que más contribuyeron, según De la Garza (2018), a la perspectiva configuracionista fueron Adorno y Benjamin, podemos encontrar algunas referencias y antecedentes de la forma de interpretar la realidad social desde Marx, Norbert Elias e incluso a la corriente cognitiva soviética con Vigotsky y Bajtin.

Tanto para Adorno y Benjamin la configuración comprende los niveles conceptual y empírico de la realidad, pero “Para Benjamin, pensar en imágenes formando configuraciones, es la forma de penetrar en lo enigmático y quitar rigidez al pensamiento [...] toda experiencia se basa en una conciencia teórico-cognitiva y en una empírica.”(De la Garza, 2018, p. 231). Este seguimiento a los conceptos permite observar las particularidades de las que se forma una configuración,

Es importante señalar que una configuración es una unidad que parte de:

“el análisis de las configuraciones dándose no puede reducirse a sus aspectos estructurales (configuraciones estructurales); estas tienen que articularse con otras configuraciones prácticas de los sujetos (configuraciones de relaciones sociales) y tener la capacidad de dar sentido (configuraciones subjetivas).” (De la Garza, 2018, pp. 236-237).

Estas transformaciones pueden representarse como articulaciones dinámicas, entre las tres configuraciones presentadas, que nos brindan un panorama completo de las interacciones entre los sujetos, la estructuras, las contradicciones polares, espacios de incertidumbre y las posibilidades para la acción viable de los sujetos.

IV. HIPÓTESIS O SUPUESTOS

La metodología configuracionista nos permite observar la realidad desde una perspectiva menos reduccionista y abierta a las posibles situaciones que se presentan frente al hecho observado por lo que establecer supuestos o hipótesis de lo que se pretende observar recortan a priori la realidad e impiden estar atentos a las consideraciones que en la realidad se presentan.

1.- La implementación de la industria 4.0 en la industria aeronáutica en Querétaro obedece a las tendencias industriales, que obligan desde presiones externas a sectores industriales a implementar estrategias tecnológicas en búsqueda de la productividad y rentabilidad. Esta serie de implementaciones tendrá reajustes en distintas dimensiones como en la forma en que se realiza el trabajo, capacitación y sistemas de producción donde la tecnología tendrá un papel central incluso en las competencias que requieren los trabajadores insertos en esta nueva revolución industrial.

2.- Como en cualquier crisis de paradigma el cambio a esta nueva forma de industrialización, que tiene como un componente principal el uso de alta tecnología, se presentan ciertas problemáticas o resistencias durante el proceso de implementación, aunque pareciera que estamos frente a una de estas grandes transformaciones no se han alcanzado todos los sectores y observar estos espacios donde no se ha logrado implementar es de interés.

3.- Con la implementación de industria 4.0 y sus herramientas de alta tecnología, los trabajadores clásicos dentro de la industria aeronáutica, principalmente en la industria de manufactura, van a modificarse como en el caso de industria

automotriz, donde los trabajadores han sido desplazados por maquinas automatizadas o incluso han tenido que obtener nuevas competencias sobre digitalización y TIC's para poder incluirse en esta nueva revolución industrial.

V. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Analizar la posible existencia de nuevas configuraciones laborales y cambios organizacionales a partir de la implementación de la industria 4.0 en la industria aeronáutica del estado de Querétaro.

Específicos:

- Identificar los posibles cambios organizacionales y laborales que esta buscaría impulsar con la industria 4.0 dentro del sector aeronáutico de Querétaro.
- Identificar las posibles problemáticas que podrían experimentarse frente a una posible implementación de los principios de la industria 4.0 dentro del sector aeronáutico de Querétaro.
- Identificar los posibles cambios en el empleo que podría impulsar la industria 4.0 dentro del sector aeronáutico en Querétaro.

VI. METODOLOGÍA

Los requerimientos del sector aeronáutico son siempre exigentes en todos los aspectos, requieren en el trabajador un alto grado de especialización para realizar las tareas que en otros sectores no están tan regulados como el sector aeronáutico (Salinas, 2012). Este contexto forma parte de una realidad compleja en la que intervienen muchas dimensiones, entre las que destacan la calificación profesional, la tecnología, los arreglos organizacionales y los mecanismos de regulación (certificaciones); cuando interviene una estrategia que busca implementarse dentro de

un sector industrial con las características presentadas, como la industria 4.0 donde su principal bandera es la automatización, puede provocar ciertos cambios en la naturaleza de cómo se desarrolla el trabajo en el día a día del sector o en el núcleo mismo del sector productivo y de los procesos de trabajo. Por lo tanto, durante la investigación resulta pertinente analizar y mostrar si estos cambios o contradicciones se presentan en la industria aeronáutica de Querétaro, que se vuelve el foco principal del presente estudio dejando de lado ciertas dimensiones a escala global sobre la implantación de la industria 4.0.

La presente investigación tiene un carácter exploratorio y tiene como punto de partida el concepto de configuración sociotécnica, el cual consiste en el arreglo de condiciones entre “el nivel tecnológico, la forma de gestión de la mano de obra y de organización del trabajo, el tipo de relaciones laborales, cierto perfil de la mano de obra y culturas del trabajo, gerenciales y empresariales, con posibles contradicciones estructurales entre sus partes y con relaciones duras y laxas entre estas” (De la Garza, 2008, como se citó en Salinas, 2012). Además, la perspectiva configuracionista nos permite entender el trabajo, como proceso no solamente económico sino social puesto que “intervienen estructuras de diversos órdenes, económicas, políticas, culturales, discursivas, emocionales, cognitivas, etcéteras, y que no todas ellas influyen por igual en todo fenómeno social” (De la Garza, 2018, p. 352). En este sentido, la investigación busca demarcar cómo se van configurando los principios de la industria 4.0 con las particularidades de la industria aeroespacial del estado de Querétaro.

El concepto de configuración sociotécnica nos brindará los elementos que son necesarios para reconstruir el proceso de trabajo y estos, serán contrastados a partir de los principios de la industria 4.0. Al inicio de la investigación la estrategia metodológica a utilizar constaba de dos vías. La primera, la elaboración de un

cuestionario denominado “Implementación de la industria 4.0 en el sector aeroespacial de Querétaro”, el cual se aplicaría a las empresas aeroespaciales instaladas en el estado de Querétaro y que su labor principal parte de actividades de manufactura de componentes para aeronaves. El objetivo de aplicar este cuestionario permitiría tener una perspectiva del grado de aplicación de los principios de la industria 4.0 dentro de la industria aeroespacial queretana. La pandemia obliga a los centros de trabajo a tomar consideraciones restrictivas durante el confinamiento, algunos centros pararon muchas actividades no esenciales o enviaron a sus empleados a trabajar desde su casa. Esto complicó la aplicación de la encuesta por la dificultad de permitir el ingreso a personas ajenas a los centros; se busca realizarla de manera virtual sin obtener respuesta positiva. Aunque esta opción se deja abierta para un posible nuevo estudio también una vez que fue desarrollándose la investigación se aclaraban estas dudas sobre la implementación, pues no existe al menos de manera total y unificado dentro de los procesos productivos una metodología que busque implementar la industria 4.0, solo se encuentran contados esfuerzos aislado de uso de tecnologías.

La segunda ruta de trabajo dentro de la estrategia metodológica recae en la aplicación de entrevistas a informantes calificados; estas tienen como objetivo conocer los aspectos cualitativos de la aplicación de los principios de la industria 4.0. Especialmente es importante conocer las resistencias, contradicciones y retos que enfrenta la aplicación de los principios de la industria 4.0 en el piso de las plantas aeroespaciales. En este apartado, no sólo se entrevistarán a los mandos medios o altos que están al frente de las actividades en el piso de la empresa, sino también a los trabajadores operativos que son los que viven el proceso de trabajo y sus cambios. Esto implica saber cuál es el grado de conocimiento que tienen de los principios de la industria 4.0 y si logran ubicar su implementación dentro de las actividades productivas; a la par, se buscaba estudiar qué tipo de transformaciones organizacionales y en la calificación del trabajo ha impulsado su aplicación. En suma, la estrategia metodológica busca reconstruir el proceso de trabajo dentro de las

empresas aeroespaciales manufactureras a la luz de los principios de la industria 4.0 y la configuración sociotécnica de su proceso de trabajo.

La planeación inicial del desarrollo de las entrevistas estaba pactada para iniciar la tercera semana del mes de febrero de 2021, algunas complicaciones derivadas de la pandemia COVID-19 han trastocado la disponibilidad de la información y de los mismos informantes, esta situación contingente retraso también la aplicación de la encuesta planeada para el mes de diciembre del 2020. La contingencia sanitaria provocó que muchos centros de trabajo restringieran todavía más el acceso a personas externas, la industria aeronáutica tiene un control estricto sobre la información interna que se maneja no solo en las oficinas centrales sino en los centros que forman parte de la cadena de suministros. Una vez realizadas las entrevistas se opta por no realizar la encuesta por dos motivos fundamentales, el primero derivado de la pandemia y el hermetismo propio de la industria aeronáutica, el segundo, y más importante, durante la realización de las entrevistas se obtiene información relevante sobre la falta de espacios de aplicación y de implementación real de la industria 4.0 dentro de la industria queretana. Esta situación provoca mover la estrategia metodológica a observaciones participantes y no participantes dentro de los espacios a los cuales si se permitió el ingreso y lograr contrastar la información proporcionada por los integrantes.

La elección de actores clave en la toma de decisiones, las agendas complicadas y saturadas, provocaron que las respuestas de solicitud de entrevista tardaron un par de semanas en presentarse. También se encontraron algunas ventajas derivadas de la pandemia, la utilización de plataformas de reunión virtual como zoom, meet, webex, etc., que se han extendido de manera exponencial y permiten que la disponibilidad de los entrevistados sea, una vez pactada la entrevista, más accesible y fluida debido a la cotidianeidad del uso de estas plataformas.

Por otro lado, una vez decidido el cambio en la estrategia se encuentran dificultades en la observación in-situ de los procesos de trabajo dentro de las empresas debido a dos principales factores. En primera instancia el número de contagios en el estado de Querétaro en el primer semestre de 2021 mantuvo el semáforo epidemiológico en color naranja con peligro de regresar a rojo, lo que llevaría a medidas de confinamiento estrictas como las vividas al inicio de la pandemia (Animal Político, 2021), esto genera en los centros de trabajo mayor precaución para evitar la clausura o cierre de los centros por no seguir las medidas de prevención emitidas por los órganos gubernamentales, esto también ha provocado una especie de suspensión temporal en diferentes centros de trabajo (no exclusivo de la industria aeroespacial), donde muchas de las actividades no esenciales se han frenado o disminuido, continuando con los procesos para mantener a flote la utilidades de los diferentes sectores; por otro lado la industria aeronáutica se ha caracterizado por sus políticas industriales de confidencialidad y protección a la propiedad intelectual, por lo cual, visitar centros de trabajo donde se maneja tecnología sensible o base importante del valor agregado de las grandes empresas transnacionales. Esta situación vuelve compleja la posibilidad de realizar observaciones dentro de ellas, se logró realizar observación en una empresa dedicada a la manufactura aeronáutica y en un centro de capacitación para la industria aeronáutica.

Para la realización de las entrevistas y fundamentalmente el análisis de los resultados se eligen las siguientes unidades de análisis, estas derivan principalmente de dos conceptos ordenadores:

Concepto	Unidad de análisis	Objetivo
Configuración industrial	Principios de la industria 4.0	Conocer que concepción tienen los actores sobre los principios y cómo se están implementando y si es que se usan actualmente.
	Integración tecnología-organización-trabajador	Comprender como se empatan las necesidades en los distintos ámbitos del proceso de trabajo a raíz de nuevas tecnologías.

	Estrategias de implementación	Analizar las estrategias que han tomado los distintos actores que intervienen en la implementación de la I4.0 (Gobierno, Empresas, Educación)
Configuración sociotécnica	Proceso de trabajo	Analizar los cambios en el entorno y proceso de trabajo bajo la visión de las tecnologías de la I4.0
	Competencias y educación en la industria 4.0	Analizar las competencias requeridas dentro de la industria 4.0 relacionadas con la industria aeronáutica.

Tabla 1 Unidades temáticas de estudio para entrevistas semidirigidas. Elaboración propia con información de Salinas (2012), .

El primer informante a entrevistas se elige a partir de los datos que puede otorgar del universo de estudio dentro del sector de manufactura de la industria aeronáutica del estado de Querétaro. El director de Aeroclúster de Querétaro, clúster que engloba la mayor parte de las empresas encargadas de distintas secciones dentro de la IAQ (Industria Aeronáutica en Querétaro), cuenta con empresas dedicadas a MRO (Maintenance, Repair and Overhaul), Manufactura e incluye también el Aeropuerto Intercontinental de Querétaro. Las entrevistas una vez finalizadas brindan información relevante sobre estrategias que se están llevando a cabo por distintos actores dentro y fuera del sector aeronáutico buscando la implementación de iniciativas y planes que incluyen las llamadas tecnologías de la información (TI) de algún modo asociadas al desarrollo de la industria 4.0.

Uno de los actores entrevistados es el director general de vórtice IT, un clúster de tecnología que encabeza la iniciativa 'TD-2035', esta incluye no sólo al clúster aeronáutico, sino a las distintas cámaras de industriales, otros clústeres industriales y centros educativos del estado, lo que convierte una buena fuente de información derivada de las distintas conexiones que tiene con otros actores. También se entrevista al rector de la Universidad Aeronáutica en Querétaro, buscando obtener datos sobre el sistema educativo y las posibles competencias que se requieren para una posible implementación de la industria 4.0.

Se entrevista también a un sector que es muy relevante dentro de este ecosistema de la industria 4.0, empresas que sirven de enlace entre la industria, la academia y la implementación de tecnología; en este aspecto se entrevistó a el director de Transformación Digital en la empresa NC Tech, que se encarga de la implementación de estrategias de innovación y capacitación en temas tecnológicos y de industria 4.0.

Por último, se realiza una entrevista con dos técnicos en manufactura, uno de ellos trabaja para un proveedor Tier 2 de la industria aeronáutica, la empresa Delastek; dentro de sus tareas se incluye el fabricar piezas para la industria aeronáutica en materiales compuestos como fibra de carbono y fibra de vidrio. Uno de los técnicos pide se guarde el anonimato debido a las complicaciones que la información otorgada pueda afectar en su actual empleo. Las características de su centro de trabajo incluyen la elaboración de piezas en maquinados CNC para industria automotriz y aeronáutica. Un segundo entrevistado que debido a las características de su empleo solicita el anonimato es un ingeniero de calidad que labora en una empresa OEM transnacional instalada en el clúster.

Las entrevistas, observaciones y acercamientos informales durante el proceso de observación brindan información relevante sobre cómo se configura la IAQ relacionada con la implementación de la industria 4.0. Las respuestas de los entrevistados, así como las observaciones e información recabada se ubica en las dimensiones y conceptualizaciones propuestas dentro de la matriz analítica explicada en el apartado de resultados.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La conceptualización de la industria 4.0 parte de la suposición que existe una convergencia de los modelos productivos, que “se refiere a la supuesta tendencia de que la reestructuración productiva o industrial se dirige a la construcción de un modelo único” (Salinas, 2012), es decir, que cuando se habla de ‘cuarta revolución industrial’ parece una visión globalizada y estructural que tocará los distintos aspectos de la vida, incluido dentro de estos el trabajo y los modelos productivos generando una sola visión hegemónica de producción. La realidad nos muestra que, aunque estas visiones abarcan desde instituciones reguladoras macroeconómicas, entidades estatales, locales o regionales también se deben incluir a los sujetos sociales intervinientes.

Hay algunas distinciones claras que deben realizarse cuando se habla de un paradigma tecnológico de intento globalizador que se entrelaza con los modelos de producción; primeramente es necesario dar cuenta de cómo estos ‘futuros’ modelos de producción asociados a la tecnología operan bajo distintas lógicas dependiendo de la industria que se observe, intentado establecer lineamientos similares, pero sin tomar en cuenta las diferentes dimensiones de realidad presentes en los escenarios particulares de cada industria como la participación de los actores y las posibles resistencias derivadas de ellas. Segundo, se deben considerar las condiciones del espacio de aplicaciones de estas perspectivas tecnológicas, no es lo mismo implementar en una industria de “alta repetibilidad” a una de “alta tecnología”, en caso de la industria automotriz observamos una tendencia al uso de robots y procesos automatizados buscando la disminución de costos en la manufactura, aunque en cierto sentido la manufactura aeronáutica busca también la rentabilidad en su esquema de negocio, no puede buscarlo en la repetibilidad de los proceso de manufactura debido a la particular forma en que se lleva a cabo este proceso (lo que los trabajadores llaman artesanal). Por último la importancia de los actores y capacidad de tomar decisiones “el sujeto tendría cierta capacidad de agencia en su construcción, a partir

de estas configuraciones de significados de pertenencia, en una situación concreta de presiones estructurales e interacciones” (De la Garza, 2018, p. 162), en una industria altamente competitiva y que cuenta con procesos muy estructurados y probados como la aeronáutica no se presentan estas resistencias en control del proceso de trabajo aunque existen algunas consideraciones que se desglosarán en esta apartado como la falta de vinculación entre los actores relevantes, la discrepancia en la oferta laboral y académica, la presencia de un discurso tecnológico no reflejado en la realidad del trabajo, entre otras.

Se toma como base para la matriz analítica los 2 conceptos ordenadores (tabla 1) que se plantean desde la metodología; dentro del primero concepto (configuración industria) se encuentran los cambios organizacionales y laborales, la intención es la de englobar la información, derivada de las entrevistas y observaciones empíricas, en este apartado es el dar cuenta como las organizaciones estructuran los cambios que hacen en muchos sentidos a partir de la presión, en ocasiones externa, de implementar la industria 4.0. Dentro de este apartado se incluyen la conceptualización que tienen sobre la industria 4.0 así como los pasos o procesos necesarios en su implementación. También se incluye información sobre las competencias en los centros educativos y de capacitación que han sido motivadas por esta tendencia de la industria 4.0, incluyendo un concepto que se presenta en diversas entrevistas como “un aspecto cultural” uno de los componentes que no se tenían contemplados dentro de la estrategia pero que aporta una dimensión importante en el análisis de los resultados.

Conceptos ordenadores	Categoría principal	Categoría de Análisis	Componentes
Configuración Industrial	Cambios organizacionales y laborales	Principios de la I4.0	Relación de la Industria 4.0 con la aeronáutica
			Instituciones que intervienen

		Competencias dentro de la industria	Sector educativo y formación
			Perspectiva "cultural"
	Problemáticas de la implementación	Interrelación tecnología-organizaciones-trabajo	Problemáticas para implementación
			Organizaciones e implementación tecnológica
		Estrategias de implementación	Políticas públicas
			Actores en la implementación
Configuración sociotécnica	Cambios en el empleo	Proceso de trabajo	Perfil de los trabajadores
			Integración de la I4.0 en el trabajo
		Competencias de los trabajadores	"Nuevas" habilidades en los trabajadores
			Actores en las decisiones

Tabla 2 Matriz analítica, conceptos ordenadores para resultados. Elaboración propia.

Las dos primeras categorías, cambios organizacionales y problemáticas de la implementación, son las que conjuntan la mayor cantidad de información obtenida a partir de los informantes, esto en cierto sentido es obvio debido a que no hay, al menos hasta que finaliza esta investigación, evidencia clara de una implementación propiamente dicha en los distintos espacios de trabajo de la industria aeronáutica en el estado de Querétaro. Para la categoría de problemáticas se incluyen información sobre las dificultades que se encuentra el proceso de implementación, cómo se conjuga la tecnología en estos espacios, qué papel juegan las instituciones y que acciones están tomando los distintos actores durante el proceso de establecer la industria 4.0 en el sector aeronáutico. Por último, la categoría final, cambios en el empleo, no se obtuvo demasiada información sobre los espacios de trabajo modificados por una propuesta de industria 4.0, tampoco se observa una tendencia a su implementación, pero la información que se obtuvo es de gran importancia para exponer las perspectivas que tienen los trabajadores sobre estas estrategias de implementación, las condiciones frente a una industria que continua su proceso de maduración (Gutiérrez, 2019).

1) CAMBIOS ORGANIZACIONALES Y LABORALES

Relación entre la industria aeronáutica y la industria 4.0.

Derivado de la gran cantidad de procesos tecnológicos y de innovación con los que cuenta la industria aeroespacial, puede suponerse que es una de las industrias que llevarán el encargo de liderar la implementación de la industria 4.0 y de incluirla en sus procesos de producción (Salinas y Gutiérrez, 2020; A21, 2021). En la entrevista con el director del Aeroclúster, se enfatiza a la industria 4.0 como pieza fundamental en la cadena de valor, puesto que es una industria global y que requiere seguimiento y efectividad en sus procesos. Enfatiza también que aunque se presenta como un elemento importante dentro del ecosistema de producción dentro de la aeronáutica esto no es nada nuevo, la inclusión de tecnologías que integran un parte de la industria 4.0 forman parte de ella desde hace aproximadamente 20 años, pero son las grandes empresas del sector como SAFRAN, ITP Aero, Bombardier, General Electric, etc., quienes las han incluido decantando sus decisiones sobre ciertos procesos de la producción en las PYMES que son proveedoras de servicio; por otro lado explicita que la función del Aeroclúster es vertical, no tienen injerencia en los procesos de implementación de la industria 4.0, su “core bussiness” es definir conceptos como: manufactura aeronáutica, MRO, ingeniería etc. Apunta también sobre la equivocación suscitada en ocasiones de pensar que la industria 4.0 son dispositivos electrónicos y generación de datos, pero en su visión personal obedece a un cambio cultural. La concepción de tomar a la industria 4.0 como un aspecto cultural aparece constantemente en las entrevistas e información obtenida en el presente estudio, pero su abordaje se realizará posteriormente; otro aspecto importante que señala es en relación a la readaptación al empleo debido a las recalificaciones ocasionadas por la tecnología, refiere que tampoco es algo nuevo, porque la industria aeronáutica es una industria de alta tecnología y que tiene un alto impacto en nuestro país por lo que estos procesos de adaptación vienen dándose desde ya hace un tiempo.

En coincidencia encontramos que la industria aeronáutica en Querétaro a pesar de ser una industria de alta tecnología sus procesos de manufactura continúan utilizando elementos de seguimiento y producción tradicionales, migrar estos elementos para automatizarlos llevaría consigo una inversión considerable para las empresas, aunado a que el aporte en reducción de tiempos o costos no se equipararía con la inversión. El Director de Transformación digital de NC Tech, compañía encargada de brindar soporte y capacitación en aspectos tecnológicos y de industria 4.0 a distintas empresas en múltiples industrias, establece que el sector aeronáutico en México se fundamenta en actividades de reparación y proveeduría, lo que no permite generar una producción con una alta repetibilidad y en alto volumen como se presenta en la industria automotriz, los trabajos dentro de la aeronáutica son considerados, en algunos casos, casi artesanales por la forma en que son fabricadas las piezas que se van a integrar en un ensamble o en una aeronave, es por esto que no se justifica aún la adecuación de este tipo de tecnologías de industria 4.0 para las labores que en México se desempeñan, “encontrar la solución será, mucho más caro que seguir repitiendo la fabricación en serie que actualmente conocemos” (director de transformación digital NC Tech, Comunicación personal, 7 de mayo de 2021), además del costo de aplicación también surge la necesidad del cambio de mentalidad en el uso de sistemas tecnológicos.

Siguiendo la perspectiva de observar el proceso de la industria 4.0 como un fenómeno cultural, se retoma la iniciativa TD-2035 promovida por el clúster VORTICE IT, clúster de tecnología radicado en la ciudad y que mantiene contacto directo con otros clústeres del estado, cuenta con miembros que son parte también del clúster aeronáutico; para esta iniciativa se tiene que hablar de transformación digital (que es un concepto más amplio e incluye las visiones de digitalización y Smart cities), como una forma de resolver problemáticas a través de la tecnología “el tema de la industria 4.0 desde hace 2 o 3 años es un tema muy ‘choteado’ [sic] y todo el mundo empezó a hablar de industria 4.0 y cada quien le dio su justificación y su significado, para

nosotros industria 4.0 son 14 o 15 tecnologías muy específicas” (director del clúster de tecnología Vórtice IT, comunicación personal, 7 de mayo de 2021), en la visión de esta iniciativa la industria 4.0 es solo una parte mínima de toda esta transformación digital, pero aún para nuestro país no es financieramente viable aplicar tecnologías de industria 4.0, esta transformación digital incluida en la iniciativa TD-2035 es una apuesta por provocar cambios tecnológicos en distintos espacios .

El proceso de trabajo dentro de la industria aeronáutica requiere aun de los conocimientos y especialización técnica de sus trabajadores, continua trabajándose de manera casi artesanal, con la utilización de herramientas o recursos tecnológicos que sirven de apoyo a las distintas actividades realizadas pero no como sustitución de los procesos de trabajo (esta dimensión se profundiza en el apartado de empleo), un técnico especialista en materiales compuestos nos explica que dentro de la empresa que labora se cuenta con máquinas CNC, y un robot para corte de materiales, pero el seguimiento de su orden de trabajo se realiza mediante un cuaderno de trabajo que llena de manera tradicional a papel y lápiz, este a su vez se comparte durante todo el proceso para garantizar la rastreabilidad de las piezas, aunque algunos centros utilizan computadoras, hojas de cálculo o programas para este rastreo el principio de seguimiento es el mismo, desde que se cortan los materiales hasta que la pieza es reemplazada, se desinstala y desecha de la aeronave. Las apreciaciones de los informantes coinciden en que debido a la dificultad en las geometrías de las piezas manufacturadas en la industria aeroespacial y la necesidad de contar todavía con la destreza vista-mano requerida en las distintas labores y procesos de la manufactura, y en la industria aeronáutica en general, pueda establecerse la industria 4.0 con la robustez y rapidez en la implementación que se observa en algunos sectores de la industria automotriz.

Durante las observaciones se encuentran algunas muestras de procesos de trabajo que se apoyan de alta tecnología para la realización del trabajo. Se observa que estas herramientas de apoyo, como instrumentos de medición, pequeños esbozos de IA, censado de datos y en algunos casos automatización no sustituyen ni descualifican el trabajo especializado de los técnicos, pues los procesos de trabajo continúan requiriendo las habilidades manuales, visuales, y destrezas de los técnicos debido a la alta calidad con la que deben manufacturarse las piezas y los ensambles o subensambles realizados dentro de la industria. Una de las tecnologías que si está cobrando relevancia en los procesos de manufactura es la impresión 3D o manufactura aditiva. Este proceso ya se utiliza en la creación de algunas piezas y prototipos dentro de la industria, aunque el desarrollo de esta tecnología aun no cuenta con la madurez necesaria para utilizar esas piezas como un remplazo de componente manufacturado en la industria tradicional.

Por tales motivos se observa que los cambios que se han realizado desde que se detonada la llamada nueva revolución industrial, industria 4.0, no son significativos o al menos no son suficientemente perceptibles para hablar de una nueva configuración organizacional dentro de la industria aeronáutica, en el caso del empleo se abordan los resultados y discusiones en el apartado 3 del presente capítulo.

Instituciones y relevancia dentro de la Industria 4.0.

Cuando se habla de estrategias corporativas las instituciones obtienen relevancia en la visión, implementación y ejecución de estas. Una de las primeras observaciones realizadas es que el Aeroclúster de Querétaro, tiene implicación dentro de la iniciativa TD-2035 como actor relevante dentro en la mesa del consejo, se trabaja con 4 grandes líneas de acción siendo una de estas la de economía del conocimiento, donde se encuentra el sector aeronáutico y automotriz. El trabajo del clúster de tecnología vórtice IT es únicamente un papel que integra y coordina las estrategias de estas 4 grandes líneas; cada línea integra sus estrategias, metas, y macro proyectos

intentando voltear a la iniciativa TD- 2035 para resolver problemáticas que se les han presentado, pero las necesidades que surgen dentro de las empresas en el sector aeronáutico de Querétaro no se toman en las oficinas que se encuentran en el estado, “Las decisiones grandes se toman en los Headquarters en otros países” (Director Aeroclúster de Querétaro, comunicación personal, 12 de marzo 2021) en su mayoría estas empresas controlan sus procesos de producción a conveniencia, es decir que en ocasiones las decisiones referente a cambios en el diseño e innovaciones de los productos manufacturados tienen que viajar hasta las oficinas centrales para su visto bueno. Esta es una necesidad implícita derivada de la forma en que surgen las exigencias de algunas empresas para que se incorpore esta transformación en la generación de valor, las grandes empresas ya lo saben usar, ya la tienen incorporadas algunas tecnologías dentro de ciertos procesos, incluso forma parte de sus ciclos de producción no es nada nuevo para ellos, pero tampoco es redituable; en donde se puede incidir a nivel meso, es en el clúster local en las pymes, que son las proveedoras de estas empresas. Aunque el marcar cierta línea de implementación resulta complicado también dentro del clúster pues su papel es sólo de coordinación, incluso algunas de las empresas integrantes del clúster cuentan ya con alguna de estas tecnologías que se encuentran englobadas en la perspectiva de industria 4.0, pero no cuentan con una integración total de lo que se ha denominado Smart Factory (Wang, Wan, Li and Zhang, 2015), una fábrica que contiene las tecnologías necesarias interconectadas para trabajar con la flexibilidad y automatización que la producción requiera, incluyendo la poca o nula intervención de técnicos en el proceso de manufactura (aunque si hay personal altamente especializado en el mantenimiento y regulación de estos sistemas); aunque empresas transnacionales y PYMES cuenten con procesos de computación en la nube, manufactura aditivas o ambientes ciberfísicos, estos son aún incipientes o no desplazan la centralidad del técnico especializado en los procesos de manufactura aeronáutica o no cuenta con la integración suficiente para declarar que la industria aeronáutica en Querétaro ha migrado a la industria 4.0.

Es importante también establecer que estas iniciativas, como la de la industria 4.0 que en ocasiones tiene ocasiones como abanderada la automatización y el censado de datos proveniente del Big Data, son sólo una parte de las estrategias que toman las empresas para tomar decisiones preventivas en sus modelos de negocio buscando la rentabilidad de estos, aunadas a las estrategias de ganancia se encuentran los modelos productivos que fundamentan la forma en que se van a desarrollar los trabajos o los procesos de la producción y distribución. La aplicación que tienen estas tecnologías e iniciativas debe tomarse como una estrategia de prevención y además, si estos procesos son críticos para la compañía, deben adoptarse con celeridad porque representan una ventaja competitiva para abatir costos e incrementar márgenes de utilidad reflejándose en el servicio al cliente (director de Transformación Digital NC Tech, comunicación personal, 7 de mayo de 2021). El caso de la aeronáutica es sui generis, pues la ordenes de producción tienen hasta un par de años de retraso, es decir que lo que se manufactura en estos años tiene una promesa de entrega futura, muy diferente a como funciona la industria automotriz, que incluso durante algún tiempo privilegio la flexibilidad productiva desde el toyotismo, donde las demandas de entrega son inmediatas y la industria 4.0 puede en su conjunto reducir no solo costos sino tiempo de producción.

En resumen, encontramos por un lado hay instituciones que intentan coordinar y establecer estrategias para la implementación de la industria 4.0, pero también se presentan contradicciones derivadas de los modelos de producción que privilegian el margen de utilidad sobre la implementación de estos sistemas llamados “innovadores”, la viabilidad de aplicación de ellos parte también de los direccionamientos de las grandes empresas corporativas y no solamente de la suma de voluntades, intentando en la medida de sus posibilidades dar cuenta de la aplicación de tecnologías de la industria 4.0, intentos que se quedan en el orden del discurso corporativo o político pero que aún no llegan a materializarse.

Sector educativo y desarrollo de competencias.

El papel de las instituciones educativas es importante siguiendo el modelo de la triple hélice, modelo que rige en gran parte el desarrollo del ecosistema de la industria aeronáutica. Los programas educativos deben constantemente estar actualizándose como un ente viviente, obteniendo información de las necesidades que tiene la industria y recibir la retroalimentación de proveedores de servicio que también obtienen información sobre las posibles problemáticas que se presentan en la industria.

Dentro del clúster aeronáutico se encuentran algunas instituciones educativas, como Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ) o el CONALEP aeronáutico, que se especializan en temas del sector, pero no son las únicas en brindar información y capacitación sobre temas de innovación tecnológica e industria 4.0. Las instituciones que forman parte del Aeroclúster de Querétaro están haciendo su propio esfuerzo para hacer esos cambios y esas modificaciones en sus programas de educación y capacitación para adoptar sus planes a esta nueva tendencia. En particular los esfuerzos radican en la modificación de algunos contenidos de las materias o el nombre de estas, pero sin integrar como tales conocimientos pertinentes de las necesidades industriales en materia de industria 4.0. Existen dentro del estado otras instituciones como la UTEQ, quién tiene dentro de sus instalaciones el CEPRODI (Centro de Productividad e Innovación para la Industria 4.0) un centro especializado en la incorporación de la industria 4.0 y la formación de capital humano, o la UPQ que también está haciendo grandes esfuerzos por integrar dentro de sus planes de estudio temáticas sobre la industria 4.0, pero estas oportunidades de incorporación a los planes de estudio deberían formar parte integral de ellos, no solamente como materias optativas o adicionales (director de Transformación Digital NC Tech, comunicación personal, 7 de mayo de 2021). En resumen en materia educativa tampoco existe evidencia que permita denotar que la industria 4.0, su visión y formas de trabajo estén presentes en los espacios educativos, hecho relevante pues los espacios educativos

son de formación profesional y es uno de los primeros espacios donde se observan estos grandes cambios.

Como se mencionó con anterioridad el clúster aeronáutico forma parte de la iniciativa TD-2035, que incluye dentro de sus grupos de trabajo organizaciones y personas enfocadas en el trabajo con el factor humano. En la iniciativa se trabaja en proponer la actualización de los planes y programas de estudio para la utilización de las TIC, las cuales incluyen algunas pertenecientes a la industria 4.0; se pretende abarcar desde los procesos de educación primaria hasta las especializaciones profesionales buscando incidir en los planes de estudio agregando contenidos de tecnología.

Otra perspectiva clara del papel que tiene las instituciones educativas dentro de los sistemas de innovación como el de la industria 4.0 es la de masificar el conocimiento, según el director de transformación digital de NC Tech, mientras no se prepare a las nuevas generaciones correctamente vamos a seguir en la condición en la que estamos, pues ha sido una falacia el hecho de la integración entre la industria y la Academia, en medio se deben encontrar actores que permitan enlace entre la industria y las instituciones educativas, debería existir alguien que les dé servicio y que extraiga la información que requiere el mercado, y la Academia a través de esas sugerencias y retroalimentaciones enriquecer sus programas educativos.

En este sentido tanto el enlace entre academia y empresas, ni la revaloración de los contenidos desde las necesidades de la industria son perspectivas nuevas, pues siempre está presente este desfase entre lo que se ve en las instituciones educativas y la aplicación de este conocimiento en los ámbitos laborales, esto se observa puesto que se busca una fuerte implicación de la industria, de empresas que dan servicio a la industria, e incluso de algunas cámaras de comercio en modificar y establecer los lineamientos de los sistemas educativos a su conveniencia. Un claro ejemplo es la Universidad Aeronáutica en Querétaro, aunque sus contenidos son congruentes a los

lineamientos establecidos por las universidades tecnológicas y politécnicas, algunas materias obedecen a las solicitudes de las autoridades aeronáuticas. Para que una materia como física, química o de especialización aeronáutica como sistemas de las aeronaves o factores humanos, en el grado de TSU, se requiere un permiso de instructor de tierra. Este permiso lo emite la AFAC (Agencia Federal de Aviación Civil) y tiene que renovarse cada año. En el caso de ingeniería los contenidos están asociados a las necesidades particulares del sector, siendo siempre, una brújula relevante las necesidades de la industria y sus agremiados.

Cultura y organizaciones.

A partir de los datos recabados surge una categoría interesante y compleja la vez, los autores denotan que es necesario para que se dé una correcta implementación de la industria 4.0 lo que algunos han llamado “cambio cultural”, desde lo obtenido en las entrevistas y en las observaciones empíricas se pueden obtener dos distintas acepciones de lo que para los diferentes actores significa cultura.

La primera definición que resalta, y parece de menor dificultad analítica, es denominar la cultura como usos y costumbres que se van adoptando día a día, no es tan fácil que una plataforma tecnológica pueda evidenciar posibles malas prácticas dentro de los procesos de trabajo, que a su vez provocan resistencias de los actores que desempeñan dicha labor, “yo tengo una productividad baja el día de hoy, tu desempeño como responsable de un área, el desempeño del personal de piso queda en evidencia y entonces hay cierta renuencia a que una plataforma, una compañía, venga a dar claridad en cuanto a las áreas de oportunidades [sic]” (Director de transformación digital, NC Tech, comunicación personal, 7 de mayo 2021). Se observa en cambio otra perspectiva, la necesidad de cambiar la mentalidad de los trabajadores, en palabras del director del clúster Vórtice IT “es hacerles ver que si aprenden a usar los dispositivos, la tecnología, o cualquier otro sistema en su favor,

van a poder exponenciar los resultados del trabajo al 100% o incluso hasta el 200%” (comunicación personal, mayo 2021). Esta otra perspectiva, donde las actividades que se realizan en el trabajo y los posibles errores evidenciados a través de la tecnología parecen acercarse a esta fantasía que se tiene sobre el desplazamiento de los empleos, pero que muchas de las observaciones realizadas esto no se presenta dentro de la industria aeronáutica, y no se presenta debido a la importancia que tienen las labores del trabajador de manufactura en el proceso de la cadena productiva, y que la tecnología sirve de apoyo en ajustes de tiempos o reducción de costos, pero no en toma de decisiones.

La segunda perspectiva en el tema de la “cultura” nos habla más de una definición con pocos límites definidos, opaca, donde se incluyen ideologías, subjetividades, incluso, intencionalidades de acción. Esta otra acepción que explicitan los actores dirigentes de los clústeres, marcan que la adopción de la industria 4.0 no debería ser desde la parte tecnológica, sugieren que debe iniciar desde de la participación ciudadana, porque aunque es una transformación que está sucediendo en las industrias, en las empresas, también incluyen un beneficio para la sociedad, entonces la participación ciudadana tiene un papel importante para tomar una aproximación integral en cómo podemos transformar la manera de hacer las cosas, no sólo desde lo productivo, sino como sociedad, utilizando la industria 4.0 como herramienta, sí se ve primero a la industria 4.0 como una transformación cultural va a tener un mayor impacto y va a ser más eficiente (Director Aeroclúster de Querétaro, comunicación personal, 12 de marzo 2021). El estudio de las identidades subjetivas de los trabajadores surge como un elemento interesante de investigación, el cual se deja abierto para futuros trabajos pues ocupa un abordaje distinto al planeado con antelación.

En apariencia, y en el discurso de los promotores que no son necesariamente los dueños de las empresas, la industria 4.0 se transforma en un eje rector que va a impactar múltiples esferas de la vida y que la resolución de problemas mediante esta metodología se va a ver reflejado no sólo en la supuesta utilidad de las empresas que lo apliquen, sino en mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas. Aseveran que este cambio cultural obedece a pensar diferente, eso significa una economía basada en el conocimiento, pensar y responder como la tecnología me puede ayudar a resolver situaciones cotidianas, puntualizan también que la base de una ciudad inteligente es una ciudadanía educada, que vive la transformación digital día a día y, para que esto se presente, no es la tecnología, las máquinas, quienes tendrán el peso central en las transformaciones, sino parte de un tema cultural en las personas. En este sentido se hace hincapié en esta panacea tecnológica masificada que permitirá y dará acceso a los distintos sectores a un bienestar social, la pregunta que viene a cuenta es ¿cómo se puede alcanzar estos objetivos ambiciosos en contextos desiguales donde no llegan incluso los servicios básicos?, las respuestas son ambiguas, desde lo que se está buscando y lo que se ha logrado existe una brecha importante.

Continuando con la parte educativa, dentro de la iniciativa TD- 2035, en el grupo de talento humano, ha hecho como su objetivo principal transformar completamente el modelo tradicional educativo en Querétaro, por lo que se busca trabajar desde el nivel educativo básico (kínder) hasta la Universidad, por lo que la modificación del modelo educativo en estos 15 años permite observar este “cambio de Cultura” del que se habla (director del clúster de tecnología Vórtice IT, comunicación personal, 7 de mayo de 2021). En este sentido parece que la perspectiva cultural obedece a una evangelización de la visión tecnológica proveniente de la necesidad de incluir tecnologías no solo en los sistemas productivos sino en la vida en general. Si bien es cierto que la tecnología ha ganado espacios en la vida cotidiana aún encontramos estos espacios de resistencia en ella, incluso en algunos procesos productivos

tradicionales, un ejemplo claro es en la elaboración de las piezas aeronáuticas con materiales compuestos donde su proceso continúa siendo manual y que la tecnología sólo es uno de los elementos que conforma el proceso de trabajo, no es una cuestión romántica o una moda como las que se observan en otras industria donde surge un romántico retorno de lo hecho a mano, obedece en primera instancia a la necesidad de la destreza manual de los trabajadores y en segundo lugar las particularidades del proceso sin dejar de lado lo costoso que sería migrar a otros modelos.

La implementación de estrategias de tecnología como el ejemplo anterior son conocidas por los distintos sectores industriales, el carácter exploratorio del estudio permite observar que aunque se conocen las tecnologías que forman parte de la industria 4.0 no se aplican dentro de sus sistemas de producción debido a los altos costos o inviabilidad que representan para ellas. El papel de instituciones como los clústeres se vuelven únicamente una suma de voluntades para los distintos actores, sin tener realmente una posibilidad de intervención directa dentro de la implementación de sistemas como la industria 4.0; aunque los clústeres pueden incidir en las PYMES, los hacen desde facilitar procesos de capacitación o crear eventos que informan sobre los beneficios que trae la aplicación de la industria 4.0 en sus procesos, sin observarse un caso de estudio que realmente integre las tecnologías y recursos necesarios para nombrar que se ha implementado la industria 4.0 dentro del sector aeronáutico en Querétaro.

2) PROBLEMÁTICAS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Problemas de integración tecnológica, organización y trabajador

Se logra observar que en el análisis meso del estudio los resultados se centran en distinguir cómo las distintas empresas de la industria aeronáutica que aplican estrategias que incluyan tecnologías a partir de la industria 4.0. A partir de los

resultados se muestra que las problemáticas para integrar e implementar la industria 4.0 dentro de la industria aeronáutica se pueden analizar desde 3 perspectivas. La primera ya se ha mencionado con anterioridad y se presenta como un tema de cultura, definido como la dificultad en la adopción por parte de los trabajadores, de algunos líderes e incluso de la ciudadanía en general en asimilar y adoptar las nuevas tecnologías. Aunque las complicaciones debido a la pandemia de COVID 19 mencionadas anteriormente complicaron algunas observaciones en los procesos de trabajo, el caso de la empresa que logró observarse y la capacitación dentro de la Universidad Aeronáutica en Querétaro, muestran algunas resistencias que no concuerdan necesariamente con la aplicación de tecnología, como una nueva forma de realizar el trabajo, sino surge per se una resistencia al cambio cuando se presentan circunstancias diferentes a las esperadas, y esto no tiene relación con la industria 4.0 sino en cómo se presenta la configuración industrial en la aeronáutica (Salinas, 2012); si además se incluyen herramientas tecnológicas de alta complejidad tanto la curva de aprendizaje y la adopción de la tecnología se presenta como una problemática “cultural”, que no es exclusiva de la implementación de la industria 4.0. La pandemia también aceleró la adopción de algunos procesos de virtualización de las organizaciones y las empresas, algunos departamentos y actividades se vieron obligados a migrar a los espacios domésticos. Aunque el trabajo del ingeniero entrevistado es fundamentalmente inspeccionar y analizar componentes, sus labores al migrar al espacio domestico o home office, no se vieron afectadas porque estas actividades no incluyen ningún dispositivo de alta tecnología, su trabajo aún se realiza con los sistemas tradicionales como la computadora, y aunque algunas actividades requieren trabajar desde sistemas en la nube no puede denominarse una condición propicia para llamarle industria 4.0, es más bien un método de trabajo necesario puesto que necesita tener comunicación e interconexión con la casa matriz en otro país. Se observa también que esta resistencia que se denomina un hecho relacionado a la “cultura” de los trabajadores por adoptar nuevas formas de trabajar, se presenta como una de las necesidades esenciales para que pueda implementarse la industria 4.0.

La segunda problemática en la implementación parte de la coordinación, este tipo de iniciativas, al menos en el caso de la industria 4.0 en el contexto europeo, obedece a una lógica transversal, donde se incluyen diferentes actores que deben sumar voluntades en la búsqueda de la adopción y establecimiento de estrategias para la implementación de la industria 4.0. Los actores principales en la iniciativa de transformación digital 2035 son las Cámaras de Comercio, los clústeres, instituciones educativas y por último el Gobierno, a quién se buscó mantenerlo al margen de la creación de la iniciativa y sumarlo una vez creados los grupos de trabajo (director del clúster de tecnología Vórtice IT, comunicación personal, 7 de mayo de 2021). Aunque esta iniciativa ya presenta un plan de trabajo organizado y ciertas directrices de aplicación sobre la transformación digital, la industria 4.0 es vista como una parte de todo el ecosistema y no se nombra como tal dentro de sus objetivos, las voluntades se suman en el plan de trabajo y en el compromiso de voltear a resolver sus problemáticas desde la iniciativa de 2035, pero no hay como tal un compromiso de implementación de alguna de las tecnologías bajo la sombrilla de Industria 4.0. Hasta antes de finalizar esta investigación aún no se presenta una integración y colaboración robusta, el estado, como la observada en la implementación propuesta desde Alemania en Europa que incluya a los distintos actores de gobierno, empresas y ciudadanía.

Por último, la tercera problemática, y la más relevante, es el costo, como ya se ha explicitado en distintos momentos del documento, la industria aeronáutica continúa en sus procesos de manufactura realizando actividades de manera casi artesanal, por lo que aplicar una herramienta tecnológica o de automatización resulta inviable y deriva en el desinterés de las empresas por aplicar estas tecnologías. Por ejemplo en el caso de la automatización de piezas se requiere una alta repetibilidad para poder realizar una acción en serie, el caso de la industria automotriz o alimentaria donde la transformación de láminas en partes de un automóvil o latas de bebidas permite no

sólo que el proceso pueda ser automatizado, sino también se pueden controlar las distintas variables necesarias para tomar decisiones mediante Big Data; esto no ocurre dentro de la industria aeronáutica, sus procesos son únicos, y aunque en algunos casos pueden adoptarse las hibridaciones de las que habla De la Garza (1999), como adaptar el modelo Kaizen o Lean dentro de sus procesos, o incluso, generar aplicaciones como AR/VR (Augmented Reality / Virtual Reality), el costo continúa siendo un factor importante a tomar en cuenta, pues no se asocia una utilidad o reducción de costo real dentro del proceso productivo de la industria aeronáutica. Incluso el director de transformación digital de NC Tech explicaba que a veces no existen siquiera cálculos en valores de retorno de inversión claros en el uso de algunas tecnologías, pero tampoco se encuentra con personal capacitado para generar una estrategia de aplicación de estas tecnologías por lo que los intentos se vuelven inviables.

Organizaciones y participación en tecnología

La suma de voluntades es un factor importante para implementar indicativas como la de la industria 4.0 y aunque en el caso de la iniciativa TD- 2035 se encuentran algunas organizaciones que participan como: Cámaras de Comercio del tipo de Coparmex, Canacintra, etc.; los clústeres Del Estado de Querétaro como el aeronáutico, el clúster de plásticos, el clúster automotriz, etc., e instituciones educativas buscando formar este triple frente de la transformación digital, no se encuentra evidencia suficiente de la búsqueda de implementación de la industria 4.0. El clúster aeronáutico tiene presencia en la mesa directiva y tanto el presidente como el director del mismo están involucrados en esta iniciativa, lo que significa que cuando surge un problema o una estrategia digital se tomarán en cuenta los objetivos y metas trazados en las mesas de trabajo de la iniciativa TD-2035. Esto es relevante porque de ser un tema importante dentro del sector se pondría sobre la mesa temas como los tratados en este estudio, dentro de las empresas no necesariamente hay un compromiso del personal con la adopción de la tecnología, resulta un tema, en

algunos caos, de imposición siguiendo políticas o directrices que apoyan al aumento de productividad y utilidad de estas; además de la imposición de tecnología también surge esta sobresaturación de contenido sobre el implementar industria 4.0 en múltiples sectores “ya todo es industria 4.0 y todos hablan de transformación digital, pero estamos hablando del tema industrial, al no contar con los estudios necesarios los proyectos que se ejecutan son proyectos que están condenados en el mediano plazo a la obsolescencia [...] hablar de IOT, se vuelve un tema preventivo de eventos, de KPI's” (director de Transformación Digital NC Tech, comunicación personal, 7 de mayo de 2021).

En palabra del rector de la Universidad Aeronáutica en Querétaro (comunicación personal, 11 de mayo de 2021), las compañías en conjunto con las instituciones deben estar integradas buscando ofrecer esta relación continua y constantemente, estarse retroalimentando buscando el entendimiento de las necesidades de la industria; en cierto sentido esta visión permite que la integración de tecnologías provenientes de la industria 4.0 se apliquen en los sistemas de producción, pero al no tener una aplicación real que permita obtener utilidad de ella, resulta una forma discursiva para sustentar o seguir las tendencias industriales más que una intención real de modificar mediante las organizaciones el sistema de producción.

Es notorio incluso como en muchos espacios dentro de la industria los esquemas de trabajo, contratación y ascenso, continúan manejándose con viejas prácticas, que se vuelven espacios de resistencia no de la tecnología sino de la forma cotidiana en que viven los trabajadores dentro del sector, y que no dependen de grandes avances tecnológicos sino a lo que llaman “cultura”, incluso en algunos espacios se siguen manejando prácticas “a la antigua, si eres amigo o le caes bien tienes oportunidad de subir de puesto” (Técnico en materiales compuestos, comunicación personal, 23 de mayo de 2021).

Políticas públicas y actores relevantes en la implementación.

La visión de la industria en triple hélice se conjunta de un tercer actor, además de las empresas y la Academia, que es de suma relevancia para llevar a cabo los proyectos institucionales, el Gobierno, que se convierte en esta tercera pala que brinda el terreno fértil para que iniciativas como la TD-2035 se aterricen.

La primera observación importante es ¿cuál es el papel que juega el Gobierno en la implementación de estrategias como la industria 4.0?, parece, por la información recabada por el presente estudio, que el trabajo que debe desempeñar es mediante las políticas públicas, creación de normativas y propuestas de leyes que apoyen no solo a la implementación, también se requieren otro tipo de apoyos, por ejemplo “recursos o incentivos, reconocimiento, creación de oportunidades de quien invierta tiempo en esto” (director de Transformación Digital NC Tech, comunicación personal, 7 de mayo de 2021). Remitiendos al caso de la cuna de la iniciativa de Industria 4.0, Alemania, el gobierno es un actor importante y que lleva un liderazgo activo en la presentación de lineamientos y estrategias para la implementación.

Los datos obtenidos en las entrevistas sugieren dos grandes focos de atención en cuanto a política pública; por un lado el gran reto con las pymes mexicanas o de capital mexicano, “la parte donde podría existir es hueco lo da de manera bien específica la política pública, una política pública industrial que le dé trayecto y soporte lo mismo al grande, pero de preferencia con más énfasis al pequeño y si este pequeño está ligado con una institución educativa desarrollando tecnología, entonces esa política pública, trastoca la parte industrial y la parte educativa”, estas políticas impactan eventualmente en producir “mayor empleo, mejor calidad de vida, mejor seguridad, y un México con progreso y con estabilidad (Rector de la Universidad Aeronáutica en Querétaro, comunicación personal, 11 de mayo de 2021).

El segundo foco proviene de la Agenda Digital de Querétaro impulsada a través de Vórtice IT y su asociado consultivo Desginio, quienes a través de ciertas iniciativas buscan incidir activamente en las políticas de implementación de la transformación digital; la intención es que un futuro se establezcan algo similar a un consejo intersecretarial sobre la innovación; en corto plazo mediante estas dos instituciones se volcaron iniciativas que inciden en regulaciones estatales: “Continental quería traer su vehículo autónomo para meterlos en las pruebas del grupo, pero pues no hay legislación para meterle autos autónomos [sic] en Querétaro, pues empezamos a trabajar en la licitación para que pudiéramos traerlo, [este] cuando venían elecciones pues nos acercamos con los diferentes candidatos [este] para que conocieran de nosotros supiera lo que estábamos haciendo” (director del clúster de tecnología Vórtice IT, comunicación personal, 7 de mayo de 2021). Surge problemático y a la vez complicado que las empresas, en este frente unido, busquen incidir en las regulaciones del estado a su conveniencia.

Fuera de esta iniciativa existen visiones que coinciden con la importancia de la academia y la industria como un frente común en la oportunidad de implementación de la industria 4.0 como una estrategia de apoyo en los procesos de producción mediante la creación de proyectos que fomenten o incluyan en sus procesos elementos de transformación digital o incluso tecnologías de la industria 4.0, en estos esfuerzos el gobierno se presenta como un facilitador que permite la correlación de entidades para promover estrategias de tecnología, a partir de esto se intenta una articulación como región. Otro elemento a tomar en cuenta sobre la participación de gobiernos es que, aunque todos los niveles deberían estar incluidos, surge en algunas observaciones la necesidad de dejar de lado la dependencia que se tiene del gobierno, ponerle mayor peso a la autonomía de sectores, principalmente del sector industrial y académico, algunos entrevistados incluso ponen especial atención en las labores de los profesores quienes, en sus palabras, “deben encargarse” de contagiar

el entusiasmo por estas nuevas tecnologías y su aplicación en distintos sectores, no solamente los industriales, sino en la búsqueda de ciudades inteligentes, en una especie de evangelización tecnológica.

Si bien en ciertos sectores se trabaja con sistemas de alta tecnología dentro de la industria aeroespacial, una característica principal es contar con mano de obra cualificada con apoyo de la tecnología, en la cual siguen presentándose contradicciones debido a la configuración particular de la industria (Salinas, 2012; Salinas y Gutiérrez, 2020). Aunque las grandes multinacionales se establecen en el clúster, las decisiones siguen tomándose en los cuarteles generales de los países desarrollados, dejando así poca posibilidad de acción a los actores locales para implementar estrategias en conjunto. No se encontró evidencia de una estrategia de implementación al estilo europeo donde los actores que intervienen en la implementación de industria 4.0 conjuntan esfuerzos por crear políticas públicas, estrategias de cambio y relaciones con otros sectores, es decir un esfuerzo unificado.

Todos los esfuerzos remiten al aspecto tecnológico y se encuentran en la iniciativa TD-2035, una estrategia implementada desde el clúster de tecnología que busca conjuntar a distintos actores en múltiples sectores para crear una estrategia tecnológica, en la cual el clúster aeroespacial de Querétaro forma parte importante en las mesas directivas, pero que se tratan temas relacionados a pequeños objetivos no unificados con la visión de la industria 4.0. La finalidad de la estrategia TD-2035 es resolver problemas mediante el uso de la tecnología, actores políticos, academias, y por supuesto sectores industriales voltean a la iniciativa para resolver problemas por medio de la tecnología. Aunque esta iniciativa tiene una lógica de trabajo y una estrategia unificada bajo ciertas directrices de aplicación, la industria 4.0 es vista como una parte de todo el ecosistema, la suma de voluntades está encaminada a llevar procesos digitales a la población en general, ayudando también por supuesto a las

industrias con dificultades en el aspecto tecnológico, pero su labor principal no es implementar a gran escala esta cuarta revolución industrial. La industria aeroespacial queretana desde su configuración y su modelo de funcionamiento de la triple hélice (empresas, academia, gobierno) lleva a preguntarnos ¿es pertinente hablar de industria 4.0 como esta gran tesis globalizadora donde convergen los modelos productivos incluido el sector aeroespacial queretano? Parece que la respuesta es compleja porque depende de las particularidades de cada sector, en algunos casos de estudio en Martínez, Álvarez y García (2020) se observan estas dificultades en cada sector.

3) EMPLEO Y CAMBIO.

Empleo y competencias requeridas.

Dentro de los resultados que se obtuvieron se debe aclarar que son asimétricos, de las entrevistas realizadas el menor porcentaje corresponden a trabajadores de “línea” en la industria aeronáutica, sin embargo, la información otorgada fue relevante para conocer cómo se estructura el proceso de trabajo en empresas proveedoras del sector, esta información también se compagina con las observaciones realizadas en los centros de trabajo y capacitación.

La primera observación importante que resalta es la casi nula integración en los procesos de trabajo con las tecnologías de la industria 4.0, las piezas se realizan con metodologías y técnicas que dependen en gran parte de las destrezas y habilidades del operador; la vista por ejemplo cobra una gran importancia durante el proceso, pues se requiere revisar minuciosamente que no existan errores o fallas al impregnar la pieza con resinas, hablando de uno de los procesos de manufactura que pueden llamarse de gran innovación como los materiales compuestos, porque estas imperfecciones supondrían la inminente contaminación de la pieza y provocaría su desecho (Scrap, piezas que no cumplen con los criterios de calidad necesaria para considerarse ya se dentro de los ensambles o dentro de la construcción de la aeronave).

Llama la atención que se presenta también una discrepancia entre la oferta laboral que la universidad especializada en el sector aeroespacial en el estado (UNAQ) realiza frente a lo que en la realidad laboral se presenta en la industria, no sólo en el aspecto tecnológico, sino en la visión que plantean a los alumnos sobre la consideración que tiene la industria por ser TSU dentro del ambiente aeronáutico, “para la industria eres un obrero más” (Técnico en manufactura aeronáutica, comunicación personal, mayo 2021), para encontrar trabajo piden experiencia que un recién egresado no tiene, las certificaciones con las que cuentan en muchas ocasiones no son tomadas en cuenta, además que cualquier persona que se capacite en cursos de la industria puede ingresar a laborar. Algo que resaltó el técnico especialista en materiales compuestos es que sí hay oportunidad de ganar más dinero que en otras industrias pero lograr colocarte en uno de esos puestos es un proceso largo, pues en ocasiones la promesa es que una vez finalizados sus estudios pueden insertarse inmediatamente en el mercado de trabajo, esta problemática ya se abordó en Salinas (2012), la demanda de empleos está relacionada a los pedidos y capacidad de trabajo que tengan las distintas proveedurías este factor, junto con la pandemia, complica no solo el proceso de insertarse en el mercado de trabajo sino en la aplicación de prácticas profesionales necesarias para culminar sus estudios.

Sobre la integración de las tecnologías en la industria 4.0 se encontraron sólo algunas proyecciones a futuro sobre las posibles ventajas de integrar dichas herramientas en los procesos de trabajo, “el empleado va a estar más seguro, se va a exponer a menos procesos productivos, a prototipos riesgosos, por ejemplo que pongan en peligro su salud, que se puedan controlar de manera remota, con menos fatiga, mayor concentración [...] eso se refleja en la persona, en su calidad de vida” (Director Aeroclúster de Querétaro, comunicación personal, 12 de marzo 2021), fuera de proyecciones de este tipo, los resultados de las entrevistas apuntalan a la inviabilidad

de incluirlas debido al alto costo que hacen complicada su aplicación hasta el momento dentro de la aeronáutica.

Una de las categorías analizadas en donde ya se encuentran algunos cimientos que podrían ya estar generando nuevas iniciativas es, el perfil laboral y las competencias; por un lado el perfil necesario resulta de la hibridación de algunas habilidades que están incluidas en otras carreras, “ese requerimiento de *skills*, debe ser una combinación de alguien que puede entender el lenguaje de las diferentes áreas que participan” (Director de transformación digital, NC Tech, comunicación personal, 7 de mayo 2021), las habilidades o actividades que desarrollaban trabajadores diferentes se conjuntan en una sola, es decir la tendencia es tener todo en un solo perfil, es decir una polivalencia. Un par de estas competencias son el desarrollo de código, no por el desarrollo en sí, sino por la perspectiva mental que te genera en la resolución de problemáticas; otra que parece relevante resaltar es el procesamiento masivo de datos o lo que se conoce como ciencia de datos, entre otras.

En el requerimiento de las competencias necesarias se está dando por distintos caminos, uno de ellos es mediante iniciativas como la TD-2035, la generación de los perfiles del futuro con capacidades y competencias hechas a la medida para los posibles empleadores, pues al parecer estas no encajan y hay una gran discrepancia entre lo que se está enseñando con las necesidades de la industria, “para cambiarle justamente a las universidades y a las escuelas la currícula [sic] de las materias, actualizar a los maestros, porque todavía, el año pasado, antepasado, las universidad estaban, en la carrera de sistemas, estaban dando a los chavos sopleteado de hardware, hazme el favor” (director del clúster de tecnología Vórtice IT, comunicación personal, 7 de mayo de 2021).

La información obtenida apunta a una imperceptible o casi nula aplicación de la industria 4.0 en los procesos de trabajo dentro de la aeronáutica en Querétaro, hablamos de aplicar algunos instrumentos tecnológicos en partes del proceso productivo, que son los menos, pero no se encuentra una estrategia armada de posible implementación. Podemos encontrar dentro de los esfuerzos empresariales un intento de generar un paradigma donde convergen la aplicación de productos de alta tecnología emergente, IoT, usos de datos, etc., y los modelos de producción en escala global buscando la optimización de recursos y la productividad, herencia en parte del sistema de producción a escala. Este intento de implementar un nuevo paradigma se ha tratado anteriormente tomando en algunos casos ejemplo casos latinoamericanos (Neffa, 1999; De la Garza y Neffa, 2010; De la garza, 1999), mostrando en un sentido el desarrollo de modelos productivos a lo largo de la historia pero también haciendo hincapié en una posible crisis de estos modelos y su reestructura a partir de visiones centradas en la innovación y progreso tecnológico basados en la competitividad internacional.

La presión que ejerce la adopción de estos modelos por parte de empresas ubicadas en países altamente industrializados donde se encuentran los llamados “cuarteles generales” u oficinas centrales van ejerciendo cierta presión, no sólo a sus filiales maquiladores ubicadas en el cono sur y en medio oriente, sino a los gobiernos por medio de la implementación de políticas públicas o estrategias parlamentarias. El ejemplo lo encontramos en la llamada industria 4.0, la importancia que ha tomado el intento de fortalecer el mercado interno y externo, centrado en las características principalmente de la industria automotriz en Alemania ha impulsado la implementación de políticas públicas y plataformas gubernamentales de colaboración entre países buscando la supuesta convergencia en un sistemas de producción donde la base principal sean los avances tecnológicos y la alta tecnología (Smit, Kreutzer, Moeller, y Carlberg, 2016; Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2021; Plattform industrie 4.0, 2021).

El caso de Alemania es único, pues la creación de la industria 4.0 surge como un intento de dar respuesta a la crisis suscitada en 2009 y buscaba retomar los acuerdos pertenecientes al tratado de Lisboa, como un esfuerzo por rescatar la estrategia económica que les funcionó con anterioridad, poner énfasis en productos de alta tecnología e ingeniería, iniciando principalmente en la industria automotriz (Neffa, 1999; Smit, Kreuzer, Moeller, y Carlberg, 2016). Esta estrategia se ha extendido y se volvió una tendencia en su intento de incluir tecnologías emergentes en la forma de producir bienes y servicios. Aunque la visión de industria 4.0 incluye estas tecnologías el marco de aplicación, siguiendo a Smit et al. (2016), tiene un alcance para el continente europeo, las particularidades que tienen, no solo de las industrias sino, el mercado de trabajo en Latinoamérica dificulta que estas estrategias pueden implementarse con facilidad.

La creación de estrategias y políticas públicas se apoya en crear un marco de trabajo que implique la implantación de industria 4.0 en ambiente propicio desde la economía, creando mecanismos y factores que coadyuven su implementación aunada a programas vocacionales para generar competencias y habilidades dentro de las necesidades de la industria 4.0 (Santiago, 2018). El empuje que ha tenido no solo se debe a las relaciones bilaterales o suma de voluntades de muchos actores frente esta ya no tan nueva perspectiva industrial, también logra identificarse un discurso marcado en la intención de implementar industria 4.0 en diferentes industrias mediante la aplicación sistemática de políticas de innovación (Reischauer, 2018; Santiago, 2018).

Esta presión también se hace presente en diferentes industrias en nuestro país, la diferencia es que no en todos los sectores puede implementarse de manera tan sistemática, en primer lugar por las deficiencias entre los sectores que intervienen en el paradigma de la triple hélice; la industria busca que el gobierno invierta en desarrollos tecnológicos para impulsar la industria, en inversión directa o en políticas

públicas, a la par que la academia aún no cuenta con los conocimientos necesarios o estos están repartidos dentro de las distintas profesiones (en función a esto es que se busca tener todas las habilidades necesarias en un trabajador polivalente). Esto termina provocando que aquellos intentos queden en un acto protocolario o en un proyecto que tiende al fracaso “Ya todo es industria 4.0 y todos hablan de transformación digital, pero estamos hablando del tema industrial, al no contar con los estudios necesarios los proyectos que ejecutan son proyectos que están condenados en el mediano plazo a la obsolescencia.” (director de Transformación Digital NC Tech, comunicación personal, 7 de mayo de 2021).

Encontramos así que, aunque la industria 4.0 comienza a tomar fuerza en distintos sectores industriales logrando una integración avanzada en la industria automotriz, lo hace de manera parcial o casi inexistente dentro de la industria aeronáutica y su proceso de trabajo especializado (y casi artesanal); aunque estos esfuerzos por implementarlas comienzan ya a fundamentarse con el impulso de agendas gubernamentales o privadas como la TD-2035, continúan siendo más un discurso que busca generar la aceptación de la tecnología en la vida cotidiana que un cambio real, al menos en la industria aeronáutica en Querétaro, en la forma de producir, manufacturar partes y aeronaves continua siendo procesos de manufactura tradicional con el apoyo de tecnología.

VIII. CONCLUSIONES

El planteamiento inicial de la industria 4.0 surge como una estrategia unificada por parte del gobierno alemán, a través de su Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi) para conjuntar las diferentes industrias impulsando procesos de alta tecnología con el apoyo de instituciones de gobierno, y no gubernamentales, formando un frente común de atención a un modelo económico que permitiera enfrentar las sucesivas crisis que azotaron al mundo desde los años noventa; estas crisis incluyen, en parte, las crisis de los Modelos Productivos provenientes del taylorismo-fordismo que buscaban un reajuste para enfrentar la crisis económica que estaba desarrollándose (Neffa, 1999; De la Garza, 1999).

Al ser una estrategia unificada y localizada, sus métodos y estrategias de aplicación obedecen a un entorno controlado y bien determinado, las distintas agencias e incluso el parlamento europeo intervienen en esta estrategia inicialmente planteada como un modelo económico para enfrentar la crisis, poniendo todo el énfasis en las industrias de alta tecnología. El carácter “innovador” de la propuesta permite que sus avances lleguen a otros países y sectores. Aunque es una estrategia que parte del gobierno alemán se busca conjuntar otras iniciativas similares en países como Italia y Japón, buscando englobar en un solo frente común llamado industria 4.0 (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2021; Plattform industrie 4.0, 2021).

En el caso de nuestro país las cosas resultan diferentes, aunque algunos sectores están buscando implementar industria 4.0, o las distintas interpretaciones de lo que significa, se incorporan desde procesos de capacitación o diplomados que buscan socializar los conceptos implicados en este supuesto nuevo paradigma para acercarlo a más gente, sin embargo, esto no provoca modificaciones significativas de los sistemas de producción o en el proceso de trabajo mismo. Podemos encontrar esfuerzos aislados (Martínez, Álvarez y García, 2020) o incluso herramientas de alta

tecnología dentro de diferentes sectores, aunque no hay todavía evidencia suficiente para decir que la industria 4.0 se encuentra en implementación dentro de la industria aeronáutica queretana; existen algunas tecnologías que ya están presentes, por ejemplo la manufactura aditiva no solo de prototipos, sino de componentes realizados en materiales como aluminio y titanio, pero casi no se encuentran aplicaciones de inteligencia artificial y automatización. Aunque continúan realizándose diferentes esfuerzos no se tiene evidencia de un sistema robusto armado como en algunas fábricas automotrices en Alemania. Estos elementos no son suficientes para denominarlas Smartfactory's debido a su precaria instalación tecnológica.

La implementación de la cuarta revolución industria se convierte en un discurso de innovación y un discurso mercantil que busca implantar tecnologías innovadoras usando como objetivo principal la competitividad, pero no se presenta como un nuevo modelo de producción que unifique estas tecnologías; no se encuentra evidencia concluyente que indique una convergencia industrial hacia el modelo de la industria 4.0 en el ámbito aeronáutico, principalmente por las dificultades presentadas en los resultados y la necesidad, por el momento, de las competencias y habilidades manuales de los técnicos aeronáuticos que lo convierten en un proceso casi artesanal.

El proceso de trabajo no se ha modificado con la llegada de nuevas tecnológicas dentro de la industria 4.0, lo más que ha modificado son procesos de capacitación y generación de nuevas habilidades para utilizarse en un futuro que la tecnología se propague hacia diferentes sectores de la industria y no solo en el uso de prototipos o componentes. Se observa que los cambios organizacionales y el empleo no han sufrido cambios significativos, las organizaciones siguen manteniendo sus esquemas jerárquicos de mandos directivos y medios, las contrataciones y requerimientos en los empleados no se han modificados o las modificaciones que presentan no guardan ninguna relación con el paradigma de la industria 4.0, además la forma en que se realiza el trabajo en la industria aeroespacial no se ha modificado de ninguna forma.

En referencia a los sujetos que forman parte de estas “iniciativas” puede observarse que: 1) Los actores que se encuentran en niveles directivos o de toma de decisiones (Mandos medios, directores, gerentes, coordinadores, etc.) son los que están hablando de industria 4.0, buscando impulsar estrategias que permitan la implicaciones de herramientas tecnológicas en los centros de trabajo; esto lo podemos observar en las entrevistas, capacitaciones y conferencias que se realizan en el sector, poniendo énfasis en la importancia de aplicar alta tecnología y perspectivas del corte de industria 4.0; 2) un segundo bloque que está muy interesado en que se den estos cambios en el sector, son las empresas que se encargan de implementar procesos automatizados y tecnológicos, pues su plan de negocio se fundamenta en brindar soluciones, seguimiento y consultoría en temas de alta tecnología; aunque exista esa presión externa, las empresas transnacionales instaladas en el sector aeronáutico dependen de la toma de decisiones que se toman en los países donde se encuentran sus casas matriz; 3) La fuerza de trabajo como actor fundamental en el proceso de trabajo aún no tiene conocimiento, en ocasiones ni siquiera una mínima concepción, de lo que se refiere la industria 4.0 por lo que tampoco se ve modificado su proceso de trabajo y no existe necesidad de cuestionarse o resistirse a esta prácticas.

Una conclusión que deriva de esta situación es que: a nivel directivo y de gestión, surge un discurso tecnocéntrico donde la tecnología se presenta para resolver los problemas, en ocasiones imaginarios, que se encuentren durante el proceso de trabajo, pues en ocasiones “las estrategias no son totalmente coherentes y pueden presentar obscuridades e incertidumbres que se van llenando con prácticas” (De la Garza, 1999, p. 82), en el caso de los técnicos aún no se ha modificado sus procesos de producción, pero tampoco se observa un intento unificado para su implementación en la industria aeronáutica queretana. Es así que los intentos por aplicar o implementar una metodología que tiene sus raíces en otro continente, en otro país y en otra industria parecen no aplicar en esta industria, aunque en algunos casos se han

realizado adecuaciones para implementarlos en otros sectores no hay evidencia de que en un futuro próximo se logre dentro de la industria Aeronáutica del Estado.

Es así que se dificulta realizar un balance objetivo sobre la implementación de la industria 4.0 dentro del sector aeroespacial queretano puesto que la información obtenida no es suficiente, los espacios donde se habla de ello quedan en la superficie, cursos de capacitación, eventos interempresariales, pero estos esfuerzos parecen no llegar al piso de producción, ni en la manufactura ni en los MRO, por lo que los cambios y problemáticas que motivaron los objetivos no se presentan en la realidad. Esto deja varias vertientes para estudios posteriores donde se observen si es un fenómeno local que se presenta o si en realidad en países que cuentan con empresas OEM o Tier 1 los avances tecnológicos de la industria 4.0 han impactado los espacios laborales, el empleo y las organizaciones.

El fin del trabajo y proceso de trabajo en la industria 4.0

Una de las tesis que viene de la mano con la posible implementación de tecnología en el proceso de trabajo es la del desplazamiento y reemplazamiento de los trabajadores, ya sea debido a la automatización o a los efectos de reskilling por el uso de nuevas tecnologías. Hablar del fin del trabajo es remitirse a definir que es el trabajo y que consideramos como tal, pues lo que consideramos trabajo es únicamente el asalariado. En el caso de nuestro objeto de estudio es lo que se considera un trabajo clásico, es decir que el trabajador tiene ciertas actividades de trabajo por las cuales se le otorga un salario, una remuneración económica por el uso de su fuerza de trabajo (De la Garza, 2001). Estas tesis del fin del trabajo provienen de dos teorizaciones principales, una optimista en donde el trabajo y las nuevas tecnologías traen al ser humano una esperanza liberadora, en oposición a una visión pesimista donde el trabajo se va a precarizar, flexibilizar debido a los nuevos desarrollos tecnológicos (De la Garza, 2016).

Ambas perspectivas se renuevan (desde el ámbito periodístico y comercial) y se traen a cuenta con la posible implementación de la tecnología y estrategias de la industria 4.0, por un lado una perspectiva neoludista en donde las maquinas autónomas con inteligencia artificial desplazaron los espacios laborales y quitaran empleos a los trabajadores calificados, quienes al no lograr insertarse en los espacios de trabajo por no contar con las calificaciones necesarias tendrán que insertarse en otros espacios. Por otro lado la visión mas romantizada trae a cuenta como los espacios de trabajo comenzaran a fluir de mejor manera por la facilidad de trabajar de la mano de objetos tecnológicos de última generación, quienes facilitaran las tareas peligrosas y tediosas para el ser humano.

Ninguna de estas perspectivas logra observarse ni en las entrevistas, ni en las observaciones en los espacios de trabajo, si bien es cierto que en algunos trabajos han tenido procesos de capacitación del uso de nuevas tecnologías, como la instrumentación y censado de datos a través del IOT, el uso de la manufactura aditiva para el uso de prototipos, el proceso de trabajo no ha sufrido cambios considerables para denotar que las tesis del fin del trabajo, aunado a que este tipo de capacitaciones se encuentran en niveles de diseño, administración o ingeniería, y cuando se dan este tipo de capacitaciones a personal operativo tienen más un tinte informativo que formativo. Desde una perspectiva académica no se observa necesario reactivarse estos debates sobre el fin del trabajo, pues la información obtenida no es contundente.

Se ha nombrado que el proceso de trabajo dentro del sector aeroespacial no ha sufrido modificaciones frente a la implementación de la industria 4.0, esto se debe a que en general en los distintos espacios de trabajo de la industria aeronáutica queretana no se observan cambios relevantes, el proceso de trabajo de la manufactura aeronáutica continua realizándose sin grandes modificaciones, es decir que siguen presentándose ciertas consideraciones retomadas en Salinas (2012)

desde la configuración sociotécnica como los rasgos característicos provenientes de los códigos culturales como la superioridad étnica o implicación forzada, así como en gestión de la mano de obra, la organización del trabajo y el nivel tecnológico.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A21. (5 de agosto de 2021). Requiere industria adoptar nuevas tecnologías. A21.mx. Recuperado de: Bonekamp, L. y Sure, M. (2015). Consequences of Industry 4.0 on Human Labour and Work Organisation. En *Journal of business and Media Psychology*, 6 (1) pp. 33- 40. Recuperado de: <https://bit.ly/35Wh0AZ>
- Adler, P. (2007). The Future of Critical Management Studies: A Paleo-Marxist Critique of Labour Process Theory. *Organization Studies*, 28(9), 1313–1345. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/0170840607080743>
- Animal Político. (12 de marzo del 2021). 21 estados se ubican en color amarillo del semáforo por COVID; Sonora pasa a verde. En Animal Político web Recuperado de: <https://www.animalpolitico.com/2021/03/estados-amarillo-semaforo-covid/>
- Bonekamp, L. y Sure, M. (2015). Consequences of Industry 4.0 on Human Labour and Work Organisation. En *Journal of business and Media Psychology*, 6 (1) pp. 33- 40. Recuperado de: <https://bit.ly/35Wh0AZ>
- Boyer R. y Freyssenet M. (2003). **Los modelos productivos**. Madrid: Editorial Fundamentos.
- Ceruti, A., Marzocca, P., Liverani, A. y Bil, C. (2019). Maintenance in aeronautics in an Industry 4.0 context: The role of Augmented Reality and Additive Manufacturing. En *Journal of computational Design and engineering*, 6 (2019), pp. 516-526.
- Coriat, B. (1989). **El taller y el cronómetro**. Madrid, España: Siglo XXI.
- De la Garza, E. (1999). Epistemología de las Teorías sobre Modelos de Producción en Los retos teóricos de los estudios del trabajo hacia el siglo XXI. Buenos Aires, Argentina: CLACSO. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/gt/20101102030444/6toledo.pdf>
- De la Garza, E. (2001). Problemas clásicos y actuales de la crisis del trabajo en **El futuro del trabajo. El trabajo del futuro**. Buenos Aires: CLACSO
- De la Garza, E. (2004). **Reestructuración Productiva, Empresas y Trabajadores en México al inicio del siglo XXI**. Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- De la Garza, E. (2009). Hacia un concepto ampliado de trabajo. En **Trabajo, empleo, calificaciones profesionales, relaciones de trabajo e identidades laborales**. Vol I. Buenos Aires, CLACSO.
- De la Garza, E. (2012). La revitalización del debate del proceso de trabajo, **Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo**, 16 (26), pp. 7-35.
- De la Garza, E. (2016). Fin del trabajo o trabajo sin fin en Los estudios **Laborales en América Latina. Orígenes, desarrollo y perspectiva**. México: Anthropos-UAMI
- De la Garza, E. (2018). La metodología configuracionista para la investigación social. México, Gedisa.
- DW documental. (1 de marzo de 2018a). Los robots se hacen cargo (1/2) | DW Documental [archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=8w8Ra18Yiaw>

- DW documental. (1 de marzo de 2018b). Los robots se hacen cargo (2/2) | DW Documental [archivo de video].
Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=GOAiR8Z9w_c
- Erbios, G. (2017). *How to define Industry 4.0: the main pillars of industry 4.0*. En Conference: 7th International Conference on Management (ICoM 2017). Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/326557388_How_To_Define_Industry_40_Main_Pillars_Of_Industry_40
- Federal Ministry of Labour and Social Affairs. (2021). Strategy Paper 2021+. Alemania: Federal Ministry of Labour and Social Affairs.
- Ford, M. (2016). *Rise of the Robots: Technology and the threat of the jobless future*. Nueva York, Estados Unidos: Basic Books.
- Frey, C. y Osborne, M. (2013). The futur of employment: How susceptible are Jobs to computerisation?. Oxford Martin Programme on Technnology and Employment. Recuperado de:
<https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/future-of-employment.pdf>
- Guyon, I., Amime, R., Tamayo, S. y Fontane, F. (2019). Analysis of the opportunities of industry 4.0 in the aeronautical sector. En 10th International Multi-conference on complexity, Informatics and Cybernetics, Marzo 2019.
Recuperado de: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02063948>.
- Kaplinsky, R. (1994). From mass production to flexible specialization: A case study of microeconomic change in a semi-industrialized economy. *World Development*, 22(3), 337–353. doi:10.1016/0305-750x(94)90126-0
- Kern, H., & Schumann, M. (1987). Limits of the Division of Labour. *New Production and Employment Concepts in West German Industry*. *Economic and Industrial Democracy*, 8(2), 151–170. doi:10.1177/0143831x8782002
- Manufactura. (26 de octubre de 2018). Si México quiere crecer, debe adoptar la industria 4.0. *Manufactura*. Recuperado de: <https://manufactura.mx/industria/2018/10/26/si-mexico-quiere-crecer-debe-adoptar-la-industria-40>
- Marc, J. (23 de febrero de 2020). How BMW is trying to modernize manufacturing. En *CNN Bussines*. Recuperado de:
<https://edition.cnn.com/2020/01/23/business/bmw-regensburg-smart-factory/index.html>
- Martínez, A., Álvarez, M. y García, A. (2020). **Industria 4.0 en México. Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas**. Mexico: Plaza y Valdés.
- Marx, K. (1975). **El Capital. Crítica de la Economía Política. Libro primero: el proceso de producción de capital**. Mexico, D. F.: Editorial Siglo XXI.
- Mejía, M., Camacho, A. y Marcelino, M. (enero-junio de 2020). Estrategias del sector público y privado para la implementación de la Industria 4.0, en **Revista UPIICSA Investigación Interdisciplinaria**, 6(1), 13-31.
- MexicoNow. (2020). Industry 4.0: Is Mexico up to the Challenge? [webinar]. Mexico NOW, octubre 2020. Disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=IYS9Rvz4ekk>
- Mickler, O. (2000). La racionalización post-taylorista y las investigaciones de trabajo en la sociología alemana del trabajo desde la mitad de la década de los noventa. En **Revista Española de Investigaciones Sociológicas**, núm. 90, 2000, pp. 245-260 Centro de Investigaciones Sociológicas Madrid, España. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99717877008>

- Neffa, J. (1999). Crisis y emergencia de Nuevos Modelos Productivos en Los retos teóricos de los estudios del trabajo hacia el siglo XXI. Buenos Aires, Argentina: CLACSO. Recuperado de:
<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/qt/20101102030206/5neffa.pdf>
- Neffa, J. y De la Garza, E. (2010). Trabajo y modelos productivos en América Latina. Buenos Aires, Argentina: CLACSO.
- Pereira, A.C. y Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. En *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1206–1214.
- Reischauer, G. (2018). Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing, en *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 132, pp. 26-33.
- Salinas, R. (2012). La configuración industrial del sector aeronáutico en el estado de Querétaro [tesis], México. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México
- Salinas, R. y Gutiérrez, A. (2020). Balances y perspectivas del sector aeroespacial en Querétaro ¿abanderando la Industria 4.0?, en Martínez, A., Álvarez, M. y García, A. [coord.] *INDUSTRIA 4.0 EN MÉXICO Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas*. México: Plaza y Valdez editores.
- Santiago, F. (2018). What can policymakers learn from Germany's Industrie 4.0 development strategy? Viena: UNIDO. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/326905127_What_can_policymakers_learn_from_Germany%27s_Industrie_40_development_strategy
- Seguel, P. (2017). Reflexiones sobre el proceso de trabajo. Entrevista a Enrique de la Garza. **Revista de Sociología**, (30), 113-123. Recuperado de: <https://revistadesociologia.uchile.cl/index.php/RDS/article/view/46416/48444>
- Schwab, K. (2016). **La cuarta revolución industrial**. Ciudad de México: Penguin Random House.
- Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., & Carlberg, M. (2016). Industry 4.0 a study for the European Parliament. Recuperado de <https://bit.ly/1QRykFi>
- Wang, S., Wan, J., Li, D. y Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of industry 4.0: An outlook. En *International Journal of Distributed Sensor Networks*, Vol. 2016. Recuperado de:
<http://dx.doi.org/10.1155/2016/3159805>
- Ynzunza, C., Izar J., Bocarando, J., Aguilar, F. y Larios M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras, en **Conciencia Tecnológica**, (54). Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006>
- WIRED. (16 de julio del 2013). How the Tesla Model S is Made | Tesla Motors Part 1 (WIRED) [archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=8_lfxPI5ObM

ANEXOS

Guía de preguntas para entrevistas semiestructuras.

Objetivo de la entrevista: Conocer los alcances e intervención que tiene una institución de clúster industrial en la implementación de la industria 4.0, intentando derivar en la configuración del sector de manufactura aeronáutica bajo la visión de la industria 4.0.

1. Integración Tecnología-Organización-Trabajo.

- 1.1. ¿Es pertinente hablar de industria 4.0 en el sector aeroespacial?
- 1.2. ¿Qué papel juega el clúster en la implementación de la industria 4.0?

2. Principios de la industria 4.0

- 2.1. ¿Qué elementos se requieren para decir que una empresa está migrando a la industria 4.0?
 - 2.1.1. Parece que la automatización es la abanderada de la implementación ¿Únicamente se requiere la automatización para hablar de industria 4.0?
- 2.2. ¿Qué empresas se dedican exclusivamente a la manufactura de componentes aeronáuticos?
 - 2.2.1. ¿Cuáles de estas empresas están implementando tecnologías de la Industria 4.0?

3. Estrategias de implementación

- 3.1. ¿Hay algún plan de implementación de tecnologías propias de la industria 4.0 dentro de las empresas del clúster?
- 3.2. ¿Existen políticas públicas en referencia a la industria 4.0? apoyos en tecnología, acuerdos comerciales, propuestas de inversión, etc.
- 3.3. ¿Existen directrices específicas para que las empresas implementen tecnologías bajo la perspectiva de industria 4.0?
- 3.4. ¿Qué requerimientos se necesitan para considerar que una empresa está implementando la industria 4.0?
- 3.5. ¿Qué actores son relevantes en el proceso de la implementación de la I4.0?
- 3.6. ¿Qué impacto tiene la implementación en la cultura de la organización?

4. Proceso de trabajo

- 4.1. ¿Cómo se logra articular la tecnología y la cultura de la empresa con los trabajadores?
- 4.2. ¿Se requiere un nuevo perfil de trabajador dentro de la industria 4.0? ¿Se puede recalificar a los trabajadores? ¿Quiénes?
- 4.3. ¿Implementar la industria 4.0 requiere repensar partes del proceso o requiere un cambio de paradigma?

5. Competencia y educación en la industria 4.0

- 5.1. ¿Qué competencias requieren los trabajadores dentro de la I4.0?
- 5.2. ¿Los centros educativos están preparados para desarrollar las nuevas competencias que requiere el sector?

5.2.1.Respuesta afirmativa: ¿Cómo se ha preparado el centro para esto? ¿Qué tipo de apoyos requirió?

5.2.2.Respuesta negativa: ¿Existe algún plan de preparación para desarrollar estas nuevas competencias?

6. Cierre

6.1. ¿Hay algo relevante que pueda agregarse y que no ha sido incluido en la presente entrevista?