

**DESARROLLO DE UN MODELO PARA IMPULSAR LA ADOPCIÓN DE
ESTRATEGIAS DE VALOR AGREGADO A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS DE LA
INDUSTRIA 4.0 Y VALIDACIÓN A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE CASO**



Autor

JEISON STIVEN IBAÑEZ RINTÁ

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C
MAYO 2023**

**DESARROLLO DE UN MODELO PARA IMPULSAR LA ADOPCIÓN DE
ESTRATEGIAS DE VALOR AGREGADO A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS DE LA
INDUSTRIA 4.0 Y VALIDACIÓN A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE CASO**



Autor

JEISON STIVEN IBAÑEZ RINTÁ

DOCENTE ASESOR

NOFAL NAGLES GARCIA

JONNY RAFAEL PLAZAS ALVARADO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C

MAYO 2023

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	5
CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
1.1 Problema De Investigación	6
1.2 Objetivos	7
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	7
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	7
1.3 Justificación	8
CAPITULO 2. MARCO DE REFERENCIA	11
2.1 Marco Teórico	11
2.2 Marco Conceptual	17
2.2.1 <i>Industria 4.0</i>	17
2.2.2 <i>Componentes De La Industria 4.0</i>	18
2.2.3 <i>Dimensiones de la iniciativa 4.0</i>	23
CAPITULO 3. MARCO DE METODOLOGICO	33
3.1 Tipo de Estudio.	33
3.2 Población (Criterios De Inclusión Y Exclusión).	34
3.3 Procedimientos	36
3.4 Técnicas E Instrumentos Para La Recolección De Información.	38
3.4.1 <i>Investigación De La Literatura</i>	41
3.4.2 <i>Entrevistas</i>	43
3.4.3 <i>Caso De Estudio</i>	44
3.5 Técnicas E Instrumentos Para El Análisis De La Información.	46
3.5.1 <i>Triangulación</i>	46
3.6 Consideraciones Éticas De La Investigación	47
CAPITULO 4. ANALISIS DE RESULTADOS DEL DESARROLLO DEL MODELO	49
4.1 Revisión De Los Modelos De Industria 4.0 Existentes	49
4.1.1 <i>Metodología</i>	49
4.1.2 <i>Modelos Existentes Basados En Tecnologías De La Industria 4.0</i>	53
4.2 Propuesta De Modelo	64
4.2.1 <i>Desarrollo Del Modelo</i>	66
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
5.1 Resultados del caso de estudio	114
5.2 Recomendaciones Para La Expansión De La Herramienta	124
6. REFERENCIAS	127
7. ANEXOS	133

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 - DESARROLLO DE UN MARCO CONCEPTUAL METODOLOGÍA DE JABAREEN	41
TABLA 2 - ETAPAS DE LA METODOLOGÍA RABIONET	44
TABLA 3 - CONSIDERACIONES DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN YIN	45
TABLA 4 - TÉRMINOS DE BÚSQUEDA	50
TABLA 5 - CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS	50
TABLA 6 - DIMENSIONES ORGANIZATIVAS DE SM3E	61
TABLA 7 - EVALUACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL MODELO KANO.	87
TABLA 8 - EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES DIGITALES	121
TABLA 9 - FIT 4.0 RESUMEN ESTRUCTURAL.	125

INDICE DE LUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 - ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES POR TAMAÑO DE EMPRESA	15
ILUSTRACIÓN 2 - ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES POR TIPO DE EMPRESA	15
ILUSTRACIÓN 3 - DIMENSIONES DIGITALES	24
ILUSTRACIÓN 4 - CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR	37
ILUSTRACIÓN 5 - TRIANGULACIÓN DE DATOS	47
ILUSTRACIÓN 6 - PROCESO DE SELECCIÓN DE MODELOS DE REFERENCIA	51
ILUSTRACIÓN 7 - PUBLICACIONES POR AÑO.	51
ILUSTRACIÓN 8 - ORIGEN DE LOS DOCUMENTOS	52
ILUSTRACIÓN 9 - TIPO DE DOCUMENTO.	53
ILUSTRACIÓN 10 - METODOLOGÍA DE INGENIERÍA EMPRESARIAL (DU PREEZ, 2015).	67
ILUSTRACIÓN 11 - MODELO FIT 4.0	70
ILUSTRACIÓN 12 - DISRUPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0.	73
ILUSTRACIÓN 13 - ETAPAS DE LA DISRUPCIÓN.	74
ILUSTRACIÓN 14 - IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.	81
ILUSTRACIÓN 15 - CATEGORIZACIÓN DE REQUISITOS DEL MODELO KANO.	85
ILUSTRACIÓN 16 - DISEÑO DE EXPERIENCIA DE CLIENTE.	89
ILUSTRACIÓN 17 - EJEMPLO FORMULARIO MCKINSEY 1.	94
ILUSTRACIÓN 18 - EJEMPLO FORMULARIO MCKINSEY 2.	94
ILUSTRACIÓN 19 - RESULTADO FORMULARIO MCKINSEY 1.	95
ILUSTRACIÓN 20 - RESULTADO FORMULARIO MCKINSEY 2.	95
ILUSTRACIÓN 21 - EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD.	99
ILUSTRACIÓN 22 - EVALUACIÓN DE DESAFÍOS.	104
ILUSTRACIÓN 23 - OPTIMISMO EN LA TRANSFORMACIÓN FRENTE A LA PROGRESIÓN.	106
ILUSTRACIÓN 24 - RESULTADO MCKINSEY DESIGN INDEX SURVEY	119
ILUSTRACIÓN 25 - CALIFICACION DE LA CAPACIDAD DIGITAL	122
ILUSTRACIÓN 26 - EVALUACIÓN DE DESAFÍOS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL	123
ILUSTRACIÓN 27- EVALUACIÓN DE MATRIZ DE INFLUENCIA DE LOS DESAFÍOS	124

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 – PERFIL DE DISRUPCIÓN.	133
ANEXO 2 – DECLARACIONES DE CAPACIDAD.	138
ANEXO 3 – DESAFÍOS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL.	144
ANEXO 4 – LISTA DE DOCUMENTOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO.	147
ANEXO 5 – CASO DE ESTUDIO MODELO FIT 4.0.	148
ANEXO 6 – DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO	149

INTRODUCCION

Los modelos comerciales tradicionales de negocio se están volviendo paulatinamente obsoletos en esta era tecnológica, como resultado, las organizaciones con modelos clásicos de gestión corren el riesgo de perder participación en el mercado. Las empresas emergentes que tienen una fuerte relación con la tecnología, y que además posean ideas innovadoras, están acaparando el mercado. Los modelos de negocio más conservadores se ven amenazados por el nuevo ritmo comercial basado en lo digital, por esto, este proyecto de investigación busca crear la posibilidad de generar valor agregado a una organización por medio de un modelo que al ser aplicado ofrezca oportunidades de mejora mediante la aplicación de tecnologías de industria 4.0, en donde se busca poner en contexto la situación actual del mercado, identificar los modelos para la implementación de tecnologías de la industria 4.0 existentes, considerar los diversos métodos académicos que se pueden utilizar para abordar los objetivos de investigación, resaltar la importancia de por qué una organización debe considerar implementar un modelo de negocio industria 4.0 en su estructura, exponer por qué fracasan las organizaciones en la transición a tecnologías 4.0, cuáles son los principales retos a los que se enfrentan las organizaciones, y finalmente desarrollar una estructura que facilite el proceso de implementación del modelo, para que al final produzca un valor agregado a la organización.

CAPITULO 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 Problema De Investigación

Existen organizaciones que necesitan implementar modelos de gestión modernos que adopten el uso de tecnologías de la industria 4.0 para mejorar sus operaciones y generar una mejor experiencia del cliente, con el objetivo de poder dar un valor agregado a su marca y darle solidez a la organización. Estas empresas tienen la necesidad de modificar sus modelos de negocio actuales y crear o adaptar nuevas estrategias digitales, o arriesgarse a una disminución de oportunidades y pérdida de reconocimiento en el mercado. Actualmente, las pequeñas empresas están tratando de implementar transformaciones digitales y adoptar dispositivos o herramientas tecnológicas específicas pertenecientes a la industria 4.0, sin embargo, el éxito para agregar valor a las pequeñas empresas u organizaciones emergentes haciendo uso de tecnologías 4.0 es bajo. Generando así la problemática de que estas organizaciones necesitan un modelo cuya recopilación de material informativo sea idóneo, sea propio de las características particulares de la organización y que adopte una estructura intuitiva, fluida y comprensible, para que funcione como pauta para quienes toman decisiones dentro de la organización, permitiendo así la posibilidad de adoptar estrategias que generen valor agregado a través de la implementación de iniciativas y tecnologías 4.0. Con base en lo anterior se formulan las siguientes preguntas de investigación.

¿Cómo puede desarrollarse un modelo efectivo que guíe a las pequeñas empresas localizadas en la ciudad de Bogotá y regiones aledañas, en la adopción de estrategias basadas en tecnologías de la industria 4.0, para generar valor agregado y fortalecer su competitividad en el mercado?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un modelo que guíe a las pequeñas empresas localizadas en la ciudad de Bogotá y regiones aledañas, a adoptar nuevas estrategias que generen valor agregado a través de la implementación de iniciativas y tecnologías 4.0.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Contextualizar los términos relevantes sobre la industria 4.0 a la organización con base en investigaciones de la literatura, para describir sus componentes y dimensiones.
- Calificar los factores y variables de éxito y/o fracaso en la implementación de tecnologías 4.0 en las organizaciones.
- Evaluar el impacto de la disrupción tecnológica de la Industria 4.0 de la organización.
- Proponer una visión global del estado actual de la organización en términos de su proceso de adopción de tecnologías 4.0 ajustándose a sus capacidades digitales.

1.3 Justificación

En los últimos años, la sociedad ha experimentado un considerable desarrollo tecnológico en todos los ámbitos. A partir de la primera revolución industrial que se produjo a finales del siglo XVIII, cuando los procesos mecánicos entraron en las industrias y cuando la estructura económica de las sociedades comenzó a formarse, la primera revolución dio origen a la máquina de vapor y condujo a la mecanización de la industria textil.

Posteriormente en la segunda revolución industrial se inició el uso de la electricidad, el gas y el petróleo, los cuales se convirtieron en la base de los motores de combustión. La tercera, a finales del siglo XX, trajo los microprocesadores las telecomunicaciones y los ordenadores producto de los avances tecnológicos y militares causados por la guerra.

El aumento en el uso de la electrónica condujo a una mayor conectividad de los humanos en todo el mundo y sentó las bases para la cuarta revolución industrial, la cual se le ha catalogado como la Industria 4.0 (Schwab, 2017). Este modelo industrial agrupa tecnologías como la robótica, la Inteligencia Artificial, el aprendizaje autónomo o el Internet de las cosas, estas propuestas tecnológicas basadas en lo digital son frecuentemente vistas como innovadoras, pero para algunos sectores más reacios al cambio, la industria 4.0 puede causar recelo.

Klaus Schwab, autor del libro *La Cuarta Revolución Industrial*, indica que habrá impactos en varios sectores como resultado de la transformación a Industria 4.0, como lo son los sistemas económicos, el sector empresarial, comercio internacional y el comportamiento de la sociedad en general. Klaus Schwab identificó cuatro impactos principales en las organizaciones que adoptar una estrategia basada en la implementación de tecnologías de la Industria 4.0, el primero es un cambio en las expectativas de los clientes, el segundo es una mejora en la productividad de los activos mediante el uso de big data, la tercera es darle mayor importancia de las nuevas formas de colaboración y la cuarta es la transformación de

modelos operativos en modelos digitales. También se hace referencia a que las expectativas de los clientes están cambiando, y con la experiencia del cliente en el centro de la Industria 4.0, las organizaciones deben adoptar modelos comerciales para ganar participación de mercado, ofreciendo la mejor de las experiencias a los clientes (Schwab, 2017).

Las previas revoluciones industriales se centraron en la producción en masa de productos, la Industria 4.0 ha puesto la necesidad del cliente en el centro de sus operaciones y se centra en la optimización y la individualización, lo que podría significar el fin de las economías de escala (World Economic Forum, 2015). Las organizaciones necesitan cambiar sus modelos para adaptarse a la creciente necesidad de ofrecer productos y servicios personalizados, a precios competitivos. Los modelos tradicionales luchan por cumplir con estos requisitos y muchas organizaciones son conscientes de la necesidad de transformarse.

La sumatoria de todos estos avances sociales y aportes tecnológicos que revolucionaron el mundo, produjo lo que hoy en día conocemos como la edad moderna. Todas las etapas de la sociedad han tenido un impacto en los modelos para la implementación de tecnologías de la que se emplean en las organizaciones hoy en día, en donde encontramos los entornos de trabajo y los conocimientos que los empleados necesitan en sus tareas diarias.

En la actualidad, nos encontramos ante una revolución tecnológica que podríamos denominar una cuarta revolución industrial. Esta revolución representa un amplio desarrollo tecnológico dentro de todas las industrias. Estos avances traen consigo progreso en varios ámbitos como la inteligencia artificial, la automatización de procesos, métodos y sistemas de comunicación por medio de plataformas digitales, almacenamiento en la nube, el análisis de big data, así como la realidad aumentada y la realidad virtual. De la misma manera como las revoluciones industriales previas tuvieron un impacto en la forma en como la humanidad ve la economía y los negocios, también se deben generar cambios en la manera en la que actúan los sistemas organizacionales de gestión de las empresas, como también sus procedimientos y

sus actividades económicas, además de que se debe contemplar la idea de que hacer parte de una transformación digital requiere de que los empleados adquieran nuevos conocimientos, y el propio cambio requiere dedicación y motivación tanto de la dirección como de la fuerza laboral.

El desarrollo de un modelo que guíe a las pequeñas empresas localizadas en la ciudad de Bogotá y regiones aledañas para adoptar nuevas estrategias y tecnologías 4.0, permitiría que estas empresas generen un valor agregado significativo. La implementación de iniciativas y tecnologías 4.0 proporcionaría a estas empresas la oportunidad de mejorar su eficiencia operativa, optimizar sus procesos de producción y aumentar su competitividad en el mercado. Además, les permitiría acceder a nuevas formas de interacción con los clientes y expandir su alcance a través del comercio electrónico y las plataformas digitales. Esto impulsaría el crecimiento de las pequeñas empresas, generando empleo y contribuyendo al desarrollo económico de la región. Al facilitar la adopción de estas tecnologías, el modelo brindaría a las pequeñas empresas los conocimientos y recursos necesarios para adaptarse a un entorno empresarial cada vez más digitalizado, fomentando su capacidad de innovación y promoviendo su sostenibilidad a largo plazo.

CAPITULO 2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco Teórico

El concepto de Industria 4.0 tiene sus raíces en la industria manufacturera alemana. Su objetivo principal es integrar el Internet de las cosas y el Internet de los servicios en el entorno de fabricación. Una visión de la Industria 4.0 es que las organizaciones dentro de la industria manufacturera crearán redes globales de máquinas, fábricas y almacenes en forma de sistemas cibernéticos y físicos, comunicados entre sí y que comparten información mutuamente afectando su funcionamiento y toma de decisiones. (Schwab, 2017)

Otro aspecto clave de la Industria 4.0 es el de la integración vertical y horizontal. La integración vertical se refiere a la integración de los diferentes sistemas de la Tecnología de la información (TI) dentro de una organización que son utilizados en diferentes niveles jerárquicos. Esto incluye todo, desde un sensor de máquina hasta sistemas para la planificación estratégica a nivel de gestión. Por otra parte, la integración horizontal se refiere a la integración de los sistemas de la TI utilizados en las diferentes fases de la cadena de suministro, como logística, producción, marketing, sistemas de gestión y servicio al cliente, en términos generales, las diferentes áreas dentro de la organización. La integración horizontal incluye toda la cadena de suministro, desde los proveedores hasta el cliente final. (Gilchrist, 2016)

Debido a la flexibilidad por la cual se benefician las organizaciones al adoptar herramientas de la Industria 4.0, su implementación sería útil tanto en organizaciones de pequeña como de gran escala. Las integraciones verticales y horizontales, combinadas con productos inteligentes, permiten una toma de decisiones más fácil y un control de procesos dinámico. En la práctica, esto significa que los cambios de última hora serán más fáciles de realizar y será posible fabricar más e incluso, elaborar productos personalizados. También permite la fabricación de lotes más pequeños, que siguen siendo rentables y se pueden hacer

por encargo. Estas posibilidades son revolucionarias para la industria manufacturera, ya que crean oportunidades para modelos de negocios innovadores y proponen nuevas formas de crear valor. (Gilchrist, 2016)

El aumento en el uso de los sistemas electrónicos y la aparición de información digital condujo a una mayor conectividad de los humanos en todo el mundo y sentó las bases para la cuarta revolución industrial, también conocida como Industria 4.0 (Schwab, 2017). Alinear el modelo de negocio por a la industria 4.0. y otros esquemas de aprovechamiento de tecnologías emergentes o tecnologías avanzadas para lograr la productividad a mayor escala o nuevas fuentes de ingreso está en el Plan de Transformación Digital previsto en el Modelo de madurez para la transformación digital impulsado por la dirección de transformación digital del Ministerio de comunicaciones (MINTIC) del Gobierno de Colombia para las empresas, en donde se busca incluir actividades que permitan su acercamiento a los pilares tecnológicos de la cuarta revolución industrial, entre los cuales se consideran Big Data y analítica de datos, Automatización mediante robots, Simulación, Sistemas para la integración vertical y horizontal, IoT (Internet de las cosas), Ciberseguridad, Cloud Computing, Fabricación Aditiva/Impresión 3D, Realidad Aumentada, entre otros (MINTIC, Modelo De Madurez Para La Transformación Digital, 2019)

Klaus Schwab, autor de La Cuarta Revolución Industrial, argumenta que habrá varios impactos como resultado de la Industria 4.0: la economía, el sector empresarial, nacional y global, y la sociedad (Schwab, 2017). El alcance de esta investigación se centra específicamente en las organizaciones y, por lo tanto, el impacto en la economía y el sector empresarial es el tema clave.

Con varios sectores de la economía listos para ser automatizados, las organizaciones tendrán que adaptar sus modelos de negocios para incorporar la nueva tecnología, o correr el riesgo de ser sobrepasados y perder participación en el mercado por organizaciones nuevas

que construyen sus negocios con base en nuevas tecnologías, u organizaciones existentes que incorporaron las nuevas tecnologías, que están innovando y además saliendo de los límites de la industria (Piccinini, 2015).

Klaus Schwab en su libro *La cuarta revolución industrial* identificó cuatro impactos principales en las organizaciones al implementar metodologías de la Industria 4.0, el primero es un cambio en las expectativas de los clientes, el segundo es una mejora en la productividad de los activos mediante el uso de big data, el tercero es una mayor importancia de las nuevas formas de colaboración y finalmente el cuarto es la transformación de los modelos operativos en modelos digitales. (Schwab, 2017).

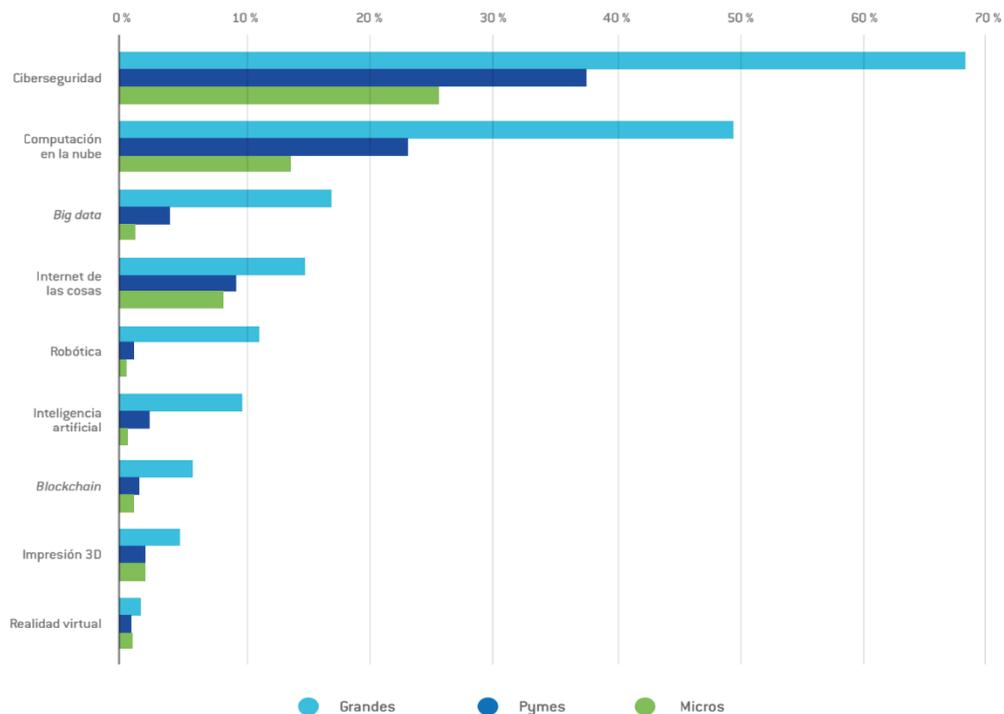
En términos de servicio al cliente y expectativas de los consumidores finales, las expectativas de los clientes están cambiando, y con la experiencia del cliente en el centro de la Industria 4.0 las organizaciones tienen que adoptar modelos comerciales para ganar participación de mercado, ofreciendo las experiencias más valiosas a sus clientes (Schwab, 2017).

Las previas revoluciones industriales se centraron en la producción en masa de productos, sin variación. La Industria 4.0 ha puesto la necesidad del cliente en el centro de sus operaciones y se centra en la optimización y la individualización, lo que podría significar el fin de las economías de escala. La Cuarta Revolución Industrial representa un cambio fundamental en la forma en que vivimos y trabajamos. Es un nuevo capítulo en el desarrollo humano, habilitado por avances que son proporcionales a los de la primera, segunda y tercera revoluciones industriales: la fusión de los mundos físico, digital y biológico y la fusión de tecnologías en formas que crean tanto promesas como peligros. La velocidad, amplitud y profundidad de esta revolución nos ha obligado a repensar cómo deben desarrollarse los países, cómo las organizaciones crean valor y cómo las personas de todos los ámbitos de la vida pueden beneficiarse de la innovación. Ahora, mientras el mundo lidia con el COVID-19,

existe la oportunidad de abrazar aún más esta revolución de maneras que creen una economía global más inclusiva y centrada en el ser humano. (World Economic Forum, 2022).

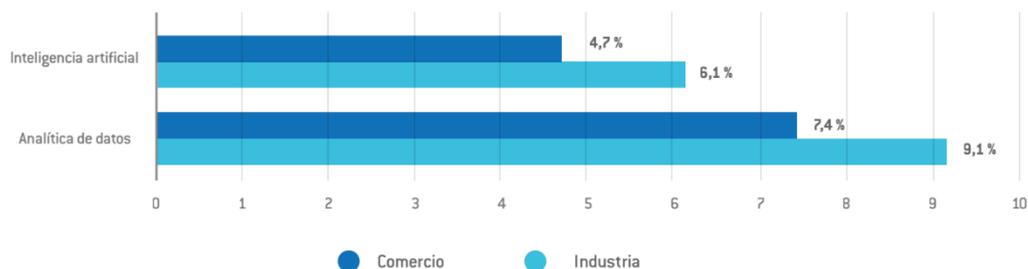
El proceso de transformación a tecnologías de la industria 4.0 trae consigo fuertes desafíos, La adopción de tecnologías digitales en las empresas en Colombia se ha concentrado en herramientas básicas: en 2019 el 99,6 % de las empresas manufactureras usaba un computador e internet en su operación, y el 66,9 % tenía una página web, según establece la *encuesta de tecnologías de la información y las comunicaciones en empresas* (ENTIC Empresas 2021). Más aún, cuando se examina su uso, se observa que los fines más prevalentes de estas herramientas son relativamente simples: enviar o recibir correos electrónicos, buscar información o acceder a banca electrónica. Por su parte, la transición hacia tecnologías digitales más avanzadas ha sido limitada, y el uso para el desarrollo de los negocios permanece en niveles incipientes.

Los datos de la ENTIC Empresas muestran que la incorporación de tecnologías emergentes como inteligencia artificial es muy baja: 4,7 % de las empresas en el sector comercio y 6,1 % en el sector industrial han incorporado esta tecnología (Ilustración 1). Así mismo, como se observa en la Ilustración 2, el uso de otras tecnologías avanzadas es escaso. A excepción de ciberseguridad y computación en la nube, el nivel de penetración de las tecnologías avanzadas es inferior al 20 % y alcanza niveles mínimos para tecnologías como block chain, impresión 3D o realidad virtual.



Fuente: Observatorio de Economía Digital [Cámara de Comercio de Bogotá y MinTIC].

Ilustración 1 - Adopción de tecnologías emergentes por tamaño de empresa



Fuente: ENTIC Empresas (2021).

Ilustración 2 - Adopción de tecnologías emergentes por tipo de empresa

De acuerdo con la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) en el documento *Balance 2021 y perspectivas 2022*, Los desafíos citados con mayor frecuencia como barreras para que las empresas adopten tecnologías y establezcan estrategias de transformación digital son el presupuesto (59 %), la falta de cultura (57 %) y el desconocimiento (42 %) (ANDI, 2020). Si bien las pymes enfrentan barreras de adopción similares (falta de conocimiento sobre las tecnologías, alto costo percibido de las soluciones

TIC), se han diagnosticado barreras adicionales para este segmento de empresas, entre ellas la falta de alineación entre la oferta y demanda de soluciones TIC, que da lugar a estrategias que no corresponden a las necesidades de las empresas, y la falta de acompañamiento para implementar tecnologías (MinTIC, 2020). La transformación digital de las firmas requiere una estrategia de tipo técnico, información, capacitación o construcción de capacidades, ya que, en Colombia, de acuerdo con la ENTIC Empresas de 2021, el 47,2 % de las empresas en el sector industrial señala que no ve la utilidad de contar con un área, dependencia o persona encargada de las TIC. Una alternativa por explorar es la construcción de estrategias de transferencia tecnológica en herramientas digitales desde empresas grandes hacia empresas pequeñas, de manera que se aprovechen las relaciones de proveeduría y las cadenas de valor para promover la adopción de tecnologías digitales en las mipymes.

Es importante notar que el Gobierno Nacional de Colombia ha avanzado diferentes acciones para promover la inteligencia artificial en el país, tanto para la economía digital como para el sector público: además de la hoja de ruta consignada en el CONPES 3975 (Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial), Colombia adoptó los principios rectores de inteligencia artificial de la OCDE y diseñó un marco para su uso ético. Esta serie de políticas establecen unas bases cruciales para favorecer la adopción de esta tecnología en el país, pero el desafío será su implementación efectiva. (INC 2021-2022)

De acuerdo con Bruce Mac Master, Presidente de la ANDI El 2021 enseñó que los empresarios tienen diferentes realidades en el conocimiento y uso de tecnologías emergentes, lo cual, está directamente relacionado con la competitividad digital del país ante la misma definición del *International Institute for Management Development* (IMD) toda vez que un país es más competitivo si tiene:” la capacidad de una economía para adoptar y explotar tecnologías digitales conducentes a la transformación en las prácticas gubernamentales, modelos de negocio y la sociedad en general”.

Aunque no existe un acuerdo universal en torno a la tasa de éxito de las organizaciones que intentan transformaciones digitales, se puede argumentar que todos los estudios encontraron que la mayoría de las organizaciones fracasan en sus iniciativas de transformación digital. Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que, aunque muchas organizaciones están intentando transformaciones digitales, la mayoría no tiene éxito y no logra mejoras de rendimiento sostenibles que agreguen valor.

Como se puede concluir a partir del anterior marco teórico, se puede crear un valor significativo con la Industria 4.0. Se hace evidente que las organizaciones son conscientes de que para seguir siendo relevantes y conservar o aumentar su cuota de mercado, deberán transformar digitalmente su organización. Sin embargo, también es evidente que la mayoría de las organizaciones no tienen éxito cuando intentan transformarse digitalmente, lo que indica que existe la necesidad de un recurso para ayudar a las organizaciones y aumentar sus posibilidades de promulgar una transformación digital de valor agregado.

2.2 Marco Conceptual

En esta sección se contextualizan las teorías e ideas existentes presentadas por otros autores en donde se realiza una revisión de la literatura para definir el significado de los términos que serán empleados en la investigación, y así fundamentar el desarrollo de esta investigación.

2.2.1 Industria 4.0

La cuarta revolución industrial, o Industria 4.0, es un término general que se refiere al desarrollo de tecnologías, especialmente tecnologías de la información y la comunicación, que cambiarán fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos e interactuamos entre nosotros. Las revoluciones industriales anteriores se centraron en la automatización de la producción en masa, mientras que Industria 4.0 se basa en la revolución digital con capacidades de producción en masa adaptables, flexibles y personalizadas (MinTIC 2019).

Esta sección tiene como objetivo crear un contexto sobre lo que es la Industria 4.0 y elaborará los diferentes componentes que prevalecen en la Industria 4.0. También se explorará el impacto de la Industria 4.0 en los diferentes sectores de la sociedad.

2.2.2 Componentes De La Industria 4.0

Diferentes componentes tecnológicos han permitido la cuarta revolución industrial, y la integración entre estos diferentes componentes ha creado sistemas digitales y analógicos que pueden interactuar y comunicarse entre sí a través de protocolos basados en Internet. Estos sistemas se pueden utilizar para recopilar y analizar datos, para optimizar procesos y aumentar la calidad de los productos y servicios al tiempo que se reducen los costos

La Industria 4.0 se desencadena por tecnologías digitales que tienen un impacto disruptivo en los modelos para la implementación de tecnologías de la industria 4.0 en las empresas, y en la forma en que operan y crean valor para el cliente. Se utilizan diferentes términos para describir las tecnologías que impulsan la Industria 4.0. Se definen nueve tendencias tecnológicas que constituyen los componentes básicos de la Industria 4.0: (1) Análisis de la Big Data, (2) El internet de las cosas (IoT), (3) Almacenamiento en la nube, (4) Inteligencia Artificial (IA), (5) Integración horizontal del sistema, (6) Integración vertical del sistema, (7) Ciberseguridad, (8) Fabricación o manufactura aditiva, (9) Realidad aumentada. (Sjøbakk, 2018).

2.2.2.1 Análisis de la Big Data.

Big data es un término ampliamente utilizado para describir una variedad de procesos y piezas de información. Según un estudio realizado por Forrester Consultants, el big data se diferencia de los datos tradicionales en tres aspectos: el volumen de datos, la variedad de datos y la velocidad a la que se recopilan (Witkowski, 2017).

Con un mayor desarrollo de sensores y capacidades informáticas, junto con Internet, las organizaciones pueden recopilar datos de una variedad de fuentes. La recopilación y el

análisis de datos de diferentes fuentes ayuda a las empresas a tomar decisiones más informadas. Las fuentes de big data incluyen: datos de sensores, datos de registro de máquinas, almacenamiento de datos, Internet, plataformas de redes sociales, aplicaciones comerciales, medios y documentos. El análisis avanzado se centra en el uso de grandes volúmenes de datos para permitir una toma de decisiones más precisa en tiempo real. Las decisiones mejoradas conducen a una mayor eficiencia de las operaciones, lo que a su vez conduce a una mayor creación de valor dentro del negocio. El aumento de las capacidades de análisis ha permitido a los no especialistas ejecutar procedimientos de análisis de datos complejos que permiten a las organizaciones obtener información de los grandes volúmenes de datos que antes no era posible (Witkowski, 2017).

2.2.2.2 El Internet De Las Cosas

Internet de las cosas es un término amplio que describe la conectividad entre Internet y los objetos físicos, lo que permite que estos objetos se conecten, envíen y reciban datos (Hendricks, 2015). Mientras que Internet se enfoca en conectar humanos, IoT se enfoca en integrar objetos integrados con sensores y actuadores a través de Internet. Estos objetos se conocen como objetos inteligentes, debido a su capacidad para conectarse e interactuar a través de Internet. Los objetos inteligentes, junto con otras tecnologías, forman parte de los sistemas ciber físicos (MarketsandMarkets, 2021)

Esto ha contribuido al paso de los datos tradicionales al Big Data. Los objetos inteligentes están equipados para recopilar datos utilizando tecnologías existentes, como sensores, y a través de su conexión a Internet, pueden compartir y recibir datos hacia y desde otros objetos inteligentes. La conectividad entre el ámbito físico e Internet permite una amplia variedad de nuevas aplicaciones y servicios (MarketsandMarkets, 2021).

2.2.2.3 Almacenamiento En La Nube

La computación en la nube es el movimiento de los servicios informáticos, como almacenamiento, análisis, redes y muchos otros servicios de nivel superior, desde la infraestructura física hasta Internet. Se define además como “un modelo para permitir el acceso a la red ubicuo, conveniente y bajo demanda a un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción con el proveedor de servicios”. Su objetivo es crear lugares de almacenamiento más accesibles, descentralizados y fáciles de usar para que los datos fluyan libremente entre dispositivos con conectividad a Internet (Bigelow, 2012).

La computación en la nube ofrece muchas ventajas en comparación con la infraestructura tradicional. Aumenta la rentabilidad, no se limita a fronteras geográficas o límites de almacenamiento, facilita el acceso a la información de acceso y se implementa rápidamente. Las empresas también están equipadas para ampliar o reducir sus capacidades informáticas según varíe la demanda y elimina la necesidad de invertir dinero en infraestructura tradicional, infraestructura que puede no utilizarse si ya no se necesita (Bigelow, 2012). Los datos almacenados en la nube son más seguros que los datos almacenados en la infraestructura física, ya que la copia de seguridad y la recuperación de datos son más fáciles en comparación con la infraestructura tradicional de manejo de datos (Microsoft Azure, 2018).

2.2.2.4 Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA) tiene su base en el Big Data. IA es cuando dejamos que las computadoras usen la información recopilada, para cambiar y adaptarse de acuerdo con los diferentes puntos de datos. La computadora puede aprender y comprender lo que se supone que viene a continuación y cómo se supone que debe ser el producto, servicio o

respuesta. Además, el aspecto clave de la inteligencia artificial es que los informáticos le enseñan a la computadora, dependiendo de los datos, qué hacer y cómo adaptarse cuando la información cambia. De esta manera, se puede decir que las computadoras pueden tomar decisiones; pero a partir de hoy, solo decisiones que el cerebro humano los programó para tomar. (IBM.com)

Un ejemplo básico de IA es cuando se juega un video juego donde hay múltiples preguntas. Si proporciona la respuesta incorrecta, la computadora entiende y le da una pregunta más fácil la próxima vez. Se adapta al comportamiento del usuario, que en este caso es su conocimiento.

El cerebro humano es excelente, pero se cansa y aburre fácilmente si la tarea no es lo suficientemente interesante. La IA hace que el papel de la computadora sea más importante y adecuado para el tipo de trabajo que podría considerarse aburrido. Cuando se trata de fabricación, la IA tomará la delantera en la prueba de productos. También tiene potencial en diferentes tipos de tareas que hoy en día podrían catalogarse como repetitivas. (IBM.com).

2.2.2.5 Integración Horizontal Y Vertical Del Sistema

La integración horizontal se refiere a la creación de una red de valor global a través de la integración y la optimización del flujo de información y de bienes entre empresas, proveedores y clientes. La integración vertical, en cambio, es la integración de funciones y departamentos de diferentes niveles jerárquicos de una empresa, creando un flujo constante de datos y de información. Las anteriores tecnologías deben ser compatibles con tecnologías básicas como los sensores y los actuadores, las tecnologías RFID (Identificación por Radiofrecuencia) y RTLS (Sistemas de Localización en Tiempo Real) y las tecnologías móviles, y con los siete principios de diseño denominados gestión de datos en tiempo real, interoperabilidad, virtualización, descentralización, agilidad, orientación al servicio y procesos empresariales integrados (MINTIC 2019).

2.2.2.6 Ciberseguridad

La ciberseguridad es lo que llamamos la seguridad en torno a la computación en la nube. Siempre existirá el riesgo de tener información valiosa en línea y, por lo tanto, es esencial comprender los riesgos cuando se realizan cambios en la forma de almacenar la información. Además, también es importante desarrollar sistemas de protección eficientes y darse cuenta de que el 100 % de seguridad no se puede lograr en la realidad. Todas las posibles debilidades deben evaluarse y es necesario un plan de seguridad de extremo a extremo para la información almacenada. Un ataque a las recopilaciones de datos puede afectar gravemente a una empresa y puede ser costoso incluso para organizaciones a gran escala. (Boston Consulting Group, 2019).

2.2.2.7 Fabricación O Manufactura Aditiva

La fabricación aditiva es un término general que describe los métodos utilizados para crear objetos capa por capa, con materiales como plástico, metal u hormigón. Estas técnicas permiten que las máquinas creen piezas funcionales de diversa complejidad a partir de un archivo de diseño, a menudo un modelo 3D del objeto deseado, lo que aumenta enormemente la velocidad a la que se pueden crear y probar nuevos prototipos. Estas técnicas pueden producir artículos complejos en horas que habrían llevado semanas fabricar con métodos tradicionales, y no están sujetos a limitaciones geográficas. Esto aumenta la eficiencia operativa en las industrias manufactureras y se suma a las capacidades de fabricación de las organizaciones.

Las posibilidades con este método de fabricación son amplias, y se cita al profesor Richard Hague, que dirige el Grupo de investigación de fabricación aditiva de la Universidad de Loughborough, diciendo: "Tenemos tecnología que puede hacer cosas más complejas de las que podemos diseñar" (Cummins, 2010).

2.2.2.8 Realidad Aumentada

La realidad aumentada (RA) se utiliza para ver información en tiempo real en un entorno en tiempo real. La aplicación común de RA es a través de un par de anteojos, donde ve el mundo que lo rodea, pero además puede ver y enviar información, por ejemplo, al seleccionar piezas en un almacén. Hoy en día, este tipo de tecnología se utiliza principalmente en aplicaciones de entretenimiento y marketing. También ha sido probado y utilizado en aplicaciones de productividad en fábricas, especialmente para planificación espacial y sistemas de navegación. (Paelke, 2015).

La realidad virtual (RA) permite la visualización de objetos o entornos virtuales. Por ejemplo, se pueden usar anteojos o pantallas grandes para ver una vista en 3D de otra realidad. Hasta ahora, la realidad virtual se ha utilizado principalmente en la industria del entretenimiento. Hoy en día, esta tecnología se está desarrollando en diferentes áreas, como en el diseño y construcción de automóviles, y en la arquitectura para el diseño de edificios. En la práctica, la propia realidad virtual se crea mediante una combinación de hardware y software. (Paelke, 2015).

2.2.3 Dimensiones de la iniciativa 4.0

Según Klaus Schwab los cuatro impactos clave de la cuarta revolución industrial en las organizaciones son: (i) las expectativas de los clientes están cambiando, (ii) la productividad de los activos aumenta con la tecnología, (iii) la innovación colaborativa entre empresas está aumentando y (iv) los modelos operativos se están transformando en modelos digitales. Argumenta además que "Los clientes, ya sea como individuos u organizaciones, están cada vez más en el centro de la economía digital, que tiene que ver con cómo se les ofrece el servicio" (Schwab, 2017).

Las dimensiones medibles de una organización que son relevantes para la implementación de una iniciativa 4.0 formarán la base de su conceptualización, ya que los diversos niveles de idoneidad de cada capacidad digital se utilizarán como guía para diseñar la iniciativa 4.0. Cada dimensión digital consta de varias capacidades digitales de las cuales se puede medir la madurez.

Las dimensiones han sido validadas a través de literatura y no se expresa en este documento que estas dimensiones digitales sean exclusivamente las únicas dimensiones y capacidades relevantes para las iniciativas digitales, debido a que son una lista establecida que se encontró relevante a través de la investigación de este trabajo de grado.

Debido a la conexión de estas dimensiones, estas se clasificaron según el papel que cada una desempeña en la implementación de la iniciativa 4.0. Estas categorías son: (i) dimensiones orientativas, (ii) dimensiones habilitadoras y (iii) dimensiones objetivas. Su dependencia se manifiesta en cómo las dimensiones rectoras establecen los objetivos para que las dimensiones habilitadoras trabajen juntas para aumentar la efectividad y la eficiencia de las operaciones, y para producir una experiencia deseable para el cliente. Las categorías y sus dimensiones digitales se pueden ver en la Figura 17, y se discute a continuación.

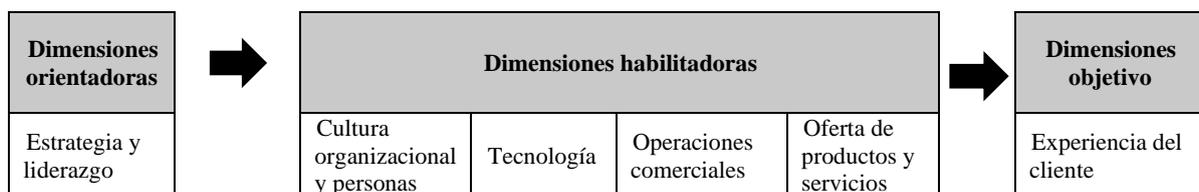


Ilustración 3 - Dimensiones digitales

La dimensión orientadora incluye la estrategia y el liderazgo, y el enfoque es indicar cómo deben funcionar las diversas capacidades digitales de estrategia y liderazgo para dar efecto a la implementación exitosa de la iniciativa 4.0 desde dentro de una organización matriz, para lograr los dos objetivos generales de una transformación digital de aumentar la

efectividad operativa y la eficiencia, como también ofrecer una experiencia mejorada al cliente.

Las dimensiones habilitadoras se centran en el modelo de negocio organizacional de la iniciativa e incluyen *operaciones comerciales, oferta de productos y servicios, tecnología y cultura organizacional y personas*. A través de estas dimensiones, la iniciativa pondrá en práctica la estrategia de transformación digital presentada en la dimensión orientadora y logrará el primer objetivo general de una transformación digital para aumentar la efectividad operativa y la eficiencia de la organización a través de la iniciativa.

La dimensión objetivo incluye *la experiencia y el compromiso del cliente*. Como se mencionó anteriormente en esta sección en una cita de Klaus Schwab, las organizaciones digitales giran en torno al cliente y sus necesidades (Schwab, 2017). Por lo tanto, la dimensión objetivo es una medida de cuán centrada en el cliente está la organización y aborda el segundo objetivo general de una transformación digital de mejorar la oferta de experiencia del cliente.

2.2.3.1 Estrategia y liderazgo

Para que una organización se transforme digitalmente, necesita una estrategia que la guíe en este proceso. La estrategia sienta las bases de lo que implicará la transformación digital y cómo la organización va a desarrollar las nuevas iniciativas de negocio digital (Martino, Schaffner y Quach, 2016). La estrategia definirá cómo cada una de las siguientes dimensiones deberá verse para crear valor con éxito para la organización, y se debe centrarse en garantizar que la estrategia aborde las áreas relevantes dentro de la organización.

Los ejecutivos de la organización determinan la estrategia para la organización; también es su responsabilidad invertir recursos en el plan de transformación e impulsar la iniciativa de arriba hacia abajo. Por lo tanto, el liderazgo en la organización es importante

para el éxito de la transformación digital, ya que los líderes exitosos impulsan la cultura dentro de las organizaciones. Los líderes deben centrarse en habilitar una cultura digital ágil que implemente los cambios propuestos en la estrategia y adopte el cambio según lo requiera el mercado (Tanguy Catlin y Tobias Lorenz, Bob Sternfels, 2017).

Para ejecutar con éxito una transformación digital, la organización debe designar a personas que asumirán la responsabilidad de la implementación de la iniciativa 4.0. Las organizaciones a menudo adquieren un ejecutivo en forma de Director Digital. Las organizaciones que no tienen el apoyo ejecutivo para sus transformaciones digitales tendrán dificultades para ejecutar una transformación de valor agregado (Tanguy Catlin y Tobias Lorenz, Bob Sternfels, 2017).

2.2.3.2 Cultura organizacional y personas

Cultura organizacional

Como se mencionó en la sección anterior, los líderes deben centrarse en gestionar una cultura ágil y digital que abarque los cambios propuestos en la estrategia. La implementación exitosa de la estrategia depende de las personas y la cultura dentro de la organización y, por lo tanto, se considera una dimensión que permite la transformación digital.

La definición de cultura utilizada en esta investigación es la de Edgar Schein, ya que su investigación constituye la base de muchos estudios recientes sobre cultura organizacional. Afirma que la cultura es "*un conjunto de suposiciones tácitas básicas sobre cómo es y debe ser el mundo que un grupo de personas comparte y que determina sus percepciones, pensamientos, sentimientos y, hasta cierto punto, su comportamiento abierto*" (Schein, 1990). Esto se manifiesta dentro de las organizaciones y se define como cultura organizacional: un sistema de creencias compartido que influye en las acciones de los empleados de la organización (Strode, Huff y Tretiakov, 2009). Con el enfoque en los clientes en una

organización digital, la cultura debe ser una cultura centrada en las personas donde el cliente es lo primero. Tener una cultura digital es importante en la implementación de un modelo de negocio ágil, y Strode, Huff y Tretiakov, (2009) identificaron varios factores culturales que se correlacionan significativamente con un modelo de negocio ágil:

1. La organización valora el aprendizaje y la retroalimentación, y el estilo de gestión es el liderazgo y la colaboración. La interacción social dentro de la organización es confiable, competente y colaborativa.
2. La organización valora el trabajo en equipo y es flexible, participativa y fomenta la interacción social a través del trabajo en equipo colaborativo.
3. La organización capacita a sus empleados a través del empoderamiento.
4. La organización se centra en los resultados.
5. El liderazgo en la organización se puede definir como emprendedor, innovador y de asunción de riesgos.
6. La cultura organizacional se basa en la lealtad, la confianza mutua y el compromiso.

La cultura organizacional también debe adoptar el uso de nuevas tecnologías para mejorar las operaciones: el efecto positivo del uso de nuevas tecnologías puede ser anulado por la resistencia de los empleados a usar la tecnología (Strode, Huff y Tretiakov, 2009).

Personas

A través de una transformación 4.0, los roles y responsabilidades de los empleados cambian. Las organizaciones deben ser conscientes de qué habilidades necesitan para ejecutar eficazmente su visión, y deben buscar activamente atraer a las personas con las habilidades relevantes a su organización. El acceso a las habilidades relevantes es una de las mayores barreras de adopción para una transformación digital, ya que la demanda de talento es mucho mayor que la oferta (Esber 2015; Khitskov 2017).

Los nuevos roles de los empleados deben estar claramente definidos en la estrategia y comunicados de manera efectiva a todas las partes relevantes para minimizar la resistencia de los empleados como resultado de la transformación y equipar a los empleados para los nuevos roles debe ser una prioridad para la organización (Gerth y Peppard, 2016).

Las organizaciones deben asegurarse de que existe una buena relación entre su alta dirección y el resto de la organización, ya que la falta de una relación entre los diferentes niveles de la organización genera incertidumbre con respecto a los diferentes roles dentro del proceso de transformación digital. Es responsabilidad de la alta dirección comunicar de manera efectiva las diferentes expectativas de sus empleados, y la falta de lo anterior puede llevar a la resistencia de los empleados a la transformación (Gerth y Peppard, 2016).

Como se mencionó en la sección anterior, las organizaciones a menudo nombran ejecutivos con la responsabilidad de encabezar la transformación digital: un estudio realizado por CA Technologies encontró que hasta el 80% de las organizaciones que experimentan transformaciones digitales tienen un ejecutivo cuya responsabilidad es la transformación digital. El papel del ejecutivo responsable y su equipo digital debe estar claramente definido, ya que una definición clara de los roles aumenta las posibilidades de que el ejecutivo logre el éxito (Gerth y Peppard, 2016).

2.2.3.3 Tecnología

La Industria 4.0 surgió a través del desarrollo de nuevas tecnologías, y la capacidad de la organización para integrar la tecnología en sus operaciones determina hasta qué punto podrán participar en la economía digital.

La infraestructura de TI representa un componente técnico clave de una transformación digital, ya que el big data será relevante a medida que las organizaciones

persigan la digitalización, y el aprovechamiento del valor del big data dependerá de si la infraestructura de TI puede almacenar y procesar grandes volúmenes de datos (Dietel, 2018). Big data se utiliza para aumentar la eficacia y la eficiencia de los procesos organizativos, destinados a mejorar la experiencia del cliente.

A medida que las organizaciones aumenten sus capacidades de big data, deberán invertir en ciberseguridad, ya que deben evitar ser interrumpidas por ataques cibernéticos.

Las nuevas tecnologías, como la computación en la nube, IoT, inteligencia artificial, etc, que vinieron con la Industria 4.0 deben integrarse en la organización para que puedan aprovechar el valor de su uso (Schwab, 2017), por lo que la arquitectura de TI de la organización debe permitir la interoperabilidad, ya que esto influirá en la facilidad de integración de nuevas tecnologías y sistemas. El uso de estas tecnologías permitirá a las organizaciones hacer negocios en una economía digital (Earley, 2014). Internamente, la interoperabilidad de la infraestructura de TI permite una colaboración fluida entre diferentes departamentos a través de la conectividad de dispositivos y sistemas.

2.2.3.4 Operaciones Comerciales

Un modelo de negocio se define como los procesos a través de los cuales las organizaciones capturan, generan y entregan valor al cliente dentro de diversos contextos y formas (Osterwalder y Pigneur, 2010). Por lo tanto, la implementación de nuevas iniciativas digitales requiere que una organización construya un nuevo modelo de negocio digital para hacer negocios de manera efectiva en un mercado digital.

Los procesos manuales deben minimizarse en las organizaciones que utilizan tecnología, ya que los procesos automatizados son más predecibles, efectivos y eficientes. Se debe prestar la debida atención a los empleados que podrían perder partes de su trabajo, ya

que un estudio realizado en 2016 por McKinsey & Co encontró que pocos trabajos se eliminarán por completo, sin embargo, la automatización afectará partes de cada trabajo. Concluyó que las tecnologías actuales podrían automatizar el 45% de las actividades por las que se remunera a las personas, y que alrededor del 60% de todos los trabajos podrían ver el 30% de sus actividades automatizadas (Vacek, 2016).

El modelo de negocio debe inspirar la colaboración entre departamentos y otras organizaciones. Esto les permitirá ser más ágiles y flexibles en la forma en que reaccionan a los cambios repentinos en el mercado.

Las organizaciones deben considerar la reforma política y regulatoria dentro de la organización y en el entorno externo para garantizar el fomento de una cultura innovadora dentro de la organización, y para alinear las iniciativas digitales para cumplir con los requisitos legislativos para garantizar que la iniciativa pueda funcionar en la economía, y que los efectos de la iniciativa sigan siendo positivos en la sociedad. Existe una falta de conocimiento de los efectos a largo plazo de diversas tecnologías en la sociedad, y las organizaciones deben trabajar con sus gobiernos para garantizar que se implementen leyes y políticas relevantes para apoyar la innovación, pero también para proteger el bienestar de la sociedad en general (OCDE, 2017; Eggers, Turley y Kishnani, 2018).

2.2.3.5 Oferta de productos y servicios

La oferta de productos y servicios de las organizaciones cambiará a medida que se sometan a una transformación digital, la tecnología, como los sensores, debe integrarse con los productos y servicios para recopilar datos para mejorar la experiencia del cliente (Schwab, 2017). El objetivo clave de la mayoría de las organizaciones es crear ingresos a través de la oferta de un producto o servicio, por lo que los productos y servicios deben realinearse para satisfacer las necesidades del cliente. Las organizaciones deben permitir la personalización de

productos y servicios para mejorar aún más su oferta de experiencia del cliente (Brozek, 2015; Bender y Willmott, 2017).

Las organizaciones deben aplicar métodos ágiles de diseño de productos y servicios para desarrollar y probar rápidamente nuevos productos y servicios, para permitirles reaccionar rápidamente a las cambiantes demandas de los clientes y aumentar aún más su efectividad operativa y eficiencia (Sommer, 2014).

La estrategia debe hablar de la alineación de la oferta de la organización con las necesidades del cliente, y deben implementarse medidas cuando los clientes participen en el desarrollo de nuevos productos y servicios, así como en la modificación de los productos y servicios actuales.

2.2.3.6 Experiencia y compromiso del cliente

Como mencionó Klaus Schwab, los clientes están en el centro de la economía digital. Por esta razón, el resultado de las otras dimensiones del modelo es un cambio en el compromiso del cliente de la organización. Por lo tanto, la experiencia del cliente se convierte en la máxima prioridad a través de una transformación digital, ya que se descubrió que la orientación al cliente es un gran contribuyente a la ventaja competitiva en la era digital (von Leipzig, 2017). Las organizaciones deben centrarse en proporcionar a sus clientes una experiencia de cliente general agradable de extremo a extremo (Westerman, 2011).

Se descubrió que la orientación al cliente es un gran contribuyente a la ventaja competitiva en la era digital. Las organizaciones deben centrarse en proporcionar a sus clientes una experiencia de cliente agradable de extremo a extremo (Westerman, 2011).

Las organizaciones pueden centrarse en tres cosas a lo largo del recorrido del cliente para influir en la percepción del cliente de la organización, según Bender & Willmott (2017). El primer punto de enfoque es la secuencia en la que los clientes experimentan altibajos: los

clientes tienden a recordar experiencias positivas y negativas de manera desproporcionada al usar el producto o servicio, y las organizaciones deben centrarse en terminar fuertes y brindar a sus clientes una experiencia positiva como la última interacción.

El segundo punto de enfoque son los segmentos: las organizaciones han descubierto que la frecuencia con la que los clientes experimentan altibajos influye en su percepción del producto o servicio. Por lo tanto, las organizaciones deben centrarse en proporcionar máximos en varios puntos para los clientes y agrupar todos los aspectos negativos.

El último punto de enfoque es la sensación de control que experimentan los clientes a lo largo del viaje: Bender y Willmott (2017) descubrieron que cuanto más comprometidos y empoderados se sentían los clientes a lo largo del viaje, menos probable era que culparan a la organización cuando algo sale mal. En última instancia, la percepción del cliente del servicio que experimentó determinará si continúa brindando su negocio a una organización y, por lo tanto, la organización centrada en el cliente infiere que se debe centrarse en la percepción de los clientes.

Las organizaciones deben involucrar intencionalmente a sus clientes a lo largo del recorrido del cliente, con clientes también incluidos en la fase de diseño de productos y servicios. La colaboración garantizará que las necesidades de los clientes se consideren en cada paso del recorrido del cliente (Hood, Brady y Dhanasri, 2016).

Se debe prestar atención a si las organizaciones están aprovechando efectivamente el valor de los datos para realinear su oferta de productos y servicios. Esto implica el uso de la tecnología a través de sensores, así como el uso de encuestas para obtener comentarios de los clientes y aportes en el diseño del producto y el servicio (Dremel, 2017).

Con la experiencia del cliente como objetivo de las nuevas organizaciones digitales, la fase estratégica guía a la organización en términos de definir sus objetivos para todas las dimensiones para trabajar hacia la producción de una mejor experiencia del cliente.

CAPITULO 3. MARCO METODOLOGICO

3.1 Tipo de Estudio.

En este capítulo se aborda la metodología de investigación que se seguirá para abordar el enunciado del problema, y se investigan varios recursos que podrían aportar en la solución del problema como también permitirían dar cumplimiento a los objetivos de la investigación.

En esta investigación se sigue un enfoque tanto inductivo como deductivo. Se utiliza la literatura existente y se prueba la validez de la teoría, lo cual describe los rasgos de un enfoque deductivo. Mediante el uso de la metodología existente, se creará una propuesta para que las organizaciones comiencen con la implementación de tecnologías de la industria 4.0, lo que califica como nueva teoría y, por lo tanto, un enfoque inductivo (Gabriel, 2013). La teoría se probará mediante un estudio de caso, en donde se pedirá a una empresa que evalúe el modelo e identifique cómo utilizaría el modelo para mejorar ciertos aspectos de la organización.

La teoría se probará mediante un estudio analítico de caso, debido a que es una investigación exhaustiva y desde diferentes ángulos cuya finalidad principal es generar una comprensión de un tema determinado para generar conocimientos y desarrollo de nuevas políticas (Simons, 2009), por lo que en este caso concreto se le pedirá a la empresa que evalúe el modelo e identifique cómo lo utilizaría para mejorar ciertos aspectos de la organización.

Para contextualizar el enfoque de esta investigación se describe la finalidad de cada enfoque así: La investigación cualitativa se realiza de tal manera que genera una comprensión más profunda del tema en cuestión y contextualiza el problema mediante la creación de una visión holística del problema, mientras que la investigación cuantitativa se centra en probar una hipótesis o pregunta de investigación específica (Abusabha y Woelfel, 2003). El

propósito de la investigación cualitativa es explorar el significado de las experiencias y cómo se ven ciertos problemas o casos, mientras que la investigación cuantitativa se centra en el examen de las relaciones entre variables: dependientes e independientes. (Elkatawneh y Scandal, 2018).

El enfoque que se adopta con la investigación cualitativa es más de naturaleza exploratoria y observadora, donde los datos no están estructurados y abiertos a la interpretación, mientras que la investigación cuantitativa se lleva a cabo a través de pruebas y mediciones de datos estructurados, a menudo basados en números. La investigación cualitativa hace uso de datos verbales, como informes escritos, entrevistas, etc., mientras que la investigación cuantitativa utiliza métodos estadísticos para sacar conclusiones objetivas sobre datos medibles (Elkatawneh y Scandal, 2018).

La implementación de un sistema de tecnologías de la industria 4.0, es un problema complejo con una gran variedad de facetas, por lo que requiere un enfoque múltiple. Al investigar problemas complejos, un enfoque integrado entre métodos cualitativos y cuantitativos generan una perspectiva más completa del problema. Así que, debido a la complejidad del tema, el método para desarrollar el modelo es un método de investigación mixto, producto de la combinación de un enfoque de investigación cualitativo y cuantitativo.

3.2 Población (Criterios De Inclusión Y Exclusión).

Determinar el alcance de una estrategia de implementación de un modelo de industria 4.0 es una tarea compleja, ya que la adopción de iniciativas digitales dentro de las industrias amplía los límites de las operaciones rutinarias e incentiva la creación de una amplia infraestructura organizacional demasiado dinámica.

La aplicación de este modelo se delimita en un segmento de empresas al que se les pueda contribuir de manera positiva con la generación de iniciativas de transformación 4.0 que se encuentre dentro de la categoría de PYMES Colombianas situadas inicialmente en la

ciudad de Bogotá DC y regiones aledañas, sin embargo se reitera los resultados de esta investigación se validaran con un caso de estudio que cumple las condiciones planteadas previamente.

En Colombia de acuerdo con la ley para el fomento de la micro, pequeña y mediana empresa (la Ley 590), dentro de las Pyme se encuentran la microempresa, la pequeña empresa y la mediana empresa.

Las microempresas son las que cuentan con un personal no superior a 10 trabajadores y con activos totales inferiores a 501 salarios mínimos mensuales legales vigentes (smmlv). Las pequeñas empresas son las que tienen entre 11 y 50 trabajadores, y activos totales mayores a 501 smmlv y menores a 5.001 smmlv. Por último, la mediana empresa cuenta entre 51 y 200 trabajadores, y activos totales entre 5.001 smmlv y 15.000 smmlv. (Blanco, 2020).

El alcance de esta investigación se centra específicamente en las pequeñas empresas con estructuras de negocio modestos que basen sus actividades en modelos tradicionales con tecnologías desactualizadas fuera de la modernidad de la industria y economía digital, pero que cuenten con una estructura organizacional mínima definida y que posean la capacidad y los recursos para adoptar la propuesta de modelo en cuestión.

Un criterio fundamental para elegir este grupo poblacional es para contribuir en un modelo de se adapte a la estructura organizativa de las pequeñas empresas en donde muchos de los esfuerzos de digitalización fallan debido situaciones como la poca motivación de los empleados que, a veces, no están abiertos a nuevas ideas, o por la complejidad y la incomprensibilidad de los desarrollos tecnológicos. Por lo tanto, un modelo de implementación de industrias 4.0 adecuado no debe ser demasiado complicado para ser entendido, debe existir simplicidad para explicar la idea general de la industria 4.0 y sus conceptos relacionados, aclarando las incertidumbres en lugar de crear otras nuevas.

Pese a que la población descrita en este apartado indica que el modelo busca contribuir a las pequeñas empresas para que logren valor agregado en su organización por medio de la implementación de tecnologías de la industria 4.0, no se pretende que este modelo no pueda ser ejecutado por otro grupo poblacional dentro de la categoría de PYMES.

3.3 Procedimientos

En este capítulo se evidencian las fases de la investigación en donde se propone un esquema general del proceso que se siguió a lo largo de la creación de este trabajo de grado.

Sobre la base del objetivo general mencionado en este trabajo de grado, existen 4 objetivos específicos, (i) Contextualizar los términos relevantes sobre la industria 4.0 a la organización con base en investigaciones de la literatura, para describir sus componentes y dimensiones. (ii) Calificar los factores y variables de éxito y/o fracaso en la implementación de tecnologías 4.0 en las organizaciones. (iii) Evaluar el impacto de la disrupción tecnológica de la Industria 4.0 de la organización. (iv) Proponer una visión global del estado actual de la organización en términos de su proceso de adopción de tecnologías 4.0 ajustándose a sus capacidades digitales.

Con base en estos objetivos, el diseño del estudio se dividió en 4 etapas, y cada etapa abordó uno de los objetivos. El diseño se representa visualmente en la Ilustración 4.

Actividades a desarrollar		Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
		Contextualizar los términos relevantes sobre la industria 4.0 a la organización con base en investigaciones de la literatura, para describir sus componentes y dimensiones	Calificar los factores y variables de éxito y/o fracaso en la implementación de tecnologías 4.0 en las organizaciones.	Evaluar el impacto de la disrupción tecnológica de la Industria 4.0 de la organización.	Proponer una visión global del estado actual de la organización en términos de su proceso de adopción de tecnologías 4.0 ajustándose a sus capacidades digitales
Mes	Semana				
Marzo - Junio 2022	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
Julio - Diciembre 2022	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
Enero - Marzo 2023	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				

Ilustración 4 - Cronograma de actividades a desarrollar

Etapa 1: para comprender completamente el tema en cuestión y, posteriormente, poder abordar con éxito la declaración del problema, se requiere una revisión rigurosa de la investigación relevante. Esta revisión de investigación se realizó través de una búsqueda de la literatura para contextualizar la Industria 4.0, las transformaciones digitales y la información relevante disponible.

Etapa 2: Para identificar los factores y variables de éxito y/o fracaso en la implementación de tecnologías 4.0 en las organizaciones se realizó una revisión sistemática

de la literatura sobre los desafíos que enfrentan las organizaciones mientras experimentan una implementación de un modelo de industria 4.0.

Etapa 3: una vez que se completó la revisión de la investigación, se continúa con el desarrollo de un modelo de industria 4.0 que estipula, con base en los capítulos anteriores basados en la literatura, cuáles son los requisitos del modelo de industria 4.0 que abordarán los problemas mencionados en la literatura, y que dan efecto a los resultados de la investigación.

Una vez que los requisitos fueron validados a través de literatura, el desarrollo de las diversas herramientas del marco conceptual dio inicio con la etapa 4. La metodología de Jabareen se utilizó para guiar el desarrollo del marco conceptual, que se basa en la Teoría Fundamentada. técnica. El modelo de la industria 4.0 se valida a través de literatura, Este fue un proceso iterativo y la validación preliminar dio conocimientos clave que se utilizaron para modificar el modelo. Jabareen's (2009)

Etapa 4: una vez que se desarrolló el modelo de industria 4.0, se sometió a un proceso de validación detallado. La justificación de la investigación, los conceptos relevantes y la aplicabilidad del usuario se validaron a través de entrevistas con expertos en la materia como también con directivos de pequeñas empresas. A esto se suma la ejecución de un estudio de caso para evaluar los principios que se proponen en el modelo descrito en esta investigación.

3.4 Técnicas E Instrumentos Para La Recolección De Información.

En esta sección se formulan las técnicas de recolección de información utilizadas para esta investigación. Debido a que este proyecto tiene diseñados en gran medida sus objetivos con base la identificación de estrategias, modelos, ideas y conceptos previos plasmados en documentos académicos y múltiples fuentes de información que avalan teorías que contribuyen al desarrollo e implementación de un modelo exitoso de industria 4.0 en la actualidad, se hace obligatorio el uso de técnicas de recolección de información por medio de

investigaciones de antecedentes de metodológicos, haciendo énfasis en los conceptos clave del método para determinar si esta técnica es aplicable en esta investigación. Se utilizó una combinación entre la metodología de Jabareen en el libro - Construcción de un marco conceptual: filosofía, definiciones y procedimiento para crear un marco conceptual - publicado en el año 2009, junto con la metodología de *Ingeniería Empresarial* de Du Preez en la publicación *Enterprise Engineering* de 2015. Cada método se utilizará en el desarrollo de esta investigación, con una consideración clave de por qué se incluyó la metodología en el desarrollo del marco conceptual.

Como se mencionó anteriormente, la metodología de Jabareen (2009) se utilizó en el desarrollo del marco conceptual de transformación digital. Él define un marco conceptual como “una red, o ‘un plano’, de conceptos interrelacionados que juntos brindan una comprensión integral de un fenómeno o fenómenos. Los conceptos que constituyen un marco conceptual se apoyan mutuamente, articulan sus respectivos fenómenos y establecen una filosofía específica del marco”.

Basó su método de desarrollo de marcos conceptuales en la técnica Grounded Theory (GT), desarrollada por Anselm Strauss y Barney Glaser en 1967 para proporcionar a los investigadores de ciencias sociales una nueva metodología cualitativa de investigación. Desde entonces, el método se ha desarrollado y se han creado varias versiones, con tres versiones generalmente aceptadas como las versiones líderes en el campo: Strauss revisó la teoría que crearon en 1967 y, con la ayuda de Corbin, crearon una versión modificada de su trabajo original. en 1990 y posteriormente en 1998, McCallin en 2004 y finalmente Charmaz en 2006 (Glaser, 2008).

El GT se desarrolló para permitir que surgieran nuevas teorías directamente de los datos y para minimizar el sesgo de los autores en el desarrollo de teorías con respecto a las definiciones de las categorías que se encuentran en los datos que recopilaban. Es un método

con una variedad de aplicaciones que se puede utilizar para responder a un amplio espectro de preguntas de investigación (Glaser, 2008). Otros beneficios del método son su flexibilidad, la capacidad de modificación y su enfoque en la comprensión en lugar de la predicción (Jabareen, 2009).

Jabareen desarrolla los marcos conceptuales al definir las características clave que posee, que incluyen que los marcos conceptuales no son un conjunto de conceptos, sino una construcción que

hace uso de conceptos para apoyar la construcción. Los conceptos son una característica clave en el desarrollo de marcos conceptuales, y Jabareen lo define como que tiene “componentes y está definido por ellos” (Jabareen, 2009).

El marco sugiere compilar y definir varios conceptos que son relevantes para la investigación. Ese trabajo de grado utilizó el enfoque de definir conceptos a medida que se volvieron aplicables dentro de la investigación; por lo tanto, se definen varios conceptos a lo largo de la investigación en los diferentes capítulos.

Los marcos conceptuales no predicen los resultados y, por lo tanto, son de naturaleza indeterminista. También son de naturaleza cualitativa, ya que brindan una comprensión del constructo al que se dirigen, en comparación con un modelo cuantitativo que brinda a los usuarios una explicación teórica del constructo en cuestión. Por lo tanto, estos marcos pueden desarrollarse a través de un proceso de análisis cualitativo (Jabareen, 2009). Las diversas fases de la metodología de Jabareen se pueden ver en la Tabla 1.

Fases	Descripción
Fase 1: Mapeo de la fuente de datos seleccionada	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe recopilar literatura relevante en torno al tema de investigación. • Revisar varios tipos de literatura multidisciplinaria, como texto escrito y entrevistas con expertos en la materia.

Fase 2: categorizar las fuentes de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Leer atentamente la literatura identificada. • Categorizar los datos según su importancia, tipo de investigación y poder representativo dentro de cada disciplina.
Fase 3: Identificar y nombrar conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Basarse en la categorización de investigaciones relevantes, identificar conceptos a partir de los datos. • Los conceptos pueden ser contradictorios.
Fase 4: Deconstrucción y categorizar conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Contextualizar y deconstruir conceptos para determinar sus principales atributos, características, suposiciones, roles y características.
Fase 5: Integración conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Agrupar y categorizar iterativamente conceptos para identificar conceptos similares y así reducir el número de conceptos.
Fase 6: Síntesis	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar los conceptos identificados para crear un marco teórico. Este proceso se realiza iterativamente.
Fase 7: Validación del marco conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Validar el marco teórico a través de perspectivas externas. • Proceso iterativo, el autor debe estar abierto a la idea de modificando su marco.
Fase 8: Repensar el marco conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Los comentarios de fuentes externas se utilizan para modificar el marco para asegurar la pertinencia del marco.

Tabla 1 - Desarrollo de un marco conceptual metodología de Jabareen

Estas fases guían la creación de un marco conceptual y se utilizan como guía en el diseño de investigación de esta investigación.

3.4.1 Investigación De La Literatura

La investigación de la literatura se realizó en dos partes: la revisión de la literatura sobre la Industria 4.0, y por otra parte las revisiones sistemáticas de la literatura sobre los desafíos que enfrentan las organizaciones mientras experimentan una transformación digital, y la segunda sobre los modelos y marcos existentes y en qué medida cumplen con los requisitos establecidos por el autor. La primera etapa del proceso de validación utiliza la literatura de otros investigadores para respaldar la idea que se presenta en este documento.

Las revisiones de literatura se utilizan para contextualizar la información que es relevante para el tema de investigación para el lector. Arroja luz sobre conceptos importantes

que están relacionados con la investigación y se utiliza para establecer aún más por qué los resultados de la investigación son relevantes. Crea un contexto en torno al paisaje en el que se encuentra el tema de investigación, que en este caso es la Industria 4.0 y todos los temas relacionados, así como el proceso de transformación digital que emprenden las organizaciones.

Las revisiones sistemáticas de la literatura son un método bien investigado y comúnmente aceptado para analizar sistemáticamente una pregunta de investigación específica y para revisar metódicamente toda la investigación científica relevante realizada sobre el tema de investigación para garantizar la legitimidad científica de los hallazgos de la revisión sistemática de la literatura. El proceso, según Kitchenham (2004), es un proceso de investigación riguroso utilizado para evaluar críticamente una pregunta o tema de investigación a través de “identificar, evaluar e interpretar toda la investigación relevante disponible”. Los objetivos de las revisiones sistemáticas de la literatura son evaluar críticamente y resumir la evidencia actual con respecto al tema de investigación, reconocer dónde aún falta investigación actual y sugerir más investigación para llenar estos vacíos y, por último, generar un marco para guiar la investigación futura en estos temas identificados (Kitchenham, 2004).

La combinación de los métodos de investigación mencionados anteriormente se utilizó para determinar los requisitos de diseño para el modelo que aborda el enunciado del problema de investigación y lograr los objetivos establecidos en este presente trabajo de grado. La creación del modelo fue un proceso iterativo, y estos requisitos de diseño se validaron mediante entrevistas semiestructuradas con expertos en la materia. La integración de los hallazgos condujo a la creación del conjunto final de requisitos de diseño.

3.4.2 Entrevistas

Las entrevistas se utilizaron como método para validar el modelo inicial que se desarrolló a través de la investigación bibliográfica. El perfil de las personas que fueron entrevistadas debe cumplir con dos requisitos: (i) deben tener un sólido conocimiento de la Industria 4.0 para garantizar que sus respuestas agreguen legitimidad al proceso de validación, y (ii) deben ser de un conjunto diverso de industrias para asegurar la aplicabilidad de la investigación en una variedad de industrias. Con base en estos requisitos, se entrevistó a seis personas. Sus perfiles se compararon con los requisitos antes mencionados y se consideró que cumplían los dos requisitos.

Para asegurar la efectividad del proceso de entrevista, se siguió una metodología existente en la creación del proceso. Rabionet (2011) diseñó un método que estipula cómo se deben realizar las entrevistas para obtener datos cualitativos de diferentes fuentes de manera efectiva, con el objetivo de capturar las experiencias de las personas de una manera que pueda usarse para sacar conclusiones precisas y científicamente legítimas con respecto al marco cualitativo.

La metodología incluye 5 etapas: (1) tipo de selección de la entrevista, (2) establecimiento de pautas éticas, (3) creación del protocolo de la entrevista, (4) realización y grabación de la entrevista, (5) análisis de los datos y (6) elaboración de informes. los resultados. La Tabla 2 explica brevemente las distintas etapas (Rabionet, 2011).

Estado	descripción
1. Selección de entrevista	Elegir entre estructurada, semi estructurada o no estructurada
2. Guías éticas	Considere el propósito, las consecuencias, la confidencialidad, el consentimiento, protección, relaciones e identidad de la investigación.
3. Protocolo de entrevista	Considere cómo se presenta ante el entrevistado y diseñar las preguntas que les harás.

4. Realización de la entrevista	Decida cómo recopilará la información de la entrevista: a través de notas escritas, de memoria, informes posteriores, una grabación de audio.
5. Análisis de los datos	Analizar y ordenar los datos recopilados de las entrevistas para que de ella se pueden sacar conclusiones.
6. Reportar los hallazgos	Informar las conclusiones que se extrajeron del anterior paso.

Tabla 2 - Etapas de la metodología Rabionet

3.4.3 Caso De Estudio

Los estudios de casos se utilizan cuando los autores investigan temas complejos en los que los métodos cuantitativos podrían no ser aplicables (Zainal, 2006). Un estudio de caso completa la tercera etapa del método de triangulación La investigación de estudio de caso se lleva a cabo cuando los autores quieren (i) cubrir ampliamente el tema en cuestión, (ii) confiar en varias fuentes de información y (iii) considerar ciertas especificaciones contextuales dentro del estudio. El método de estudio de caso se utiliza como método de evaluación dentro de este contexto, donde se aplicó la metodología de *Teoría Fundamentalada* junto con la metodología de *Ingeniería Empresarial* para crear la teoría que se probará mediante el estudio de caso.

En este apartado se contextualizará el proceso desde la selección del método de investigación, hasta todas las fases que comprende un estudio de caso. Esto se utilizará como guía para diseñar el estudio de caso que se llevará a en este trabajo de grado.

Metodología de diseño de estudio de caso: Robert K. Yin habla sobre tres consideraciones en su libro *Investigación de estudio de caso* (Yin, 2011): diseño y análisis que los investigadores deben tener en cuenta al seleccionar el método de investigación: (i) el tipo de pregunta de investigación que la investigación pretende responder, (ii) el grado de que el autor tiene control sobre los eventos de comportamiento, y (iii) favorecer el enfoque en eventos contemporáneos o históricos. Los cinco métodos de investigación que menciona son

experimentos, encuestas, análisis de archivos, historia y estudios de casos. La Tabla 3 indica cómo cada consideración influye en la selección del método de investigación (Yin, 2011).

Método	Formulario de pregunta de investigación	¿Requiere control sobre eventos de comportamiento?	¿Se enfoca en eventos contemporáneos?
Experimento	Como, Por qué?	Si	Si
Encuesta	Quien, Que, Donde, Cuanto?	No	Si
Análisis de archivo	Quien, Que, Donde, Cuanto?	No	Si/No
Historia	Como, Por qué?	No	No
Caso de estudio	Como, Por qué?	No	Si

Tabla 3 - Consideraciones del método de investigación Yin

El planteamiento del problema de esta investigación habla de la incertidumbre con respecto a las transformaciones digitales y cómo las organizaciones no están logrando implementar con éxito transformaciones digitales de valor agregado, con los objetivos de investigación en la siguiente sección hablando de cómo la investigación presentará un modelo que buscará mostrar a las organizaciones cómo resolver este problema. El estudio es de naturaleza exploratoria y, por lo tanto, no es posible ni necesario el control sobre los eventos de comportamiento; la naturaleza retrospectiva del estudio de caso prescriptivo deja al autor con la aplicación de un enfoque histórico o un enfoque de estudio de caso. Estos dos enfoques se superponen, y el enfoque de la historia a menudo se selecciona cuando ninguna persona involucrada está viva o accesible para informar sobre lo que sucedió, y el autor debe basarse en documentos primarios y secundarios para hacer la investigación, donde se necesita un estudio de caso. aplicado cuando el concepto en cuestión es más contemporáneo. Con base en estas consideraciones, se seleccionó un estudio de caso como método de investigación.

3.5 Técnicas E Instrumentos Para El Análisis De La Información.

La validación de la investigación se realizó mediante el uso de la metodología de la triangulación de datos en donde se aplicarán las técnicas de recolección de información:

Entrevistas, estudio de caso e investigación de literatura.

3.5.1 Triangulación

El proceso de triangulación se utilizó como método general de validación del modelo de implementación de tecnologías 4.0. La triangulación de datos se define como una estrategia utilizada para asegurar y mejorar la calidad y validez de la investigación. El objetivo de la triangulación es asegurar que varias fuentes independientes conduzcan a las mismas conclusiones únicas con respecto al tema que se investiga (Mathison, 1988). El método fue desarrollado en la década de 1970, identificándose cuatro tipos de triangulación:

1. Triangulación de datos: uso de múltiples fuentes de datos en un estudio.
2. Triangulación de investigadores: uso de varios investigadores para estudiar un tema específico.
3. Triangulación de teorías: uso de múltiples perspectivas para evaluar los hallazgos de un estudio.
4. Triangulación metodológica: uso de múltiples métodos en un estudio. (Mathison, 1988).

Esta investigación se realizó mediante triangulación de datos, ya que se utilizaron varios tipos de fuentes para garantizar la validez de los hallazgos. La primera parte está basada en la literatura: se revisaron varias fuentes de literatura para recopilar datos para el desarrollo del trabajo de grado. La segunda parte fue a través de entrevistas: los hallazgos basados en la literatura se presentaron a expertos en la materia, y sus entrevistas se usaron como validación del marco conceptual y para ajustar el marco para incorporar sus aportes. La parte final es un estudio de caso práctico: el marco se aplicó en un estudio de caso de la industria para probar el marco en el mundo real. En la Ilustración 5 se muestra una

representación visual del proceso de triangulación. Se utilizó una interpretación del método de Borenstein para ejecutar el método de validación de la triangulación y se explica más detalladamente a continuación.



Ilustración 5 - Triangulación de datos

3.6 Consideraciones Éticas De La Investigación

A continuación se presentan algunas consideraciones éticas para tener en cuenta al elaborar este trabajo de grado, cumpliendo con los aspectos señalados en el Artículo 15 y 16 de la Resolución 08430 de 1993 del Ministerio de Salud.

Este trabajo de grado garantiza el consentimiento informado ya que la investigación implica la participación de seres humanos, por lo que se obtiene su consentimiento informado antes de llevar a cabo cualquier actividad. Esto implica proporcionar a los participantes información clara y completa sobre el estudio, incluyendo su propósito, metodología, riesgos, beneficios y derecho a retirarse en cualquier momento. Otro aspecto importante es que este trabajo de grado respeta la confidencialidad, se protege la privacidad y confidencialidad de los participantes, evitando revelar información personal o identificable. La información obtenida en el estudio solo puede ser utilizada para fines específicos de la investigación y no se comparte con terceros sin el consentimiento explícito de los participantes. Finalmente estas consideraciones contemplan la declaración de conflictos de intereses, en donde el investigador divulga cualquier posible conflicto de intereses que puedan tener en relación con

la investigación, como relaciones financieras, profesionales o personales con los patrocinadores, colaboradores o participantes del estudio.

CAPITULO 4. ANALISIS DE RESULTADOS DEL DESARROLLO DEL MODELO

4.1 Revisión De Los Modelos De Industria 4.0 Existentes

En esta sección se desarrolló un marco conceptual que tiene como objetivo abordar los requisitos de diseño de los modelos existentes que se usan en la actualidad para apoyar a las organizaciones en el proceso de implementar tecnologías de la industria 4.0.

Sobre la base de los objetivos propuestos, se realizó un estudio para identificar los marcos de referencia o modelos utilizados en la implementación de tecnologías industria 4.0 existentes a través de una revisión sistemática de la literatura.

4.1.1 Metodología

El método de investigación incluye cinco etapas

1. Identificación de la investigación.
2. Selección de estudios.
3. Revisión de la calidad de la información.
4. Extracción de datos.
5. Síntesis de datos.

4.1.1.1 Identificación De La Investigación

Siguiendo como base la pregunta de investigación, la población fue identificada como organizaciones PYMES en proceso de migración a metodologías de trabajo basadas en tecnologías de la industria 4.0. el contexto fue el proceso adopción de modelos para la implementación de tecnologías de la industria 4.0 y el resultado el modelo de marco que utilizan las organizaciones.

La estrategia de investigación se basa en palabras clave que se generaron en base a la pregunta de investigación. Estos términos se buscaron en la base de datos científica que

funciono como el algoritmo de búsqueda y que permitió para identificar investigaciones relevantes. La Tabla 4 muestra los diferentes términos de búsqueda.

Términos de búsqueda	
Palabras clave	Sinónimos
Industria 4.0	Cuarta revolución industrial, Ciber industria, Industria inteligente
Modelo de implementación industria 4.0	Modelo de evaluación, herramienta de evaluación, modelo de transformación, modelo de madurez

Tabla 4 - Términos de búsqueda

4.1.1.2 Selección De Estudios

Luego se identificaron los criterios de inclusión y exclusión para garantizar aún más la relevancia de la investigación identificada. Estos criterios pueden verse en la Tabla 5.

Criterios	Justificación
Investigación publicada entre 2018 y 2022	El termino industria 4.0 acuñado por Alemania desde publicaciones realizadas en el año 2011 y ha sido utilizado durante los últimos años y está presente en la actualidad tecnológica global desde hace casi una década, por lo cual no se incluyen los documentos anteriores al año 2018 para lograr mayor asertividad en la actualidad de la información.
Artículos publicados en inglés y español.	Solo los artículos disponibles en inglés y español se incluyen en la colección de papeles
Modelo utilizado en países específicos.	La búsqueda se limitó a lugares específicos por sitio de publicación, entre los cuales se eligieron, México, Colombia, Canadá, Estados Unidos, España y Argentina.
Artículos de revistas, artículos de investigación, tesis universitarias.	La investigación que se utilizará en esta revisión sistemática de la literatura incluye artículos revisados por pares procedentes de la base de datos de investigación SCOPUS o empresas con experiencia en transformación digital.
Las palabras clave deben incluir: Industria 4.0	Las palabras clave deben incluir: Industria 4.0, Cuarta revolución industrial, Ciber industria, Industria inteligente.

Tabla 5 - Criterios de selección de los estudios

4.1.1.3 Revisión De Calidad

Una vez que se ejecutó la metodología de búsqueda, los resúmenes se revisaron para garantizar aún más la relevancia de la investigación según la pregunta de investigación planteada. Para que el documento se seleccionara como relevante, el contenido debía

describir explícitamente un modelo o marco de implementación de industria 4.0. Algunos de los artículos abordaron la revisión de otros modelos de madurez, y estos documentos fueron excluidos. Consulte la Ilustración 6 para obtener una representación visual del proceso de selección de los documentos.

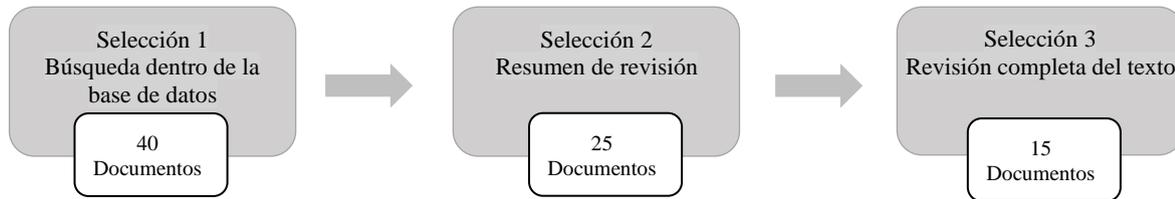


Ilustración 6 - Proceso de selección de modelos de referencia

Para acceder a los documentos seleccionados y realizar una revisión completa del texto, consultar el *Anexo 4 – Lista de documentos seleccionados para el estudio*.

Una vez que se ejecutó la búsqueda, los resúmenes se revisaron para garantizar aún más la relevancia de la investigación para la pregunta de investigación planteada. Para que el documento se seleccionara como relevante, el contenido debía describir un modelo de Industria 4.0, Cuarta revolución industrial, Ciber industria o Industria inteligente. Algunos otros artículos abordaron la revisión de modelos para transformación digital, y estos documentos fueron excluidos.

4.1.1.4 Publicaciones Por Año

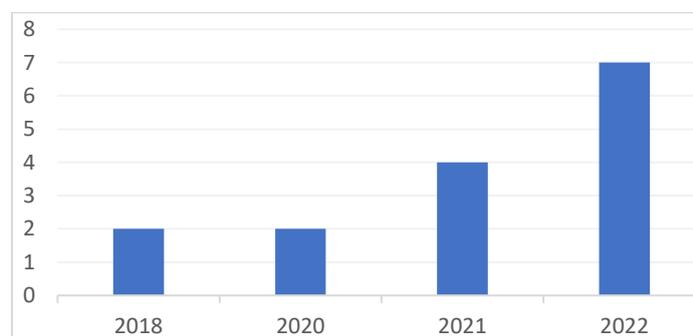


Ilustración 7 - Publicaciones por año.

Como se puede ver en la Ilustración 7, el número de artículos en los años 2018 y 2020 es dos, para el año 2021 se eligieron cuatro documentos y finalmente para el año 2022 se

eligieron siete investigaciones. Esto indica que el área de investigación es muy relevante, ya que el 47% del trabajo se ha publicado en el último año de esta investigación 2022.

4.1.1.5 Origen

Como se puede ver en la 9, el 40% de los documentos seleccionados son originarios de Latinoamérica, con un total de 6 investigaciones, documentos de Europa específicamente España, son el 27% y el 33% restante corresponde a un documento cuyo origen es USA y Canadá.

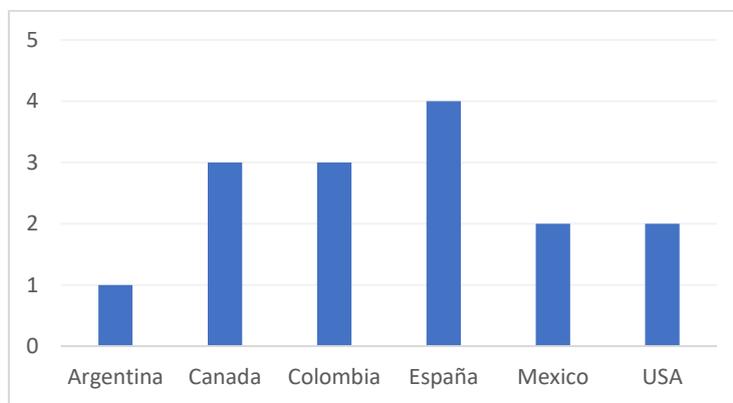


Ilustración 8 - Origen de los documentos

4.1.1.6 Palabras Clave

La Ilustración 9 indica las diversas palabras clave que se encontraron a lo largo de la investigación relevante dejando la claridad que el término “Industria 4.0” fue identificado en todos los documentos, siendo esta palabra clave el común denominador de la investigación, adicionalmente el término "Gestión de procesos de negocio" fue el más utilizado. “Internet of things” fue la siguiente con 4 menciones, seguida de “Ciber industria”, “Gestión de la producción”, “Big data”, “Cuarta revolución industrial”, “Ciber Seguridad”, con 1 mención cada una. Por lo tanto, se puede concluir que los modelos de gestión de procesos de negocios son necesarios para la implementación de tecnologías de la industria 4.0.

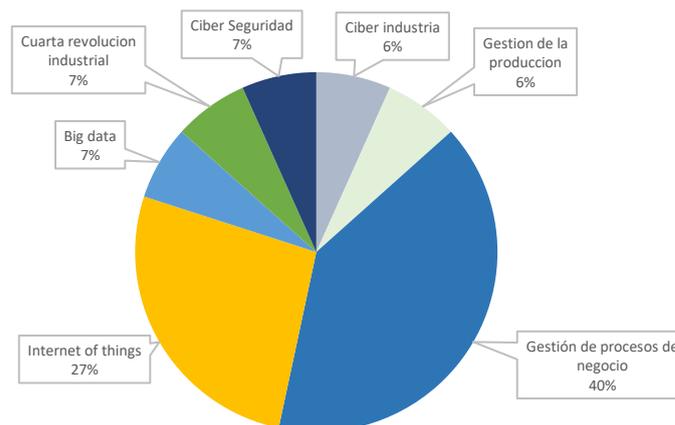


Ilustración 9 - Tipo de documento.

4.1.2 Modelos Existentes Basados En Tecnologías De La Industria 4.0

Después de revisar todos los artículos relevantes, se identificaron nueve modelos a partir de la literatura. Esta sección elaborará cada uno de estos modelos para contextualizarlos, y luego analizará hasta qué punto los modelos cumplen con los requisitos de diseño de este trabajo de grado.

4.1.2.1 Modelo SIMMI

El Modelo de Madurez de Integración de Sistemas industria 4.0, o SIMMI 4.0, se desarrolló para evaluar el panorama de sistemas de TI de las organizaciones en el contexto de la Industria 4.0. Los autores identificaron el rápido desarrollo de la tecnología en la Industria 4.0 y el aumento de la digitalización de los productos, servicios y sistemas. Esta interconexión entre el mundo físico y el virtual plantea varios desafíos para las organizaciones (Gómez & Echeverria, 2021).

Gomez & Echeverria (2021) identificaron tres características clave de la Industria 4.0 que abordan: (1) la integración horizontal a través de las redes de valor, (2) la fuerte integración vertical dentro de los departamentos de la organización para permitir un flujo de datos fácil hacia arriba y hacia abajo en la jerarquía de la organización, y (3) una transparencia digital en la cadena de valor en cuanto a la faceta de la ingeniería.

SIMMI 4.0 busca abordar el desafío de la Industria 4.0 a través de la transformación del departamento de TI de la organización, ya que identificaron la infraestructura de TI como central para una organización digital. El modelo permite a las organizaciones clasificar sus propios requisitos de TI dentro de las necesidades de un panorama de sistemas de industria 4.0 (Gómez & Echeverría, 2021).

Las dimensiones de SIMMI 4.0 identificadas en la literatura permiten al modelo evaluar el panorama de TI de una organización. Estas dimensiones incluyen: (1) *Integración vertical*: la capacidad del flujo de datos hacia arriba y hacia abajo en la jerarquía de la organización, (2) *Integración horizontal*: la interconexión de las redes de valor. dentro y fuera de los límites de la organización,

1. Desarrollo *de productos digitales*: la representación digital de cada paso del proceso en la etapa de desarrollo del producto y (4) *Criterios tecnológicos transversales*: la evaluación de la medida en que las tecnologías de la Industria 4.0, como la nube. la informática, la seguridad cibernética y el Big Data se utilizan en toda la organización.

SIMMI 4.0 consta de cinco etapas, cada una de las cuales habla del nivel de digitalización que la organización ha logrado en su búsqueda de una transformación digital. También se incorporan las actividades necesarias para alcanzar una etapa superior. Incluyen: (1) nivel de *Digitalización básica*: La organización no ha abordado las necesidades de la Industria 4.0, con las actividades centradas en cambiar el enfoque de la organización a la Industria 4.0, (2) *Digitalización interdepartamental*: La digitalización se ha implementado en todos los departamentos, y la organización está participando activamente en temas de industria 4.0. Las actividades incluyen el desarrollo de la ciberseguridad y el logro de la integración departamental, (3) *Integración horizontal y vertical*: Los requisitos de la Industria 4.0 se han implementado en la organización y se ha logrado el flujo de información

entre los departamentos. Las actividades de mejora se centran en ir más allá de los límites de la organización y colaborar con otras organizaciones, (4) ***Digitalización completa***: La organización está completamente digitalizada e integrada en redes de valor. Las actividades giran en torno a promover la colaboración con diferentes organizaciones para suministrar soluciones de extremo a extremo, y (5) ***Digitalización completa optimizada***: la organización es un buque insignia para los conceptos de la Industria 4.0. El modelo de negocio está digitalizado, el flujo de información es fácil y la colaboración entre organizaciones es la norma.

4.1.2.2 DREAMY

DREAMY, o el modelo digital de madurez de la evaluación de la disponibilidad, se creó utilizando un marco que los autores validaron a través de la literatura que consta de cinco etapas: inicio, elaboración, construcción, implementación y mantenimiento. Esto se utilizó para diseñar el modelo, con la arquitectura creada dentro de un contexto de fabricación, pero lo más ampliamente posible (Carolis, 2018).

El modelo agrupa ciertos procesos que los autores identificaron como importantes para que una organización digital funcione en una economía digital, siendo las cinco áreas clave: (1) Diseño e Ingeniería, (2) Gestión de la Producción, (3) Gestión de la Calidad, (4) Gestión del Mantenimiento y (5) Gestión Logística. Las áreas de proceso son completamente independientes, lo que permite a las organizaciones agregar o eliminar áreas específicas en función de su importancia para una organización específica sin afectar la estructura general del modelo. El modelo se refiere a estas áreas de proceso como la *columna vertebral digital* de las organizaciones de fabricación que se transforman digitalmente (Carolis, 2018)

El modelo DREAMY hace uso de los niveles de madurez para abordar las capacidades de cada una de las áreas de proceso mencionadas anteriormente. Los niveles de madurez se inspiraron en el CMMI, con las definiciones proporcionadas utilizadas como

línea de base, después de lo cual se realizaron ciertas adaptaciones para adaptarse mejor al modelo. El modelo especifica cinco niveles de madurez diferentes, cada uno de los cuales es distinto y abarca todos los niveles anteriores. Estos niveles son: (1) Inicial, (2) Administrado, (3) Definido, (4) Integrado e interoperable, y (5) orientado a lo digital. El modelo también enfatiza la importancia de la integración dentro de los departamentos, así como en varias organizaciones (Carolis, 2018)

El modelo identificó que el uso e implementación de la tecnología no es suficiente para garantizar una transformación digital exitosa, y posteriormente identificó cuatro dimensiones de análisis para evaluar la preparación digital de las organizaciones. Estos incluyen: (1) Proceso, (2) Monitoreo y Control, (3) Tecnología y (4) Organización. Estas dimensiones se aplican a los procesos dentro de la organización. El modelo utiliza un cuestionario de preparación digital con respuestas normativas de madurez creciente para ayudar a las organizaciones a medir dónde se encuentran en términos de madurez digital en cada una de las dimensiones. (Carolis, 2018).

4.1.2.3 Industria 4.0-MM

La Industria 4.0-MM se desarrolló sobre la base de modelos de madurez de capacidad de software generalmente aceptados, como ISO / IEC 15504 que lo nombró el modelo de determinación de capacidad y mejora de procesos de software, o el modelo SPICE, y la integración del modelo de madurez de la capacidad de desarrollo. El propósito de este modelo fue desarrollar un marco confiable para evaluar la implementación de los conceptos de la Industria 4.0 en las organizaciones, para mejorar sus niveles de madurez y permitir una mayor creación de valor a través del uso de estas tecnologías (Patriciaa & Elsab, 2022)

El modelo SPICE se utilizó para garantizar una línea de base para evaluar las capacidades de los procesos en las organizaciones y para presentar los resultados en una escala de calificación común. La Industria 4.0-MM varía ligeramente del modelo SPICE en la

disposición de las dimensiones de la Industria 4.0, denominadas "aspectos" en este modelo. Estos aspectos incluyen: (1) Gestión de activos, (2) Gobierno de datos, (3) Gestión de aplicaciones, (4) Transformación de procesos y (5) Alineación organizacional.

La Industria 4.0-MM hace uso de la escala de madurez que van desde el Nivel 0: Incompleto hasta el Nivel 5: Optimización. El método del modelo se basa en la sucesión de niveles de madurez, que van desde abordar las necesidades básicas de la Industria 4.0 hasta la plena implementación de los conceptos de la Industria 4.0. Cada dimensión de capacidad consiste en varias prácticas de aspecto genérico: las actividades cuando se realizan contribuyen al logro de los atributos del aspecto relevante (Patriciaa & Elsab, 2022)

El modelo tiene como objetivo presentar a las organizaciones una hoja de ruta para implementar los conceptos de la Industria 4.0. Además, su objetivo es beneficiar a las organizaciones de las siguientes maneras: normalización del desarrollo, aumento de la calidad, mayor flexibilidad, evaluación comparativa coherente, aumento de la ventaja empresarial competitiva a nivel mundial, creación de nuevos puestos de trabajo para la Industria 4.0, nuevos productos, servicios y modelos de negocio. (Patriciaa & Elsab, 2022)

4.1.2.4 Evaluación De Madurez Digital 360

La Evaluación de Madurez Digital (DMA) 360 es un modelo de madurez que se basa en el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Se identificó la necesidad de guiar a las organizaciones hacia convertirse en organizaciones digitales, con el modelo 360 DMA centrado en proporcionar pautas para un grupo diverso de organizaciones. La composición del modelo es similar a los modelos anteriores, con organizaciones divididas en varias dimensiones digitales, medidas en madurez con varios niveles de madurez. También se discute el proceso de evaluación (Mendoza, 2020)

Las dimensiones digitales incorporadas en el modelo 360 DMA son las siguientes: (1) Gobernanza, (2) Tecnología, (3) Conectividad, (4) Creación de valor y (5) Competencia.

Estas dimensiones digitales se compilaron utilizando varios otros modelos de madurez como recursos (Mendoza, 2020)

La madurez de la capacidad de cada una de estas dimensiones se evalúa y clasifica de acuerdo con seis niveles de madurez secuenciales, a saber: (1) Ninguno, (2) Básico, (3) Transparente, (4) Consciente, (5) Autónomo y (6) Integrado. Cada una de estas etapas sigue la etapa anterior, además de abarcar todo lo de todas las últimas etapas (Mendoza, 2020).

La evaluación para determinar el nivel de madurez de cada dimensión digital se basa en el modelo PBL, con cinco pasos secuenciales utilizados para la recopilación de datos. Estos pasos son: (1) Creación de conciencia, (2) Definición de alcance, (3) Recopilación de datos, (4) Evaluación y selección de soluciones, y (5) Interrogación. Estos pasos aseguran que se alcance un resultado específico de la organización, y permite a las organizaciones adaptar iterativamente su plan de transformación para adaptarse a las nuevas tecnologías y cambiar las metas y objetivos de la organización (Mendoza, 2020).

La evaluación se basa en cuestionarios, con ejecutivos y varios miembros de la organización encargados de completar el cuestionario. El modelo fue probado y validado en una gran organización de fabricación en Dinamarca (Mendoza, 2020).

4.1.3.5 Modelo PSS

La herramienta de autoevaluación de madurez PSS se desarrolló para ayudar a las organizaciones a superar los desafíos de una transformación digital. El estado digital de la organización se mide de acuerdo con cuatro dimensiones digitales, con el nivel de capacidad categorizado según cinco etapas de madurez (Exner, Balder y Stark, 2018).

Las cuatro dimensiones del Modelo PSS son: (1) Propuesta de valor, (2) Procesos de

negocio, (3) Cliente y (4) Sostenibilidad. Cada una de las dimensiones se divide en (1.1) Grado de individualización, (1.2) Grado de servicio, (2.1) Gestión de PSS, (2.2) Orientación de PSS, (3.1) Demandas del cliente, (3.2) Integración del cliente, (4.1) Gestión sostenible y (4.2) Responsabilidad al final de la vida útil (Exner, Balder y Stark, 2018).

Las ocho dimensiones se miden de acuerdo con un conjunto de cinco niveles de madurez, que incluyen: (0) Principiante, (1) Principiante, (2) Avanzado, (3) Experimentado y (4) Experto. Cada uno de estos niveles describe un nivel diferente de madurez de la capacidad digital en cada dimensión identificada, y cada siguiente nivel abarca los niveles anteriores (Exner, Balder y Stark, 2018).

Una vez evaluadas las dimensiones digitales en términos de su madurez digital, el modelo presenta a las organizaciones acciones genéricas para alcanzar niveles específicos de madurez para cada dimensión digital, que se utilizan para guiar la estrategia de transformación digital de la organización (Exner, Balder y Stark, 2018).

Las organizaciones responden a preguntas normativas relacionadas con las diferentes dimensiones digitales que las guían para evaluar qué nivel de madurez de capacidad exhiben en cada dimensión digital. Esta herramienta de evaluación está disponible en línea, con un enfoque centrado en la comprensibilidad de la herramienta. El modelo fue validado a través de un estudio de caso sobre una pyme manufacturera (Exner, Balder y Stark, 2018).

4.1.2.6 Modelo IMPULS

El modelo IMPULS se desarrolló para ayudar a las PYME de Malasia en su búsqueda de una transformación digital. El modelo consta de seis dimensiones digitales, cada una con una calificación de importancia relativa y diferente. La madurez digital de cada dimensión se mide de acuerdo con seis niveles de madurez diferentes. Los objetivos clave de utilizar este modelo para una transformación digital son aumentar la competitividad, aprovechar las

oportunidades y ajustar el talento y los recursos de TI (Marcela & Gallego, 2021)

El modelo IMPULS consta de seis dimensiones, a saber: (1) Empleados, (2) Estrategia y organización, (3) Fábrica inteligente, (4) Operaciones inteligentes, (5) Productos inteligentes y (6) Servicios basados en datos. Cada una de estas dimensiones se clasificó relativamente en términos de su importancia en una organización digital (Marcela & Gallego, 2021). Se pidió a las organizaciones que calificaran la importancia relativa de cada dimensión y el resultado es el siguiente:

1. Empleados – 18%
2. Estrategia y organización – 25%
3. Fábrica inteligente – 14%
4. Operaciones inteligentes – 10%
5. Productos inteligentes – 19%
6. Servicios basados en datos: 14%

La madurez digital de cada dimensión digital se calculó cualitativamente a través de cuestionarios que se enviaron a las organizaciones y, en función del nivel de madurez y la importancia relativa de la dimensión, las organizaciones se guían en la creación de una estrategia de transformación digital para su organización (Marcela & Gallego, 2021).

4.1.2.7 SM3E

Este modelo tiene como objetivo proporcionar a las PYME un Modelo de Madurez de Fabricación Inteligente, denominado SM³E. El modelo permite y asiste a las PYME durante sus transformaciones digitales y lo hace a través de tres ejes: (1) Dimensiones organizativas, (2) Cajas de herramientas y (3) Niveles de madurez. Se desarrolló a través de una combinación de revisiones bibliográficas y entrevistas con expertos con personal de PYMES. De manera holística, este modelo tiene como objetivo guiar a las pymes hacia la inteligencia

enfocada a la manufactura e Industria 4.0. El modelo identificó varias dimensiones y subdimensiones digitales, como se puede ver en la Tabla 6

Dimensión	Sub Dimensión					
Financiero	Análisis costo-beneficio	Presupuestación y control de costes	Gestión de riesgo y retorno de inversiones			
Gestión de Personal	Liderazgo	Comentarios de los clientes	Seguridad y ergonomía	Formación y educación		
Estrategia	Conocimiento administrativo	Toma de decisiones y apoyo	Estándares	Políticas legales/fiscales	Directrices de sostenibilidad	Regulaciones gubernamentales
Proceso	Control de calidad	Programación de trabajos	Reparación y Mantenimiento	Operación de máquinas	Flexibilidad	
Producción	Logística	Desarrollo de nuevo producto	Embalaje	Modularidad	Hora de comprar	

Tabla 6 - Dimensiones organizativas de SM3E

La madurez digital de cada una de estas dimensiones digitales se clasifica de acuerdo con una escala de madurez, que incluye los siguientes niveles de madurez: (1) Principiante, (2) Principiante, (3) Aprendiz, (4) Intermedio, y (5) Experto (Saleh, 2022)

El modelo también proporciona a las organizaciones varios kits de herramientas, definidos como " un conjunto de métodos, herramientas y prácticas que pueden conducir hacia un objetivo final". Estos kits de herramientas incluyen: (1) Fabricación y fabricación, (2) Diseño y simulación, (3) Robótica y automatización, (4) Sensores y conectividad, (5) Almacenamiento en la nube, (6) Análisis de datos y (7) Gestión empresarial. Cada una de estas cajas de herramientas se aplica en cada dimensión digital para ayudar a la organización a aumentar su madurez en dicha dimensión digital. Sugiere acciones que se pueden tomar en las dimensiones digitales para cada nivel de madurez para garantizar que se alcance ese nivel de madurez. Juntas, estas cajas de herramientas crean capacidades digitales en cada dimensión digital (Saleh, 2022).

Mediante el uso del modelo, las organizaciones podrán encontrar su nivel de madurez para cada dimensión digital, y las cajas de herramientas les permitirán identificar lo que se requiere de ellas para aumentar la madurez de cada una de las dimensiones digitales (Saleh, 2022).

4.1.2.8 Modelo De Creación De Valor Digital

El propósito de este modelo es analizar críticamente la creación de valor digital dentro de las organizaciones. La investigación bibliográfica se realizó junto con entrevistas con expertos de la industria, y se identificaron 22 iniciativas digitales, clasificadas según cuatro categorías digitales. La madurez digital de cada una de estas categorías se evalúa de acuerdo con una escala de madurez y se compara con la evaluación de creación de valor de cada dimensión. En base a esto, se brinda orientación a las organizaciones en términos de dónde deberían buscar invertir recursos para crear un valor significativo para su organización (Johannes, 2022)

El modelo clasificó las diversas iniciativas digitales en las siguientes cuatro categorías: (1) Modelos de negocio digitales, (2) Operaciones comerciales digitales, (3) Marketing y ventas digitales, y (4) Mentalidad digital. Cada una de las últimas categorías digitales consta de dimensiones diferentes que están dirigidas a la creación de valor de acuerdo con las ganancias, los ingresos y el crecimiento del valor empresarial. Cada una de estas categorías se ve desde dos perspectivas: madurez digital y potencial de creación de valor (Johannes, 2022).

La evaluación de madurez digital y la evaluación de creación de valor se realizan de acuerdo con una escala de madurez que consta de cinco niveles. Estos niveles son: (1) Inexistente, (2) Bajo, (3) Bastante bajo, (4) Bastante alto y (5) alto. Las organizaciones tuvieron la tarea de completar cuestionarios que las guiaran para determinar su nivel de madurez y potencial de creación de valor en cada categoría digital (Johannes, 2022).

A partir de esta evaluación, las organizaciones pueden determinar en qué categorías digitales se debe invertir para crear valor para la organización. El modelo también ve el nivel actual de madurez digital como una medida de cuán lejos está la organización en su viaje de transformación, y el resultado combinado del potencial de creación de valor y la madurez

digital como recomendaciones para la acción (Johannes, 2022).

4.1.2.9 Industria 4.0

Rubio y Pérez (2021) desarrollaron un marco de transformación digital a través de la implementación del marco de desarrollo de la sociedad de la información. Argumentan que el éxito de una transformación digital es la creación de un ecosistema entre la transformación digital y su gestión. En el centro del marco se encuentra un conjunto de objetivos generales para garantizar que todas las partes interesadas pertinentes comprendan el proceso y todos los componentes que lo acompañan.

Enumeraron ocho conceptos clave que deben considerarse en una transformación digital (Rubio y Pérez, 2021).

1. Estrategias y políticas que establecen el desarrollo digital.
2. Un marco regulatorio que habla de los requisitos legislativos del proceso.
3. Las estructuras organizativas pertinentes.
4. El capital humano involucrado en el proceso (liderazgo, habilidades digitales, capacidad de gestión, etc.)
5. Sector relevante de la economía perteneciente a la organización.
6. Tecnologías digitales: relevancia, accesibilidad y asequibilidad.
7. Apoyo financiero del proceso a través de patrocinadores, asociaciones, inversiones.
8. Políticas regionales y/o sectoriales.

Estos conceptos deben integrarse de manera coherente para formar un ecosistema digital que contribuya al éxito de la transformación digital. Proponen siete etapas de ejecución del proceso (Rubio y Pérez, 2021).

La etapa 1 incluye el análisis de las políticas y estrategias existentes relacionadas con el proceso de transformación digital, e incluye además la contextualización del proceso a todas las partes interesadas relevantes para garantizar su aceptación. Esta etapa también

incluye un análisis del estado actual de las capacidades digitales de la organización y qué tan habilitada está la organización en la economía digital (Rubio y Pérez, 2021).

La etapa 2 se centra en (i) desarrollar una visión estratégica que establezca cómo se ejecutará el proceso y cuáles son los roles relevantes de las diferentes partes interesadas, (ii) la creación de una coalición de trabajo de socios que representen a todas las diversas partes interesadas, y (iii) la formación de una estructura que gestione el proceso de transformación digital (Rubio y Pérez, 2021).

La etapa 3 se centra en obtener la aprobación de la estrategia propuesta en todos los niveles relevantes, interna y externamente. La etapa 4 incluye el desarrollo y la aprobación de planes de acción para ejecutar la estrategia en todos los niveles relevantes. La etapa 5 evalúa las iniciativas digitales existentes en el contexto de la organización y guía a la organización para determinar las iniciativas prioritarias. La Etapa 6 moviliza los recursos necesarios para ejecutar el proceso de transformación, y la Etapa 8 desarrolla una función de retroalimentación para medir el progreso del proceso (Rubio y Pérez, 2021).

4.2 Propuesta De Modelo

Por medio de la sección anterior se discuten los desafíos a los que se enfrentan las organizaciones cuando adoptan modelos de gestión basado en las tecnologías de la industria 4.0, y se hizo una comparación entre transformar toda la organización y hacerlo de manera paulatina a través de proyectos específicos de manera estructural en cada área de la organización según sus necesidades. Posteriormente se llegó a la conclusión de que la transformación a tecnologías 4.0 a través de iniciativas digitales bien delimitadas de acuerdo con las propias capacidades digitales de cada organización, mitiga y reduce la gravedad de varios de los desafíos y por lo tanto, aumenta las posibilidades de difundir la adopción de un modelo de industria 4.0.

Como se mencionó en secciones anteriores las transformaciones digitales están

impulsadas por la satisfacción del cliente, la velocidad de comercialización y la rentabilidad y posteriormente sus objetivos de transformación, los cuales son: Primero la oferta de una experiencia al cliente satisfactoria y rentable a través de sus productos y servicios, y Segundo los procesos de negocio operativos eficaces y eficientes (Westerman, 2011). A partir de estos objetivos, se hizo evidente que para lograr que las organizaciones se transformen con éxito y sean rentables, deben comprender cómo cambiará su propuesta de valor ante los clientes y cómo cambiarán sus operaciones y modelos comerciales para proporcionar la mejor experiencia posible. Para facilitar la transformación de la experiencia del cliente en línea con las necesidades de las organizaciones se debe comprender cómo cambiará la propuesta de valor y cómo eso está vinculado al éxito de la organización, para lograr examinar el comportamiento del modelo propuesto se hizo una validación a través de entrevistas semiestructuradas que se desarrollaran más adelante.

Debido a que el alcance de este modelo se centra en líneas generales en pequeñas empresas y no en alguna industria específica, el modelo desarrollado es aplicable a pequeñas empresas de todo tipo de industrias, dejando la salvedad de que el caso de estudio será aplicado en una organización en particular. El propósito de este modelo no es presentar a las organizaciones instrucciones paso a paso sobre cómo iniciar la implementación de nuevas herramientas tecnológicas, tampoco es fomentar la adquisición de dispositivos específicos, o poner en marcha nuevos sistemas tecnológicos comprendidos en la industria 4.0, ya que las organizaciones varían demasiado en términos de su tamaño, sus activos, sus procesos y en líneas generales sus objetivos propuestos, sino más bien el propósito de este modelo es guiar al personal de las pequeñas empresas colombianas que posean un rango directivo o de toma de decisiones, a considerar conceptos, ideas, representaciones propias y relevantes en la Industria 4.0, para así poder apoyarlos en la implementación de nuevas estrategias que generen valor agregado en la organización a través de la implementación de iniciativas y

tecnologías 4.0. Por lo tanto, los esfuerzos de este trabajo de grado conllevan al desarrollo de un modelo denominado *Fundamentos en la implementación de tecnologías 4.0 (FIT 4.0)*

Cabe señalar que la aplicación del modelo no es lineal, sino que este debe aplicarse de manera iterativa es decir que se repite múltiples veces para que el usuario pueda validar periódicamente las diversas fases y subfases hasta llegar al resultado, por lo tanto, en cada fase se debe garantizar el apoyo a la toma de decisiones logrando que el modelo sea relevante para las iniciativas de implementación de tecnologías 4.0 en las organizaciones.

4.2.1 Desarrollo Del Modelo

Esta sección desarrolla el enfoque utilizado para realizar el Modelo FIT 4.0 el cual fue desarrollado bajo la guía de la metodología de *Ingeniería Empresarial* (Du Preez 2015), aplicándola para garantizar que las iniciativas de implementación de tecnologías 4.0 estén respaldadas por una metodología que aseguraría su capacidad para funcionar por separado como una organización general y también como empresas independientes.

Metodología De Ingeniería Empresarial

Du Preez en la publicación *Enterprise Engineering* definió la Ingeniería Empresarial como "el diseño, rediseño, despliegue y posterior transformación de una empresa".

La metodología se basa en la lógica de que las empresas cambian con el tiempo a medida que se desarrolla la tecnología, para seguir siendo competitivas, y por lo tanto propone un marco para que las empresas pueden aplicar y así se logren adaptar y transformar las empresas para crear más valor para sus partes interesadas. El autor define el proceso como "un enfoque de múltiples fases que coordina las demandas estratégicas, operativas y organizativas para llevar a la empresa de un estado "Actual" a un estado "Futuro". Se ejecuta en forma de proyecto o proyectos".

La fase de **Iniciación** incluye la fase de definición e identificación, que busca identificar las empresas que se van a rediseñar y asegurar el compromiso de la alta dirección para transformar las empresas identificadas, al tiempo que conceptualiza posibles soluciones a los problemas identificados. La fase de **Planificación** busca crear soluciones conceptuales a los problemas identificados en la fase anterior, que da como resultado un plan maestro que propone proyectos específicos que llevarán a la empresa del estado *Actual* al estado *Futuro*. La fase de **Despliegue** tiene como objetivo ejecutar los planes presentados en las dos fases anteriores, (Du Preez, 2015).

Con el fin de implementar iniciativas digitales, los principios de la metodología de *Ingeniería Empresarial* se pueden aplicar para crearse e implementarse. La metodología de ingeniería empresarial se puede ver a continuación en la Ilustración 10.

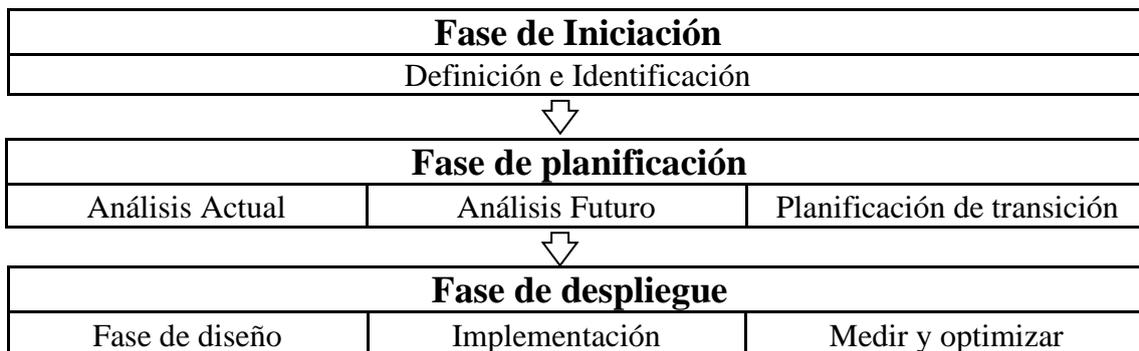


Ilustración 10 - Metodología de ingeniería empresarial (Du Preez, 2015).

El modelo FIT 4.0 adoptó la metodología de Ingeniería Empresarial de Du Preez, por lo cual está compuesto por cada una de las fases mencionadas previamente, y cada una de estas etapas agrupan niveles de investigación, diseño de metodologías, aplicación de herramientas, además de un análisis profundo de los resultados esperados y obtenidos en cada una de las fases y subfases, en consecuencia, el tiempo estimado para la culminación total de esta propuesta de modelo es extenso, por lo que este proyecto de investigación se ajusta a realizar la propuesta de la totalidad del modelo, luego este trabajo de grado desarrollara las

Fases 1 Iniciación y Fase 2 Planificación, pero la Fase 2 no será validada con las técnicas y métodos de recolección y validación de información, además de que la *Fase 3 Despliegue* no se desarrolló dentro del alcance de este trabajo de grado.

Conceptos identificados para el desarrollo de la metodología

- Disrupción digital: Efecto causado por la Industria 4.0 en varios sectores interconectados relevantes para la organización.
- Necesidades y experiencias del cliente: el enfoque requerido de las organizaciones basado en los clientes, sus necesidades y experiencias.
- Capacidades digitales: la estructura organizativa de las organizaciones digitales y en qué se diferencia de las capacidades organizativas tradicionales.
- Propuesta de valor: priorización de capacidades /iniciativas específicas que crean valor para la organización.
- Desafíos de la implementación de tecnologías 4.0: las organizaciones se enfrentan a diversos desafíos que impiden las transiciones a tecnologías de la industria 4.0.

Debido a que el modelo propuesto en este trabajo de grado ayuda a los ejecutivos en el inicio de la implementación de iniciativas de tecnologías 4.0 y posteriormente, ayuda a su proceso de toma de decisiones, la fase de *implementación* del proceso de *Ingeniería Empresarial* está excluida del alcance de este trabajo de grado. Por lo tanto, el Modelo FIT 4.0 se centra en las fases *de iniciación y planificación*, sin embargo, el alcance de este trabajo de grado es lograr plantear las etapas del Modelo FIT 4.0 y desarrollar y validar la fase de *iniciación*.

Esta sección contextualiza las diversas fases incluidas en este modelo y busca explicar conceptualmente lo que las fases pretenden lograr.

El modelo se divide en dos fases. La Fase 1, que se divide en dos subfases: 1.1 *Diseño de valor para el cliente* y La fase 1.2 el *Perfil digital organizacional*. Esta metodología

comprende los conceptos que se identificaron como relevantes en la propuesta de modelo desarrollada en este trabajo de grado para lograr la transición a tecnologías de la industria 4.0. Cada subfase en la Fase 1 tiene como objetivo guiar al usuario a considerar ideas relevantes, y desarrollar una metodología que podría someterse en un proceso educativo, para aprender sobre su papel e impacto sobre la Industria 4.0, y segundo para recopilar información relevante para ayudar en su proceso de toma de decisiones relacionadas con el entorno. La Fase 2, que se divide en tres subfases, tiene como objetivo integrar los productos de la Fase 1 en un recurso utilizable de apoyo a la adopción de decisiones.

Basado en la metodología de *Ingeniería Empresarial* se construyó una guía para la elaboración del modelo FIT 4.0 en donde se desencadenan las siguientes fases:

- **Fase 1 Contextualización digital** – la fase general que aborda las fases de la metodología *Ingeniería Empresarial* de *Definición e Identificación*, *Análisis Actual* y *Análisis Futuro*.
 - ✓ **Fase 1.1 Diseño de valor para el cliente** – Aquí se desarrolla la subfase de *Definición e Identificación* y un diseño conceptual de la fase *Análisis Actual*.
 - ✓ **Fase 1.2 Perfil digital organizacional** – Aquí se desarrolla la subfase de *Análisis Futuro*.
- **Fase 2 Evaluación de la integración y propuesta de valor** – Aquí se desarrolla la subfase de *Planificación de Transición*.

Las diversas fases, conceptos y requisitos de diseño se combinaron e integraron para diseñar y desarrollar el Modelo FIT 4.0. La Ilustración 11 muestra una representación esquemática del modelo desarrollado, con un enfoque puesto en cada fase, como también el proceso y el resultado esperado de cada fase. Las fases mencionadas se desarrollarán en las siguientes secciones.

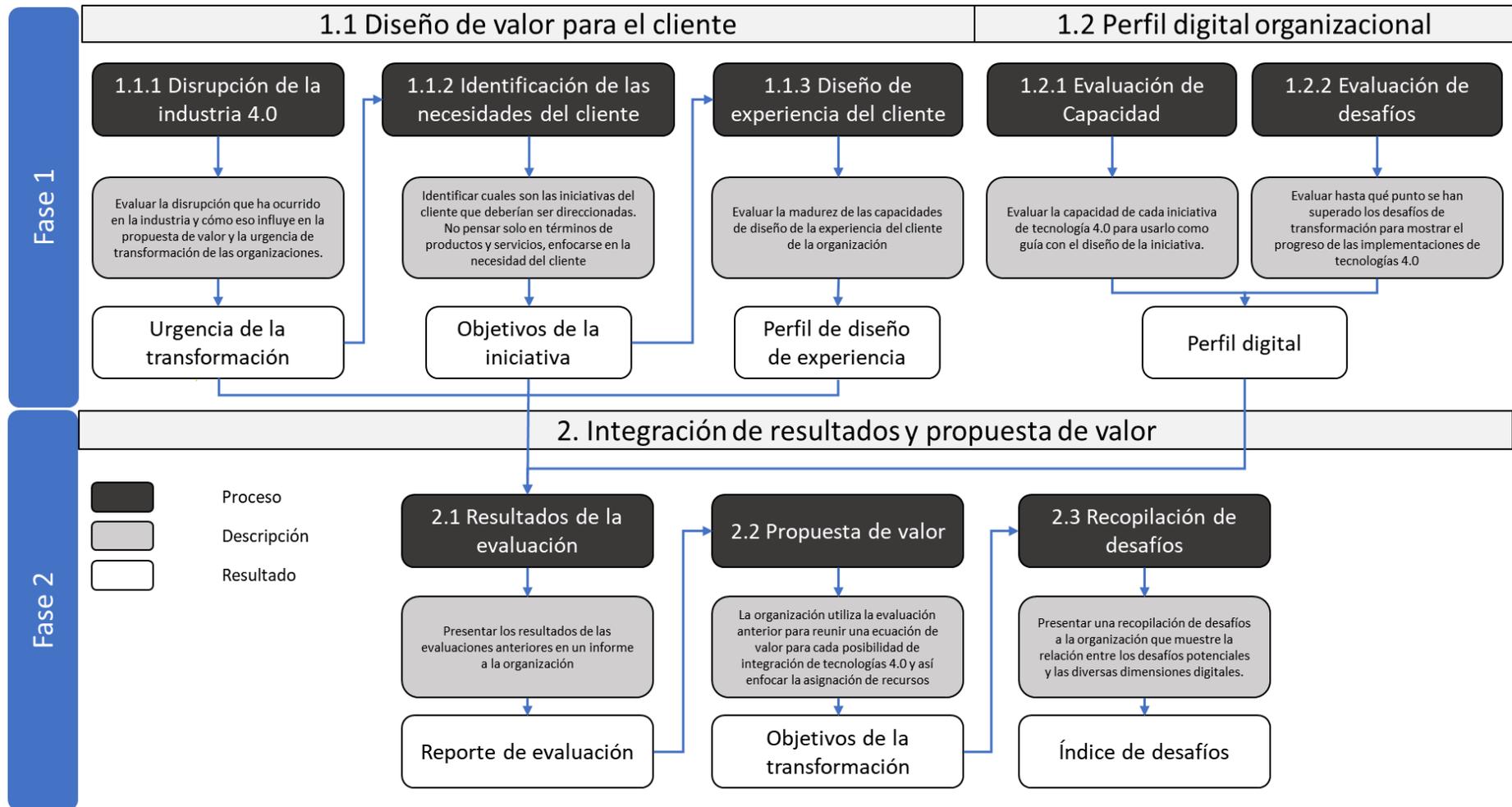


Ilustración 11 - Modelo FIT 4.0

Fase 1.1 – Diseño De Valor Para El Cliente

Las organizaciones establecidas a menudo fracasan porque intentan satisfacer las necesidades cambiantes de los clientes con métodos tradicionales (Straker, Wrigley y Bucolo, 2013). Su falta de progresión y transformación ha permitido que las innovaciones digitales absorban partes de su cuota de mercado y han causado efectos sistémicos en mercados e industrias. Estas innovaciones digitales y los efectos que causan a las organizaciones establecidas se conocen como *disrupción digital*, y skog, Wimelius y Sandberg (2018) las definen de la siguiente manera: "*Los procesos que se desarrollan rápidamente a través de los cuales la innovación digital llega a alterar fundamentalmente lógicas históricamente sostenibles para la creación y captura de valor mediante la desagregación y recombinación de vínculos entre recursos o la generación de otros nuevos*".

Esta fase del modelo analiza la disrupción que la Industria 4.0 ha causado, y cómo eso ha influido en la gestión corporativa. Las organizaciones crean valor abordando las necesidades específicas de los clientes y utilizando sus operaciones comerciales para dar efecto a la solución de las necesidades del cliente en forma de un producto o servicio, por lo tanto, el modelo debe analizar qué necesidades están dispuestos a pagar los clientes y cómo las iniciativas digitales abordarán las nuevas necesidades de los clientes.

La fase 1.1 a su vez se divide en tres subfases: (1.1.1) *disrupción de la industria 4.0*, (1.1.2) *identificación de las necesidades del cliente* y (1.1.3) *diseño de la experiencia del cliente*.

- La fase 1.1.1 considera la disrupción que es relevante para la industria específica y crea un perfil de disrupción basado en cuatro aspectos de disrupción que se identificaron a través de la literatura: el mercado, competencia, tecnología y demandas de los clientes.
- La fase 1.1.2 considera identificar cuáles son las necesidades del cliente y cuales debe abordar la organización, sin mirar únicamente su oferta de productos o servicios.

- La fase 1.1.3 busca guiar a la organización para mapear los intereses de los clientes y prospectos que requieren de la oferta de la organización, y busca evaluar las capacidades de la organización para garantizar un óptimo diseño de la experiencia del cliente.

Antes de que pueda comenzar la implementación de tecnologías de la industria 4.0 en una organización a través nuevas iniciativas, la organización tiene que determinar qué necesidades específicas del cliente abordarán las iniciativas previstas o planificadas. Esta necesidad debe evaluarse de forma crítica en función de varios factores, ya que la Industria 4.0 ha provocado disrupciones en varios ámbitos, que se detallan en la fase 1.1.1, y, posteriormente cómo la disrupción ha cambiado la forma de crear valor para los clientes. Esta fase se ejecuta en tres subfases: (1.1.1) Disrupción de la industria 4.0, (1.1.2) Identificación de las necesidades del cliente y (1.1.3) el diseño de la experiencia del cliente.

Las dos primeras subfases: 1.1.1 Disrupción de la industria 4.0 y 1.1.2 Identificación de las necesidades del cliente, trabajan en estrecha colaboración para traducir los requisitos del cliente en procesos comerciales cuantificables. El método de implementación de funciones de calidad “Quality Function Deployment” por sus siglas en inglés (QFD) fue desarrollado en 1966 por Yoji Akao para proporcionar un marco para que las organizaciones determinen qué necesidades de los clientes están abordando y cómo traducir esa necesidad en un producto o servicio que aborde efectivamente esta necesidad. (Mizuno, Akao e Ishihara, 1994). La literatura concluyó que el enfoque de las organizaciones emergentes y, las iniciativas de industria 4.0 deben estar en la experiencia del cliente de extremo a extremo, es decir debe aplicarse para diseñar experiencias de clientes, y no solo productos y servicios.

Existen métodos alternativos para identificar las necesidades del cliente y traducirlas en procesos de negocio, y el usuario tendrá que seleccionar un método que funcione mejor para ellos. Otros ejemplos de métodos existentes incluyen la Teoría de la Resolución

inventiva de problemas (TRIZ), que tiene como objetivo encontrar soluciones innovadoras para las necesidades identificadas de los clientes (Ekmekci y Koksall, 2015), Herramientas de mapeo de procesos como el método Sig Sigma, que tiene como objetivo aumentar la rentabilidad a través de la mejora de la satisfacción del cliente a través de la mejora de los procesos de negocio (Beemaraj y Theni, 2018), Gestión de calidad total (TQM) modelos, que tiene como objetivo garantizar la satisfacción sostenida del cliente a través de la garantía de procesos de negocio de calidad (Arikkök, 2017), o un enfoque de Ingeniería de Sistemas, que permite la realización de sistemas exitosos que abordan las necesidades del cliente (Fraser y Gosavi, 2010).

Fase 1.1.1 – Disrupción De La Industria 4.0

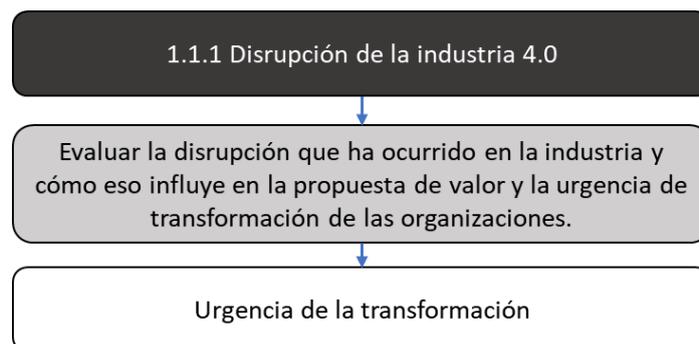


Ilustración 12 - Disrupción De La Industria 4.0.

La disrupción que la Industria 4.0 ha causado ha sido generalizada en la mayoría de las industrias. Las organizaciones tienen la tarea de tratar de satisfacer las necesidades cambiantes de los clientes, adaptarse a los nuevos requisitos del mercado, competir contra los nuevos participantes en el mercado e incorporar nuevas tecnologías en sus operaciones comerciales. (Accenture, 2018).

Según Deloitte (2018) “En el pasado, las organizaciones establecidas que han estado perdiendo cuota de mercado siguen una tendencia: se centran demasiado en lo que les ha traído el éxito en el pasado, y no en lo que les traerá éxito en el futuro. Por lo tanto, no se han adaptado a las crecientes demandas de la disrupción, y posteriormente han perdido cuota de

mercado.”

Esta sección se centrará en lo que es la disrupción y cómo se manifiesta dentro de las industrias. Se explorará el efecto que la disrupción tiene en las organizaciones existentes y, por último, se discutirán los diversos enfoques en los que las organizaciones pueden experimentar la disrupción.

La disrupción juega un papel clave en la manera en la que las organizaciones adoptan sus metodologías para iniciar la adopción de nuevas tecnologías digitalmente.

Etapas de disrupción

Según Bradley y O'Toole (2016), las cuatro etapas de la disrupción digital se basan en el nivel de disrupción que es evidente dentro de la industria. Estas etapas se muestran en la Ilustración 13.

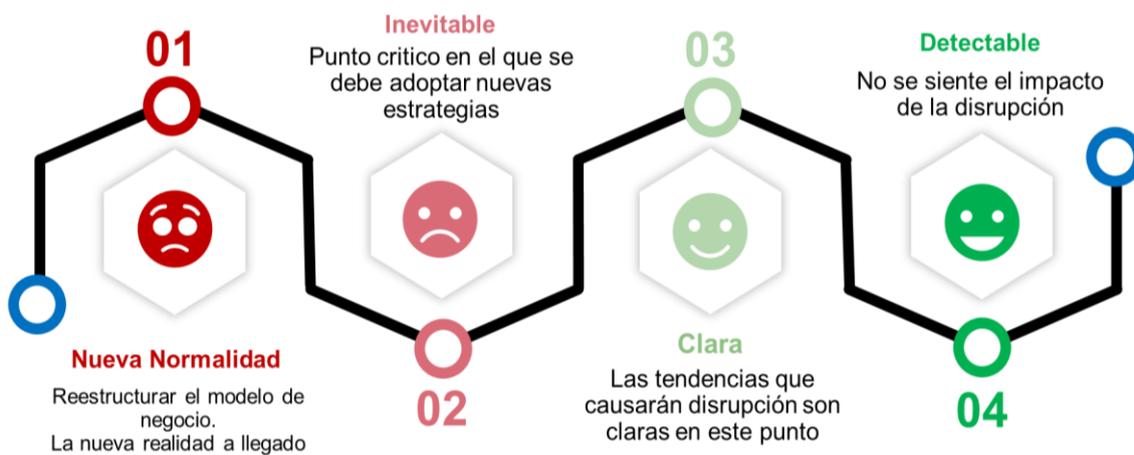


Ilustración 13 - Etapas de la disrupción.

Es importante tener en cuenta que estas etapas no necesariamente se producen de manera lineal, y que las empresas pueden estar en diferentes etapas en diferentes áreas de su negocio. Según Bradley y O'Toole (2016), en su artículo “An incumbent’s guide to digital disruption” las siguientes son las etapas de la disrupción.

1. Nueva normalidad

Los modelos de negocio globales se han convertido en la nueva normalidad en la industria, lo que ha llevado a los operadores tradicionales a enfrentar menores ganancias y pérdidas significativas de participación en el mercado. Por lo tanto, los operadores tradicionales tienen la tarea de reestructurar sus modelos de negocio para adaptarse a los nuevos requisitos de rendimiento del mercado. Sin embargo, a menudo las capacidades de los operadores tradicionales están demasiado integradas con el modelo de negocio heredado como para que la reestructuración interna sea posible.

En estos casos, si el modelo de negocio se basa en tecnologías que son demasiado diferentes de la nueva normalidad en la industria, la reestructuración de la organización no resolverá el problema central. En cambio, la organización tendría que rediseñar su modelo de negocio y estrategia de creación de valor. Un ejemplo sería la reestructuración de organizaciones que venden cintas de video, que no resolvería el problema central de que la transmisión en línea es fundamentalmente un producto más deseable para los clientes. Por lo tanto, para mantener su cuota de mercado, la organización tendría que reconsiderar su propuesta de valor a los clientes.

2. Disrupción inevitable

En la actualidad, los modelos de negocio emergentes han superado en rendimiento a los modelos de negocio tradicionales. Por lo tanto, las organizaciones tradicionales tienen la tarea de asignar recursos a iniciativas independientes y autónomas de actividad de negocio principal. Sin embargo, a menudo, los ejecutivos de las organizaciones tradicionales son reacios a invertir la mayoría de sus recursos en estas nuevas iniciativas.

Este comportamiento podría resultar en la pérdida de cuota de mercado si las asignaciones de recursos no se modifican para favorecer las nuevas iniciativas. Además, las

organizaciones a menudo carecen de las capacidades internas para diseñar y lanzar las iniciativas requeridas. Si descuidan comenzar con iniciativas emergentes, se quedan con la necesidad de adquirir de manera abrupta nuevas estrategias y herramientas para lograr la capacidad de ejecutar nuevas iniciativas.

3. Disrupción clara

Las tendencias que causarán disrupción son claras en este punto, y las organizaciones son más conscientes del efecto que estos cambios tendrán en la organización, por lo que deben comprometerse con la implementación de iniciativas que incluyan las tendencias emergentes. Las organizaciones se encuentran en una posición favorable, ya que es poco probable que sus flujos de ingresos tradicionales se vean interrumpidos hasta tal punto que no generen ingresos y puedan experimentar cambios bruscos de mercado a causa de las diversas iniciativas digitales.

Es importante que se busquen iniciativas independientes y autónomas de actividad de negocio principal para que las iniciativas, que a menudo funcionan a niveles de rendimiento inferiores a los requeridos en el mercado, no tengan la tarea de reemplazar inmediatamente los ingresos generados por las fuentes de ingresos tradicionales. Las organizaciones a menudo carecen de motivación para invertir en estas iniciativas, ya que sus generadores de ingresos tradicionales todavía están funcionando bien. Aunque los efectos pueden ser diferentes para cada organización, es importante que los líderes reconozcan los cambios y se preparen para enfrentarlos. Las empresas deben desarrollar una mentalidad de experimentación y estar dispuestas a correr riesgos, adoptar nuevas tecnologías y colaborar con otras empresas, incluso aquellas que antes eran vistas como competidores. Aquellas empresas que abracen el cambio y logren adaptarse al nuevo entorno digital tendrán mayores posibilidades de éxito a largo plazo.

4. Disrupción detectable

Las organizaciones apenas sienten el impacto de las situaciones disruptivas globales, y esto hace que no sea necesario efectuar algún cambio en el modelo de negocio de la organización. Para detectar las señales de una posible disrupción digital, las organizaciones deben recopilar información de diversas fuentes y emplear herramientas de análisis para encontrar patrones y tendencias emergentes. También es importante que los líderes de la organización estén abiertos a la información que proviene de fuentes externas y se comuniquen activamente con los actores relevantes del ecosistema digital. Además, las empresas deben estar preparadas para experimentar y probar nuevas soluciones para mantenerse a la vanguardia de las tendencias digitales y no ser víctimas de la disrupción.

Enfoques De Disrupción

Las organizaciones se enfrentan a amenazas de organizaciones que cruzan los límites de la industria con las nuevas capacidades digitales que ofrece la Industria 4.0, junto con las organizaciones denominadas Startup o empresas emergentes que tienen una fuerte relación con la tecnología y que están construyendo un gran nicho de mercado en plataformas digitales (Schwab, 2017). El cambio que enfrentan las organizaciones varía entre las diferentes industrias y se puede medir de acuerdo con dos métricas: el tamaño del impacto la transición y el tiempo que toma antes de que tenga un impacto. Estas métricas juegan un papel en la estrategia que las organizaciones adoptan para sus iniciativas digitales. Si la organización se encuentra en una industria muy impredecible, la iniciativa 4.0. debe planificarse con urgencia y debe ejecutarse rápidamente. Si la industria es previsible, las iniciativas digitales pueden implementarse durante un período de tiempo más largo con menos urgencia.

Se investigó la disrupción de la industria 4.0 y se sacaron conclusiones sobre los diversos enfoques en los que puede ocurrir la transición. Estos enfoques incluyen:

1. Legislativo: las regulaciones y los cambios en las políticas podrían impedir la aplicación (por ejemplo, los gobiernos que introducen nuevas regulaciones) o permitir que los competidores progresen sin estar sujetos a regulaciones.

2. Tecnología: se está desarrollando una nueva tecnología para aumentar la eficacia operativa y la eficiencia y, posteriormente, permite a las organizaciones reducir los gastos y ser más rentables, así como crear nuevas vías de negocio (por ejemplo, el desarrollo de sistemas de geolocalización avanzados). Aplicaciones que no eran una fuente de ingresos para medianas y pequeñas empresas hace 10 años) lo que también puede aumentar la rentabilidad.

3. Comportamiento del cliente: debido a que el cliente se centra en muchos de los conceptos de la Industria 4.0, las demandas de los clientes siguen cambiando y esto interrumpe la propuesta de valor de una organización. Los clientes quieren mejores productos y servicios, una experiencia de cliente agradable en general, por menos dinero y en menos tiempo.

4. Competencia: las organizaciones ingresan a nuevas industrias (por ejemplo, Amazon incursionando en la industria de la televisión On-demand) y las nuevas empresas están tomando participación en el mercado y amenazando la sostenibilidad de las industrias que no han logrado hacer transiciones a tecnologías de la industria 4.0.

La fase 1.1.1 guaira a las organizaciones a considerar la transición que se ha experimentado dentro de los diversos entornos mencionados en el párrafo anterior. El nivel de disrupción indicará a las organizaciones si son organizaciones emergentes en el ámbito tecnológico o empresas que se mantiene en el uso de modelos de gestión tradicionales,

posteriormente cómo debería ser su urgencia de transformación así como su estrategia de iniciativa 4.0, y finalmente cómo la disrupción ha influido en la propuesta de valor para el cliente final.

Esta fase puede ser utilizada por la organización para determinar si se necesita una transformación a tecnologías de la industria 4.0: si los cuatro enfoques de disrupción exhiben bajos niveles de disrupción, la organización podría considerar no experimentar la implementación de tecnologías de la industria 4.0. Esta decisión determinaría si el usuario continuaría utilizando el modelo.

Aplicación de la evaluación de la disrupción

La disrupción digital es un factor clave de la implementación de tecnologías 4.0, también es la primera herramienta que el Modelo FIT 4.0 presenta a las organizaciones, se orienta hacia el establecimiento de cómo los avances de la disrupción causada por la Industria 4.0 ha influido a la organización.

Como se menciona en secciones anteriores, el estado de disrupción alineado por los diversos enfoques que delimitan la implementación de tecnologías 4.0 indicará a las organizaciones primero si son un líder digital o un seguidor aislado de las tendencias tecnológicas, segundo, cuál es su urgencia de transformación y, por lo tanto, cómo debe ser su estrategia de iniciativa de incorporación de tecnologías 4.0 en función de la etapa en que la organización se encuentra, y finalmente cómo la disrupción ha influido en la propuesta de valor para el cliente.

La evaluación de la disrupción se completa a través de una prueba del perfil de disrupción, que tiene como objetivo establecer cómo la organización percibe los cambios tecnológicos externos y qué tan alineadas están sus necesidades con los cuatro enfoques de la disrupción (El enfoque legislativo, Tecnología, Comportamiento de los clientes y Competidores).

Evaluación del perfil de disrupción: La evaluación del perfil de disrupción es completada por el personal relevante dentro de la organización que investiga la probabilidad de que la organización experimente disrupciones dentro de los cuatro enfoques identificados.

Esta autoevaluación indicará cuál es la percepción de la organización sobre la disrupción digital existente y potencial. Los objetivos de esta evaluación son primero probar la percepción de la organización de su disrupción, y segundo informar y educar a la organización sobre las posibles fuentes de disrupción, además de guiarlos para determinar cómo se experimenta esta disrupción dentro de los enfoques identificados. Las preguntas para determinar el perfil de disrupción se pueden encontrar en el *Anexo 1 - Perfil de disrupción*.

Las preguntas de la evaluación fueron creadas por medio de las investigaciones bibliográfica presentes en este trabajo de grado. Las preguntas se plantearon de tal manera que se puedan generar dos evaluaciones enfocadas a analizar el perfil de disrupción digital, una para medir niveles de la probabilidad sobre los eventos descritos, y otra para medir los niveles de las amenazas que presenta la organización en términos tecnológicos. La evaluación de probabilidad ofrece respuestas que variaron de "muy improbable" a "muy probable". Por lo tanto, la organización tendría que indicar qué tan probable es que ciertos conceptos negativos se ajusten a la realidad de su organización y tengan un impacto en su industria. La evaluación de amenazas indicara el impacto potencial de la disrupción digital externa que pueda representar un peligro para la organización y que amerita considerar ideas de innovación que mitiguen estos peligros para el negocio. La evaluación de amenazas ofrece respuestas que variaron de "Excelente", "Cumple", "No cumple" y "Deficiente". Los resultados de esta herramienta sitúan la etapa de disrupción en la que se encuentra la industria, y permite identificar los factores en donde la organización podría ser propensa a sufrir afectaciones a causa de los cambios tecnológicos disruptivos, posteriormente, la organización obtendrá los siguientes resultados después de usar esta herramienta:

1. Qué tan innovadora es su industria.
2. Cómo las tecnologías y la innovación han alterado la industria.
3. Definir los enfoques que representan un riesgo
4. En cual etapa de la disrupción esta la industria.
5. Cuál debería ser su urgencia de transformación.

El comprender los cambios que ha experimentado la industria global con relación a los cambios propios de la organización, los ayudará en el proceso de toma de decisiones para comenzar a implementar iniciativas tecnológicas emergentes a través de la contextualización de cómo la Industria 4.0 ha cambiado la propuesta de valor de la organización. Al comprender los cinco resultados mencionados en el párrafo anterior, contribuirá para permitir a las organizaciones desarrollar una estrategia relevante, informada y efectiva para el inicio de sus iniciativas de implementación de tecnologías de la industria 4.0.

Fase 1.1.2 – Identificación De Las Necesidades Del Cliente

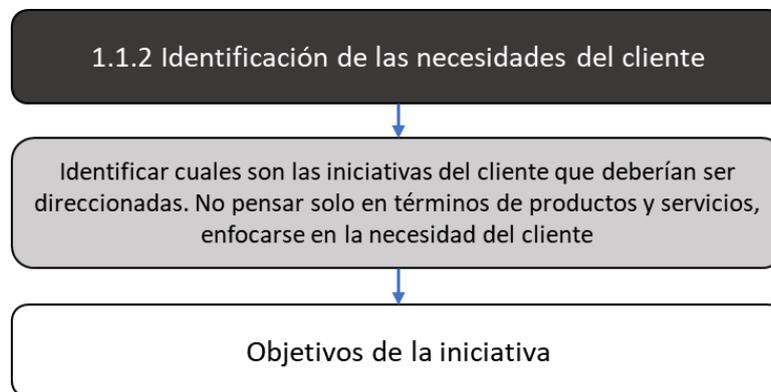


Ilustración 14 - Identificación De Las Necesidades Del Cliente.

Para que la organización entienda por qué se requiere una transformación digital, la organización primero debe comprender dónde está creando valor para sus clientes. La creación de valor se define de la siguiente manera: "*el valor se crea a través del modelo de negocio de una organización, que toma insumos de los capitales y los transforma a través de actividades e interacciones comerciales para producir productos y resultados que, a corto,*

mediano y largo plazo, crean o destruyen valor para la organización, sus partes interesadas, la sociedad y el medio ambiente" (Ernst y Young, 2013). Por lo tanto, esta fase se utilizará para ayudar a la organización a identificar en dónde se encuentran y en dónde deben crear valor agregado.

Basado en la definición anterior de qué es el valor y cómo se crea a través de los procesos de negocio, y basado en el hecho de que las organizaciones luchan por comprender las necesidades del cliente, el modelo guiará a la organización para que lo consideren como una herramienta que les permita tener una mejor idea de las necesidades específicas de los clientes a través de iniciativas digitales. Esta fase sienta las bases para toda la iniciativa de estructuración digital, ya que posiciona la iniciativa en la industria y los mercados correctos.

Aplicación de la identificación de las necesidades

La organización debe determinar cuáles son las necesidades de sus clientes y cuáles de ellas se deben abordar, utilizando el contexto creado a partir de la evaluación de la disrupción. La pregunta fundamental que se debe hacer durante esta fase es *¿qué necesidades del cliente va a abordar la iniciativa 4.0?* El resultado de la Fase 1.1.2, será el primer paso para determinar cómo la iniciativa 4.0 creará un valor agregado en la organización.

La identificación de las necesidades del cliente es un concepto que se encuentra en la mayoría de las estrategias de implementación de iniciativas, y existen varias herramientas que las organizaciones pueden usar para identificar las necesidades del cliente.

Como un apoyo a la toma de decisiones y no a la ejecución de una metodología definida, en este modelo se investigaron varias herramientas existentes para identificar las necesidades del cliente, pero no se proporciona a las organizaciones una herramienta específica, sino que se apoya a la interpretación de la herramienta que se elija. Sin embargo, el usuario del modelo debe utilizar algún método para identificar las necesidades del cliente con el fin de progresar con el modelo.

Hay varias herramientas para identificar las necesidades del cliente, incluyendo:

- Encuestas y cuestionarios: permite obtener información directa de los clientes sobre sus necesidades y deseos.
- Análisis de datos: se pueden analizar los datos de compra y el comportamiento en línea de los clientes para identificar patrones y tendencias.
- Observación y escucha activa: observar y escuchar las conversaciones y las quejas de los clientes puede brindar una comprensión valiosa de sus necesidades.
- Retroalimentación de los clientes: recibir retroalimentación directa de los clientes a través de llamadas, correos electrónicos o redes sociales puede proporcionar información valiosa sobre sus necesidades.
- Análisis de la industria y de la competencia: investigar las tendencias y las soluciones ofrecidas por la competencia puede brindar una comprensión valiosa de las necesidades del mercado. Estas herramientas pueden provenir de diferentes fuentes, como clientes, empleados, proveedores y competidores, y se pueden utilizar en combinación para obtener una visión completa de las necesidades y deseos de los clientes. (Oracle, s.f.)

La fase 1.1.2 primero guía a las organizaciones a determinar las necesidades del cliente, específicamente las que se satisfacen con metodologías o herramientas de tecnologías 4.0, segundo debe apoyar a las organizaciones para que interpreten estas necesidades y tercero debe establecer un vínculo claro entre satisfacer las necesidades para alcanzar su satisfacción y comprender cómo se crea valor tanto para el cliente como para la organización.

Luego de validar diversas herramientas desarrolladas en estudios y publicaciones previas sobre el tema de investigación, la herramienta del modelo Kano es la herramienta que se propone para la interpretación de las demandas identificadas de los clientes en este modelo FIT 4.0, a razón de que es un modelo que se centra en las necesidades del cliente.

El modelo Kano fue desarrollado originalmente en 1984 por el profesor Noriaki Kano para analizar las necesidades del cliente y cómo las diferentes necesidades del cliente influyen en el diseño del producto o servicio para lograr la satisfacción del cliente. El enfoque en las necesidades del cliente y su satisfacción contribuyó a la recomendación de esta herramienta. Se menciona que, para tener éxito en la economía digital, el enfoque de las organizaciones debe estar orientado a la satisfacción del cliente (Finanzas y contabilidad, 2022).

El modelo Kano identifica cinco tipos de atributos o características de un producto o servicio:

1. Características básicas: Son aquellas características que son esperadas por los clientes y su presencia es necesaria para mantener la satisfacción.
2. Característica deseada o de performance (Desempeño): Son aquellas características que tienen un impacto positivo en la satisfacción de los clientes a medida que mejoran.
3. Característica motivadora o emocionante (Motivadora): Son aquellas características que pueden ser vistas como diferenciadores y tienen un impacto positivo en la satisfacción de los clientes.
4. Característica indiferente: Son aquellas características que no tienen un impacto significativo en la satisfacción de los clientes.
5. Característica de rechazo (inversa): Son aquellas características que tienen un impacto negativo en la satisfacción de los clientes y su presencia puede generar insatisfacción.

El modelo de Kano resume gráficamente y de forma muy acertada todos estos atributos y características del siguiente modo: en el eje horizontal tenemos el grado de implementación del atributo en el producto, de izquierda a derecha sería de menos a más; en el eje vertical tenemos el grado de satisfacción del cliente de menos (abajo) a más (arriba) (Finanzas y contabilidad, 2022). El modelo de Kano se presenta visualmente en la Ilustración 15.

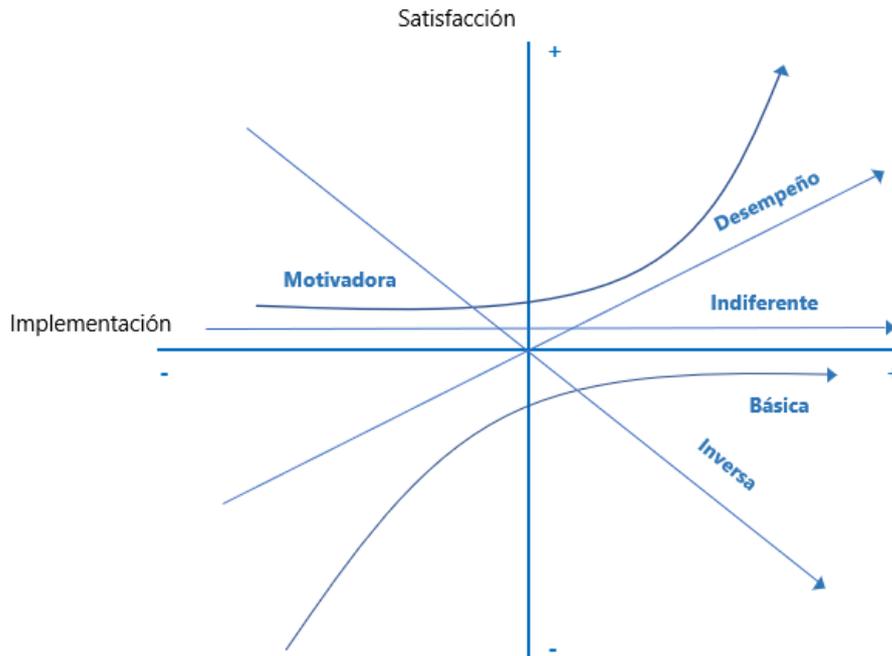


Ilustración 15 - Categorización de requisitos del modelo Kano.

La aplicación de la estructura del modelo Kano se basa en cuestionarios, para generar una comprensión profunda de cómo los clientes actuales o potenciales perciben sus necesidades y como la organización intenta cumplirlas a través de su iniciativa 4.0. La ejecución de esta fase se realiza en dos partes:

1. Las organizaciones tienen la tarea de identificar las necesidades de los clientes que pueden ser abordadas por medio de iniciativas digitales, para esto la organización debe utilizar sus propias herramientas para la recolección de información sobre la satisfacción del cliente, bien puede ser por medio de encuestas o cuestionarios, de otra manera la organización debería utilizar otras herramientas para obtener la retroalimentación del cliente, como puede ser a través de observación y escucha activa.
2. La organización debe utilizar el modelo Kano para determinar la naturaleza de los requisitos del cliente, para luego decidir si se creará valor para ellos y para la organización a través del cumplimiento de estos requisitos.

La primera fase de identificación de las necesidades de los clientes tendrá lugar dentro de la

organización, y la empresa decidirá cómo se lleva a cabo este proceso por medio de las herramientas previamente mencionadas. Una vez configurada la lista de requisitos del cliente, se puede llevar a cabo la ejecución del modelo Kano. Como el modelo se define como un modelo de apoyo a la toma de decisiones, el enfoque está en ayudar a la organización a decidir qué necesidades del cliente son relevantes e importantes, y no para la identificación de las necesidades del cliente.

Una vez completada la lista de necesidades, puede comenzar la ejecución del modelo Kano. Se identificaron cuatro pasos para formar parte de la aplicación de este modelo:

1. Configurar las preguntas del modelo Kano.
2. Identificar a los clientes.
3. Ejecutar la encuesta.
4. Interpretar los resultados.

Configurar las preguntas del modelo Kano

A los clientes se les hacen dos tipos de preguntas, funcionales y disfuncionales. Las preguntas funcionales se hacen de una manera positiva centrándose en si la característica existiera, y las preguntas disfuncionales se hacen de una manera negativa, con el enfoque puesto en si la característica no existiera. Ejemplos de ambas preguntas se encuentran a continuación (Finanzas y contabilidad, 2022).

- Funcional – ¿Cómo te sientes acerca de una característica en particular?
- Disfuncional – ¿Cómo te sentirías si no tuvieras esta característica?

La respuesta a estas dos preguntas para cada atributo es cerrada y se dan estas cinco opciones de las cuales el cliente debe seleccionar una:

- Me gusta
- Lo espero

- No me importaría
- No me gustaría, pero lo puedo tolerar
- No me gustaría
- No lo toleraría.

Se deben hacer tantas preguntas como atributos se quieran evaluar, ya sean atributos que el producto ya posee como atributos que se tienen pensado desarrollar. De esta forma se logra saber en qué atributos es mejor invertir los recursos de la empresa. El resultado más obtenido en las respuestas a las preguntas funcionales y disfuncionales de cada atributo se deberá consultar en la siguiente tabla para saber qué tipo de atributo considera el cliente. (Finanzas y contabilidad, 2022).

ATRIBUTOS			Requerimientos disfuncionales (negativo)				
			Me gustaría	Es fundamental	Indiferente	No me gusta, pero lo acepto	No me gusta y no lo acepto
			1	2	3	4	5
Requerimientos funcionales (positivo)	Me gustaría	1	Cuestionable	Atractivo	Atractivo	Atractivo	Deseada
	Es fundamental	2	Inverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Obligatorio
	Indiferente	3	Inverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Obligatorio
	No me gusta, pero lo acepto	4	Inverso	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Obligatorio
	No me gusta y no lo acepto	5	Inverso	Inverso	Inverso	Inverso	Cuestionable

Tabla 7 - Evaluación de los requisitos del modelo kano.

El requisito específico del cliente se coloca en la esquina superior izquierda, con la pregunta funcional planteada en la columna de la izquierda y la pregunta disfuncional planteada en la fila superior derecha. Cada cliente responderá a ambas preguntas para cada requisito del cliente, y el requisito se clasifica en función de dónde se cruzan la columna disfuncional y la fila funcional. La lista de respuestas incluye Me gustaría, Es fundamental, Indiferente, No me gusta, pero lo acepto, y No me gusta y no lo acepto.

Los resultados marcados como **Deseada** dan lugar a un atributo de desempeño al que la empresa también debe prestar especial atención para desarrollar el producto, las necesidades

con resultado **Atractivo** son necesidades que a los clientes les gustaría pero no se sentirían decepcionados por no tenerlo, los resultados **Obligatorios** son las necesidades básicas que los clientes tienen y estarán insatisfechos si estas no están presentes, las necesidades con resultado **Indiferente** son necesidades con las que el cliente no está satisfecho ni insatisfecho, independientemente de la funcionalidad de la necesidad, los requisitos **Cuestionables** son resultados que son inherentemente contradictorios, y los resultados marcados como **Inverso** dan lugar a atributos inversos, es decir, aquellos que al encontrarse en el producto provocan rechazo del cliente. (Finanzas y contabilidad, 2022).

Debido a que se busca explorar las mayores capacidades que las organizaciones pueden exhibir, por medio de la implementación de tecnologías 4.0 el enfoque del Modelo FIT 4.0 será principalmente sobre la garantía de la alta funcionalidad de las necesidades clasificadas como **Obligatorios, Deseados, y Atractivos.**

Identificar a los clientes.

Una vez que las preguntas están configuradas junto con las tablas de Kano que acompañan estas preguntas, la organización debe encontrar clientes existentes y potenciales para responder a los cuestionarios. Se recomienda que la organización tenga un grupo diverso de personas que completen los cuestionarios, para obtener una mejor comprensión de cómo las diferentes personas perciben los requisitos.

Una vez que todos hayan completado las diversas tablas de Kano, la tendencia general se puede determinar a partir de las hojas de respuestas, y la organización podrá identificar cómo los clientes perciben cada requisito.

Interpretación de resultados

La interpretación de los resultados guiará a la organización a enfocar sus recursos en resolver los requisitos específicos de los clientes y les impedirá agregar capacidades a su

producto o servicio que no aumentarán la satisfacción de sus clientes. Cada requisito del cliente se puede trazar en la Ilustración 15, con cuadrantes del uno al cuatro que representan las *Características básicas*, *Característica deseada*, *Característica motivadora*, *Característica indiferente*, y la *Característica de rechazo*. A partir de este argumento, la organización podrá determinar lo qué tendrá que hacer su iniciativa de transformación a tecnologías de la industria 4.0.

Fase 1.1.3 – Diseño De La Experiencia Del Cliente

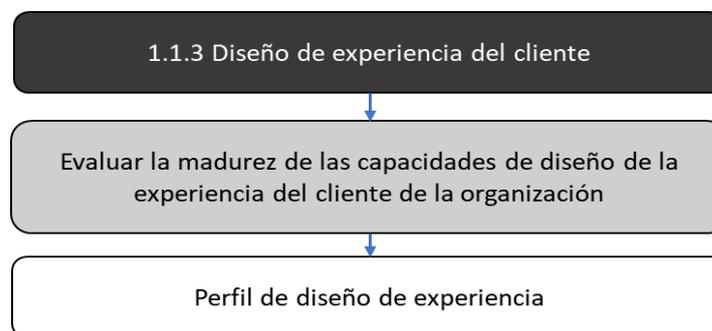


Ilustración 16 - Diseño De Experiencia De Cliente.

La experiencia del cliente tiene un impacto directo en sus resultados. No es ningún secreto que adquirir nuevos clientes es mucho más difícil que retener a los existentes. Por lo tanto, brindar a cada cliente una experiencia positiva es fundamental para el crecimiento de su negocio. Una gran experiencia del cliente también puede impulsar el crecimiento incremental a través de oportunidades de ventas cruzadas y de ventas adicionales. La mejor experiencia del cliente también se basa en satisfacer sus necesidades, lo que a su vez atrae nuevos clientes a su negocio al menor costo. Los clientes existentes satisfechos tienen más probabilidades de comprar que los nuevos clientes potenciales. Por lo tanto, es una buena idea diseñar experiencias de cliente que creen ciclos de retroalimentación y ofertas de productos. (Oracle, s.f.)

Evita perder clientes. Recuerde esto: la mayoría de los clientes abandonan su marca o negocio no por el precio, sino por el mal servicio al cliente. Al trabajar en mejorar la

satisfacción y monitorearla, podrá mejorar la calidad de la experiencia que brinda.

Las organizaciones se dan cuenta de que cada etapa contribuye a la experiencia del cliente, y en lugar de adoptar un enfoque aislado y mirar cada etapa individualmente, las organizaciones deben observar cómo los clientes perciben todo el resultado general. Debido a la naturaleza cambiante de las organizaciones de lo que constituye una buena experiencia del cliente a través del enfoque de las interacciones con los clientes y los beneficios financieros de aumentar la atención personalizada sobre la experiencia del cliente, el modelo FIT 4.0 se centrará en el diseño de la experiencia del cliente, primero utilizará las necesidades del cliente identificadas en la subetapa de *Identificación de necesidades del cliente* como guía, y se diseñará la ruta de interacciones que el cliente tiene con la marca, producto y/o servicios de la organización en torno a estas necesidades específicas del cliente para las iniciativas digitales.

Esta fase ayudará a las organizaciones a darse cuenta de la importancia de las visitas de los clientes, comprender cómo se verán y deberían ser las visitas de los clientes, y finalmente determinar qué tan efectiva es la organización en el diseño y la creación de la interacción con los clientes.

Aplicación del diseño de experiencia del cliente

Las organizaciones que se centran en la experiencia del cliente logran niveles de rentabilidad significativamente más altos en comparación con aquellos que no lo hacen. Por lo tanto, esta fase se centra específicamente en guiar a las organizaciones a diseñar las rutas de interacciones entre el cliente y la organización que aborden las necesidades del cliente identificadas en la Fase 1.1.2. Esta fase se ejecutará en dos partes: Primero traducir las necesidades del cliente identificadas a partir de la Fase 1.1.2 en las rutas de interacciones entre el cliente y la organización en donde el enfoque está en la experiencia del cliente de extremo a extremo, y segundo evaluar la eficacia con la que la organización está capacitada

para diseñar experiencias del cliente a través de una evaluación de capacidades de diseño de la experiencia del cliente.

La primera parte de esta fase es guiar a la organización para mapear las rutas de interacciones entre el cliente y la organización que abordarán las necesidades del cliente identificadas en la Fase 1.1.2 a nivel conceptual. Este es un proceso de colaboración entre varias partes interesadas dentro de la organización, y el resultado es un análisis detallado de cada punto donde el cliente interactuará con la organización. La integración de estos puntos de contacto constituye la base de la experiencia del cliente que la iniciativa 4.0 ofrecerá a sus clientes. La organización ahora es consciente de dónde interactuarán los clientes con la organización. La organización es libre de decidir cómo se llevará a cabo este proceso.

Una vez que se mapean las rutas de interacciones, comienza la segunda parte de la Fase 1.1.3. Esto implica evaluar las capacidades de diseño de la experiencia del cliente de la iniciativa 4.0 de la organización. El enfoque que se propone para identificar los elementos clave que se deben adoptar o potenciar para lograr el resultado deseado es la evaluación del Índice de Diseño de McKinsey, que se desarrolla a continuación.

Evaluación del índice de diseño

El Índice de Diseño de McKinsey se utilizará para evaluar la madurez de las capacidades de diseño dentro de la organización, para utilizar esta herramienta, se debe diligenciar un formulario evaluativo que se encuentra en línea de forma libre, para acceder a él se debe dirigir al sitio web oficial **McKinsey Design Index** (<https://solutions.mckinsey.com/design-index>).

McKinsey identificó cuatro capacidades de diseño que las organizaciones necesitan para diseñar de manera efectiva las rutas de interacciones con la organización que el cliente tiene, y estas son:

1. *Liderazgo analítico*: las organizaciones deben impulsar el enfoque de diseño desde el nivel ejecutivo y deben aplicar el mismo tipo de rigor analítico al rendimiento del diseño que a las finanzas de la organización.
2. *Experiencia del usuario*: se debe centrar en la integración del diseño físico, digital y de servicios para proporcionar a los clientes un producto o servicio multifuncional.
3. *Talento multifuncional*: las organizaciones deben romper con el rendimiento del diseño como responsabilidad de un departamento: todos los departamentos deben centrarse en el diseño centrado en el cliente.
4. *Iteración continua*: disminuya el riesgo de desarrollo de productos o servicios al escuchar, probar e iterar continuamente con los usuarios finales.

Los autores diseñaron diferentes niveles de madurez para cada capacidad de diseño y validaron el potencial de creación de valor de estas capacidades a través de un extenso estudio de 5 años

McKinsey & Company estudió 300 empresas que cotizan en bolsa durante el período de 5 años, registró más de 100.000 acciones de diseño¹ y recopiló más de 2 millones de datos financieros. Al comparar las empresas, encontraron que el crecimiento de los ingresos fue en promedio del 10% anual (p.a.) en comparación con el 3% al 6% anual para los puntos de referencia de la industria. El crecimiento total del retorno de los accionistas fue del 21% anual. durante el período de 5 años, en comparación con el 12% al 16% anual. alcanzado por los puntos de referencia de la industria. Las empresas generaron así un 32% y un 56% más de ingresos y un retorno total a los accionistas, respectivamente, durante el período de 5 años.

¹ Un ejemplo de acción de diseño podría ser designar un miembro del equipo directivo responsable por la experiencia del usuario, el diseño o ambos. Otra sería sujetar los bonos de los ejecutivos a métricas de calidad de diseño o satisfacción de clientes. (Sheppard, 2018).

Esta tendencia fue cierta en varias industrias y, por lo tanto, validó la correlación que McKinsey & Company estableció entre las capacidades de diseño y la creación de valor para la organización y sus clientes (Sheppard , 2018).

El Índice de Diseño de McKinsey se propuso para ayudar en el diseño de experiencias deseables del cliente, debido al enfoque intencional en el valor que el diseño de la experiencia del cliente tiene en el potencial de creación de valor de la organización. Permite a los líderes de la organización determinar la madurez de sus capacidades de diseño, compararla con otras 300 empresas que cotizan en bolsa y estimar el valor en juego a través de la mejora (Design Index, 2019). Existen otras herramientas para diseñar experiencias de clientes, y se anima a los usuarios de este modelo a investigar otras herramientas y hacer una selección basada en las necesidades de su organización.

El cuestionario evaluativo de McKinsey se elaboró de forma que las preguntas y los resultados contextualizaran las cuatro capacidades de diseño. El equipo ejecutivo es responsable de responder a las preguntas, ya que la herramienta defiende que el diseño debe ser una prioridad a nivel ejecutivo para las organizaciones (Sheppard, 2018).

El formulario este compuesto por 5 módulos descritos a continuación:

1. Información básica de la organización y del empleado.
2. Mas que un sentimiento es un liderazgo analítico.
3. Mas que un departamento, es talento multifuncional.
4. Mas que una fase, es interacción continua.
5. Mas que un producto, es una experiencia de usuario.

El diseño propuesto en el formulario es el descrito por medio de las siguientes ilustraciones.

Índice de diseño de McKinsey **Module 02: Más que un sentimiento: es liderazgo analítico** Todo guardado Salir

Crear una estrategia fuertemente centrada en el usuario

2.1

La visión y/o misión de tu compañía explícitamente mencionan una aspiración a mejorar la experiencia del cliente

Overall Progress: 6%

1 2 3 4 5

Previa Siguiente

- Fuertemente en acuerdo
- En acuerdo
- Relativamente en acuerdo
- Relativamente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Fuertemente en desacuerdo

Ilustración 17 - Ejemplo Formulario McKinsey 1.

Índice de diseño de McKinsey **Module 03: Más que un departamento: es talento multifuncional** Todo guardado Salir

Crear equipos multifuncionales

3.32

¿Cuál de los siguientes enunciados mejor describe la forma en la que el trabajo de diseño y experiencia de usuario se integra con el resto de las funciones de la compañía?

Overall Progress: 45%

1 2 3 4 5

Previa Siguiente

- El trabajo de diseño y la experiencia de usuario se llevan a cabo de manera independiente en el departamento de diseño
- El trabajo de diseño y la experiencia de usuario se llevan a cabo en el departamento de diseño con coordinación cercana de otros miembros del equipo de desarrollo de producto (ej.. mercadotecnia, ingeniería, finanzas, procura)
- Los empleados de diseño y experiencia de usuario son parte de equipos multifuncionales, colaborando con colegas de todas las funciones de desarrollo de producto (ej.. mercadotecnia, ingeniería, finanzas, procura)

Ilustración 18 - Ejemplo Formulario McKinsey 2.

Los cuatro temas de diseño que se describieron previamente forman la base del índice de Diseño McKinsey (MDI) por sus siglas en inglés McKinsey Design Index, el MDI concluye en un valor resultado producto de ejecutar la herramienta, este puntaje muestran la solidez en el diseño de la organización y cómo esta se comporta con relación al rendimiento financiero de las 300 empresas que componen la investigación, para luego catalogar a la organización dentro de uno de los 4 cuartiles que dividen la encuesta.

Los primeros cuartiles, contienen los resultados más altos y los últimos cuartiles contiene los resultados más bajos. Un ejemplo del resultado de la evaluación se muestra en la siguiente Ilustración.

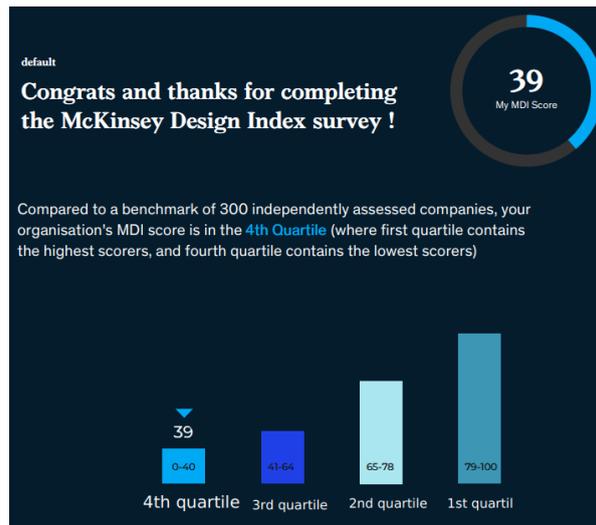


Ilustración 19 - Resultado Formulario McKinsey 1.

El resultado de la evaluación del índice de Diseño McKinsey también ofrece una proyección de a la organización que muestra el potencial que posee y cuál debe ser el crecimiento esperado para los próximos 5 años, si se adoptan medidas que mejoren los cuatro temas de diseño vistos previamente. Este resultado se muestra en la siguiente Ilustración.



Ilustración 20 - Resultado Formulario McKinsey 2.

La organización debe enfocarse en analizar, responder y capturar las preguntas relacionadas con la experiencia al usuario expuestas en el formulario, para luego entrar en un proceso de valoración reflexiva de la pregunta junto con la respuesta seleccionada, como también debe valorar las otras alternativas de respuesta, de esta forma encontrara el estado actual de la organización en relación a cada pregunta formulada, lo que permitirá crear un punto de partida para determinar cuál debe ser el recorrido a seguir para diseñar alternativas de experiencia al cliente que posteriormente deben ser adaptadas a los recorridos del cliente

identificados en la primera parte de la Fase 1.1.3 que abordarán las necesidades de los clientes que se identificaron en la Fase 1.1.2. Las organizaciones deben revisar constantemente los recorridos que han diseñado para garantizar su pertinencia. De este modo, la Fase 1.1.3 respalda las decisiones de diseño que la organización deberá tomar al diseñar su iniciativa 4.0.

Fase 1.2 – Perfil Digital Organizacional

En la era digital, la presencia en línea de una organización es cada vez más importante. El perfil digital organizacional es la representación en línea de una empresa y su imagen corporativa en las redes sociales y otros medios digitales. Esta presencia en línea tiene un impacto significativo en la percepción de la organización por parte de los clientes, empleados e inversores.

El perfil digital organizacional es una herramienta clave para construir la marca y mejorar la visibilidad de la empresa. A través de esta presencia en línea, las empresas pueden compartir información sobre sus productos y servicios, interactuar con su audiencia y construir relaciones con sus clientes. Además, el perfil digital organizacional también puede ser una fuente valiosa de información para los clientes y otros interesados en conocer más sobre la empresa.

Sin embargo, la creación y gestión de un perfil digital organizacional también plantea retos importantes. Uno de los principales desafíos es asegurarse de que la información presentada en línea sea precisa y coherente con la imagen corporativa de la empresa. Las empresas también deben asegurarse de que su presencia en línea sea segura y proteger la privacidad de sus clientes. Otro reto importante es mantener la presencia en línea actualizada y relevante. Las empresas deben estar atentas a las tendencias, cambios en el uso de las redes sociales u otros medios digitales, y en consecuencia adaptar su presencia en línea.

Además, es importante tener en cuenta la importancia de una estrategia de contenido efectiva para el perfil digital organizacional. El contenido en línea debe ser interesante,

informativo y relevante para la audiencia objetivo. La empresa también debe asegurarse de que el contenido sea coherente con su imagen corporativa y mensaje de marca.

En conclusión, el perfil digital organizacional es una herramienta valiosa para la construcción de marca y la mejora de la presencia en línea de una empresa. Sin embargo, también plantea retos importantes, como la precisión de la información, la seguridad en línea, la actualización, relevancia, y la estrategia de contenido efectiva. Las empresas deben abordar estos desafíos con un enfoque estratégico para aprovechar al máximo su presencia en línea. (González & Evans, 2020).

Como se explica en la sección (2.2.3 Dimensiones de la iniciativa 4.0), las organizaciones comprenden varias dimensiones digitales. Dentro de cada una de estas dimensiones existen múltiples capacidades digitales que cuando están presentes, apoyan las operaciones de una organización. Las dimensiones digitales se dividen en tres categorías. Las dimensiones orientadoras, que incluyen estrategia y liderazgo, se centran en alinear las iniciativas digitales con la visión general de la organización, y asegurar que la estrategia y las estructuras de liderazgo estén en su lugar para impulsar la implementación de las iniciativas digitales, ya que una transformación digital exitosa se impulsa desde arriba hacia abajo (Westerman, 2011).

La segunda categoría son las dimensiones digitales habilitadoras, que incluyen (i) operaciones comerciales, (ii) cultura organizacional y personas, (iii) oferta de productos y servicios, y (iv) tecnología. Las capacidades digitales dentro de estas dimensiones digitales dan efecto a la estrategia de transformación y se utilizan como componentes básicos de las iniciativas.

La última categoría es la categoría objetiva, la experiencia del cliente. El objetivo de las organizaciones digitales es aumentar la eficiencia y la eficacia operativas (Westerman, 2011) para, en última instancia, centrarse más en el cliente y priorizar la experiencia del

cliente en toda la organización (Schwab, 2017). Por lo tanto, las dimensiones digitales funcionan juntas de manera que las dimensiones Orientadoras estipulan cómo deben operar las dimensiones habilitadoras para garantizar una experiencia del cliente que agregue valor, alineando los diversos aspectos de la organización para centrarse más en el cliente y aumentar su eficacia y eficiencia operativas. Por lo tanto, el enfoque de este modelo es diseñar iniciativas digitales con una experiencia deseable para el cliente como se evidencio en la previa Fase 1.1 y garantizar que a través de las capacidades digitales la organización logre brindar a los clientes una experiencia deseable a través de sus iniciativas digitales.

Esta fase guía a la organización a crear un estado digital *Actual* de la organización. Producto de la investigación bibliográfica se concluyó que el modelo debe permitir a la organización realizar dos evaluaciones para determinar con precisión su perfil digital: una evaluación de la madurez de las capacidades digitales de la organización (Fase 1.2.1) y una evaluación de la medida en que los desafíos de la transformación han sido experimentados y tratados (Fase 1.2.2), para determinar en dónde se encuentra la organización en su viaje de implementación de tecnologías de la industria 4.0, y por lo tanto, qué tan precisa es la percepción de su propia madurez tecnológica.

Sobre la base de los resultados de estas evaluaciones, la organización debe tener una idea precisa de en dónde se encuentra en el proceso de implementación de nuevas tecnologías y cuál es el estado real de sus capacidades digitales, y no su percepción de ellas.

La Fase 1.1 se centró en determinar cómo la disrupción ha alterado la propuesta de valor que la organización ofrece a sus clientes y guía a la organización a considerar conceptos relevantes que ayudarán en el diseño de su propuesta de valor a sus clientes, mientras que la Fase 1.2 se centra internamente en el estado digital actual de la organización y en qué medida están equipados para abordar las nuevas necesidades de los clientes. Esta parte se esfuerza por crear un estado *Actual* de la organización.

Fase 1.2.1 –Capacidad Digital

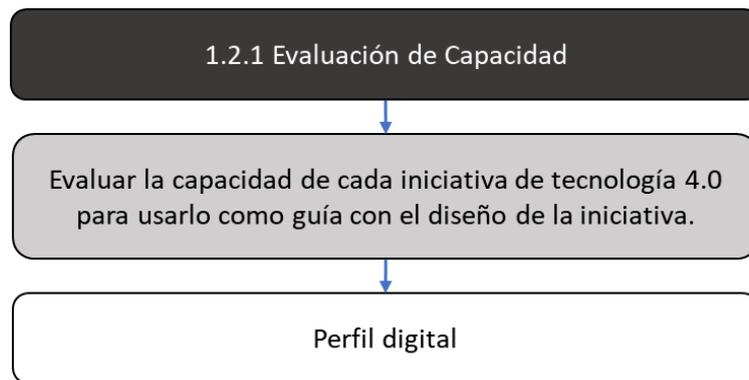


Ilustración 21 - Evaluación De La Capacidad.

La fase 1.2.1 se utiliza para determinar el estado de aplicación de tecnologías 4.0 actualmente en la organización y determinar las capacidades que se poseen.

La medida de la madurez de la capacidad digital se realizará mediante el uso de la estructura de un Modelo de Madurez de la Capacidad. Los modelos de madurez de capacidad miden la madurez de los aspectos organizacionales en función del número de mejores prácticas especificadas que son evidentes dentro de un proceso organizacional (Paulk, Curtis, 1993). La madurez del proceso se define como "la medida en que un proceso específico se define gestiona, mide, controla y es efectivo explícitamente" (Paulk, Curtis, 1993). La madurez en sí misma se define como " el estado de estar completo, listo o perfecto" (De Carolis. , 2017). Se identifican varias capacidades digitales a través de la literatura e investigaciones bibliográficas. La madurez de las capacidades se utilizará para guiar a las organizaciones en la determinación de cuál es su estado actual en términos de sus capacidades para implementar estrategias que se basen en tecnologías de la industria 4.0, por lo tanto, guiándolos a determinar su estado **Actual** 4.0, y además considerar las diversas capacidades para su uso dentro de sus iniciativas de transformación a tecnologías 4.0.

Esta fase guía a la organización para crear un estado digital **Actual** preciso de la organización. Se concluyó a partir de la investigación bibliográfica que el modelo debe

permitir que la organización realice dos evaluaciones para determinar con precisión su perfil digital: una evaluación de la madurez de las capacidades digitales de la organización (Fase 1.2.1), y una evaluación de la medida en que se han experimentado y abordado los desafíos de transformación (Fase 1.2.2), para determinar en dónde se encuentra la organización en su viaje de transformación digital, y definir qué tan precisa es la percepción de su propia madurez.

Por lo tanto, el resultado de esta fase es, primero determinar un estado *Actual* de la organización, en términos de habilitación de tecnologías de la industria 4.0, y segundo un proceso educativo para mostrar a las organizaciones qué capacidades podrían considerar para su uso en sus iniciativas digitales con la intención de alcanzar los dos objetivos propuestos.

Con base en los resultados de estas evaluaciones, la organización debe tener una idea precisa de en dónde se encuentra en el proceso de transformación 4.0 y cuál es la madurez real de las diferentes capacidades digitales, y no su percepción de ellas.

Aplicación de la capacidad digital

Se requiere un modelo que pueda ayudar a las organizaciones a aumentar sus capacidades en términos de tecnología 4.0, se determinó que evaluar la madurez de dichas capacidades digitales dentro de una organización era un resultado valioso para apoyar a los ejecutivos en su toma de decisiones. Comprender en qué medida la organización está habilitada digitalmente y qué capacidades potenciales se pueden introducir en la iniciativa 4.0.

Esta sección considera cómo se modificará la estructura de los Modelos de Madurez de las Capacidades (MMC) que se explicaran más adelante, para ser utilizados en el Modelo FIT 4.0 y así determinar cuál es la madurez de la capacidad digital de las diversas competencias digitales identificadas en la investigación. Se seleccionó una interpretación de

un MMC como una herramienta para guiar a la organización a determinar su estado *Actual* en términos de sus capacidades digitales, y también para contextualizar el posible estado *Futuro* para ayudar a la organización a tomar decisiones que les brinden un apoyo para alcanzar los objetivos generales de mejorar la experiencia del cliente y aumentar la eficiencia operativa y la efectividad.

Existen varios modelos de madurez de capacidad digital que se desarrollaron para organizaciones específicas, mientras que este modelo se aplica a diversas actividades económicas corporativas, por lo tanto, no es específico de una sola organización. De tal manera que, se alienta a las organizaciones no solo a evaluarse a sí mismas en relación con las capacidades digitales que se presentan en esta investigación, sino también a investigar qué otras capacidades digitales las apoyarían aún más en la realización de las experiencias del cliente propuestas.

En este capítulo se estudian varios MMC (Modelo de Madurez de las Capacidades), y los resultados se presentarán a la organización para apoyarlos en la búsqueda de MMC existentes que sean aplicables a la organización.

La estructura de este MMC se desarrollará en esta sección y se expondrá la manera en la que se aplica para satisfacer algunos de los requisitos de diseño establecidos previamente.

Antecedentes de los modelos MMC: Originado en el campo del desarrollo de software, el MMC Modelo de Madurez de las Capacidades es un modelo que describe la efectividad de un proceso a través de la definición de elementos clave que están presentes en los procesos. Describe el camino para evolucionar un proceso de ser prematuro, a ser un proceso desarrollado y formado (Paulk, Weber, 1993; Carnegie-Mellon-SEI, 2010).

Existen varias definiciones para la madurez, ya que diferentes autores ven el término desde diferentes perspectivas. La definición de madurez del proceso para esta investigación es "la medida en que un proceso específico se define, gestiona, mide, controla y es efectivo

explícitamente" (Paulk, Curtis, 1993). La madurez en sí misma se puede definir como "el estado de estar completo, listo o perfecto" (De Carolis, 2017). Como el propósito de una transformación 4.0 es aumentar la madurez digital de una organización, el proceso de aumentar la madurez de la capacidad es relevante para el modelo.

Gottschalk (2009) elaboró las diferentes etapas de madurez y las clasificó como primera de naturaleza sucesiva, segunda transpira de una manera jerárquica que no se invierte fácilmente, y tercera incluye una amplia gama de organizaciones y sus actividades o procesos. La madurez se define así en esta investigación como una combinación del trabajo de Paulk, Curtis, (1993) y (De Carolis, (2017), con las etapas de madurez adoptadas a partir del trabajo de Gottschalk (2009).

La MMC no es un modelo prescriptivo, no proporciona a la organización instrucciones sobre la mejora de las capacidades del proceso para pasar de un nivel de madurez al siguiente. Una MMC contextualiza los procesos organizativos y permite a las organizaciones comprender cuáles son sus capacidades de proceso, lo que les permite determinar lo que quieren que sea, utilizando las declaraciones de capacidad de los diversos niveles de madurez. La mejora de las capacidades de los procesos se aborda en la estrategia de transformación de la organización y variará para cada organización (Paulk, Curtis, 1993).

Lo mencionado anteriormente respalda los requisitos de diseño de proporcionar a la organización apoyo a la toma de decisiones durante su proceso de transformación a tecnologías de la industria 4.0, ya que esto apoyará a su diseño de la iniciativa 4.0 que abordará las necesidades del cliente identificadas en la Fase 1.1.2, y su proceso de asignación de recursos al invertir en capacidades digitales específicas para sus iniciativas digitales.

La aplicación de esta herramienta dentro del Modelo FIT 4.0 fue una interpretación de los MMC para ajustarse a los requisitos del Modelo FIT 4.0. Las dimensiones digitales identificadas en la sección (2.2.3 Dimensiones de la iniciativa 4.0) se desglosaron aún más en

varias capacidades que se utilizaron, como las capacidades para el MMC, de tal forma que los cinco niveles de madurez se definieron así:

1. Desconocimiento digital.
2. Estancados digitalmente.
3. Seguidores digitales.
4. Colaboradores digitales.
5. Líderes digitales.

Se crearon cinco declaraciones para cada capacidad 4.0 que coinciden con los cinco niveles de madurez mencionados en este párrafo, y la naturaleza sucesiva y jerárquica de los niveles de madurez de capacidad. Las seis dimensiones digitales con las capacidades digitales que las acompañan se muestran en el *Anexo 2 - Declaraciones de capacidad*.

Las organizaciones recibirán las declaraciones de capacidad en forma de matriz, en donde tendrán que seleccionar qué declaración de madurez de capacidad representa más de cerca la madurez actual de su organización. Los niveles de madurez van desde no tener la capacidad digital en la organización en absoluto (desconocimiento digital), hasta ser un líder en la industria con respecto a la capacidad digital específica (líder digital).

Las diferentes capacidades serán evaluadas por las personas relevantes dentro de la organización para garantizar aún más que la representación de la madurez de la capacidad sea lo más precisa posible. Una vez que la madurez de la capacidad digital ha sido evaluada por todo el personal relevante, los resultados se presentarán en gráficos a la organización. Esto proporcionará a la organización una idea general de que tan habilitada digitalmente está su organización actual y dónde carecen de madurez digital. Esta representación servirá como el estado *Actual* de la organización.

Fase 1.2.2 – Desafíos De Transformación

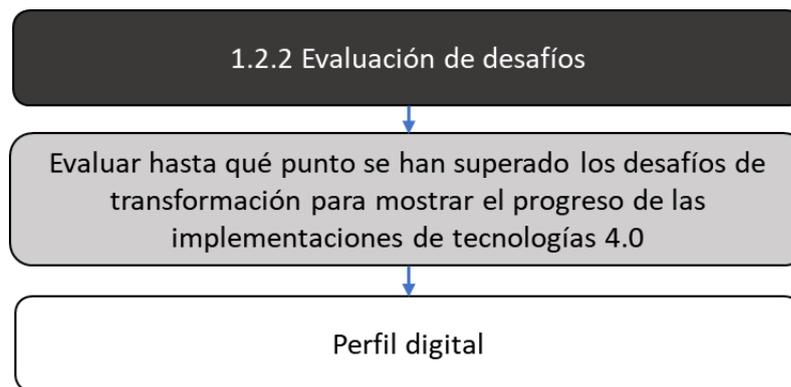


Ilustración 22 - Evaluación De Desafíos.

A través de la investigación de la literatura se encontró que la madurez digital real y el nivel de comprensión de los conceptos relevantes influyen en la precisión de la percepción de la madurez de capacidad digital por parte de las organizaciones. Por lo tanto, era necesario incorporar alguna medida para determinar la exactitud de la evaluación de la madurez de la capacidad digital de la Fase 1.2.1.

La medida en que las organizaciones experimentan desafíos de transformación se identificó como la evaluación más adecuada para usar junto con la autoevaluación de capacidades para evaluar la madurez real de la capacidad digital frente a la percepción de madurez. Esto niega en cierta medida el efecto que tiene la madurez organizacional real frente a la evaluación subjetiva de la madurez digital.

Se realizará una evaluación separada con respecto a los desafíos identificados en la revisión sistemática de la literatura, para determinar hasta qué punto la organización ha experimentado cada desafío. Los resultados de esta evaluación se utilizarán para determinar en dónde se encuentra la organización en el proceso de transformación digital. Según la investigación de la literatura, las organizaciones exhiben altos niveles de optimismo al emprender una transformación digital, y a medida que progresan y experimentan resistencia a los cambios, su optimismo disminuye. El punto de inflexión, conocido como el punto de

desilusión, es donde el optimismo está en su punto más bajo y las organizaciones entienden cuál es el alcance total de una transformación hacia la industria 4.0, después de lo cual los cambios comienzan a producir valor y los niveles de optimismo aumentan nuevamente. Este ciclo se repite a medida que la tecnología, el mercado y las demandas de los clientes cambian con el tiempo.

Por lo tanto, esta evaluación se usa para determinar cómo su progresión ha influido en los resultados de la Fase 1.2.1 y, posteriormente, se usa como una medida de precisión de las autoevaluaciones de madurez de la capacidad digital. Esta fase no infiere en que la percepción de madurez digital será inexacta exclusivamente si una organización no ha experimentado los desafíos de la transformación. Mas bien esta fase guía a la organización a considerar el efecto que la progresión de la transformación podría tener en su optimismo con respecto a su madurez y, posteriormente, en su percepción de la madurez de la capacidad digital.

Aplicación de los desafíos

Las organizaciones experimentan varios desafíos mientras intentan una transformación 4.0, y estos desafíos se experimentan en diferentes niveles dentro de diferentes industrias. Se descubrió que la medida en que se han experimentado estos desafíos es un indicativo relativamente preciso de que tan lejos está la organización de lograr sus objetivos de transformación 4.0. Debido a la naturaleza cualitativa de la evaluación y el grado de subjetividad de esta, se argumenta que el optimismo de la organización podría verse influenciado por la medida en que los desafíos se han enfrentado y tratado, como también el optimismo podría influir en su percepción de la madurez de sus capacidades digitales.

La Ilustración 23 indica visualmente cómo cambia el optimismo de la transformación a medida que cambia el progreso de la transformación. Refiriéndose a la figura anterior, esta herramienta de validación indicará en qué región se encuentra la organización en el gráfico,

de esta manera se guiará a la organización para que reconsidere su evaluación de madurez de la capacidad digital, debido al hecho de que ahora saben que la precisión podría verse influenciada por su propio progreso.

Cabe señalar que no todas las organizaciones experimentarán esta tendencia mientras se someten a una transformación 4.0, sin embargo, se concluyó que esta tendencia es común para las organizaciones que se someten a las tecnologías de la industria 4.0.

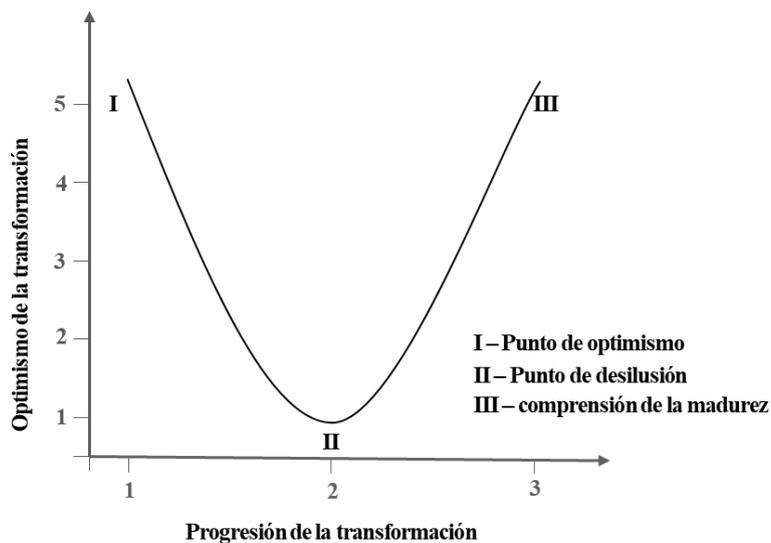


Ilustración 23 - Optimismo en la transformación frente a la progresión.

La estructura de la evaluación de los desafíos se basará en una escala en donde el desafío se planteará como una pregunta, y la parte interesada relevante puede responder en qué medida han experimentado el desafío. La evaluación está estructurada de tal manera que las respuestas son las siguientes:

- No tengo experiencia en absoluto.
- Comenzar a experimentar.
- Experimentado, no haberlo tratado.
- Experimentado, comenzando a tratarlo.
- Experimentado y tratado.

No haberlo experimentado se relaciona con el *punto de optimismo*, haberlo

experimentado y no haberlo tratado se vincula con el *punto de la desilusión*, y haberlo experimentado y tratado proporciona organizaciones con *comprensión de la madurez*.

Si la organización se encuentra en la primera región del gráfico, su madurez de capacidad digital tiene una alta probabilidad de estar sesgada positivamente, por lo que su percepción podría ser demasiado optimista y la madurez real es probablemente menor que su evaluación. Si la organización se encuentra en la segunda región del gráfico, potencialmente han experimentado el alcance total de los desafíos sin haberlo superado por completo, lo que podría tener un impacto negativo en su optimismo de transformación digital, lo que a su vez podría influir negativamente en su percepción de la madurez digital, y su madurez real podría ser mayor que su percepción de estos. Si se encuentran en la tercera región del gráfico, probablemente hayan experimentado y tratado con los desafíos, y por lo tanto su percepción de madurez de la capacidad digital es probablemente precisa. Cabe señalar que esta herramienta no infiere que la percepción siempre esté sesgada en función de la región del gráfico en la que se encuentra la organización: el propósito de la herramienta es concientizar a las organizaciones de la posibilidad de que puedan establecer dictámenes errados, por lo tanto, las impulsa a reevaluar e investigar más a fondo su percepción de la madurez de sus capacidades digitales.

Los desafíos se compararán con las dimensiones digitales mencionadas en la sección (2.2.3 Dimensiones de la iniciativa 4.0), para garantizar la evaluación precisa de los diferentes sectores dentro de la organización: las diferentes facetas de la transformación podrían ser más maduras que otras y, posteriormente, su percepción de madurez de la capacidad podría ser más precisa. Esto llevó a la creación de una matriz de evaluación de desafíos de transformación digital, que se puede encontrar en el *Anexo 3.1 Matriz de evaluación de desafíos*. Esta matriz se utiliza para evaluar hasta qué punto la organización ha

experimentado y abordado los desafíos. Esto se hizo para mitigar el efecto que la medida en que se han enfrentado desafíos que no están relacionados con dimensiones digitales específicas tiene en el resultado de la evaluación de desafíos.

Los resultados de la evaluación de desafíos, que se describe en el siguiente párrafo, se utilizarán para rellenar la matriz, llamada *Matriz de influencia de los desafíos*, que contextualizará aún más el estado digital *Actual* de la organización y proporcionará a las organizaciones una evaluación precisa de su progresión de transformación 4.0. Esta matriz se utiliza para comparar la relevancia de cada desafío con las diversas dimensiones digitales, y posteriormente la ponderación de relevancia, que va de cero a cien con cero que indica ninguna influencia y 100 que indica una fuerte influencia del desafío en la dimensión digital, y finalmente determina la influencia que cada desafío tiene en la asignación de la región en la que la organización está en la gráfica de progresión vs optimismo para cada dimensión digital. Esta matriz se puede encontrar en el *Anexo 3.1 Matriz de influencia de los desafíos*.

La evaluación de desafíos (Anexo 3.1) se ejecuta en dos fases: Primero los ejecutivos evaluarán los desafíos para determinar cómo la alta gerencia ha experimentado los desafíos, y Segundo el personal relevante para el desafío dentro de la organización completará la misma evaluación. Los resultados se compararán para determinar cómo las diferentes partes de la organización ven su viaje de transformación, y proporcionarán a las partes interesadas un indicador claro de la brecha potencial de comprensión entre ellos y el resto de la organización. Los resultados de ambas evaluaciones se utilizarán para poblar dos matrices de influencia de desafíos de transformación digital separadas, y la región en el gráfico de progresión vs optimismo (Ilustración 24) se indicará a partir de cada percepción, de los ejecutivos. y personal.

Esto apoyará aún más a las organizaciones en su proceso de toma de decisiones, ya

que ampliará la contextualización del estado *Actual* de la organización en relación con su madurez digital.

Fase 2 – Integración De La Evaluación Y Propuesta De Valor

Esta fase recopila los resultados de las evaluaciones de la Fase 1.2 y los integra con los resultados de la Fase 1.1 para guiar a las organizaciones a crear objetivos de transformación que se ajusten a sus capacidades en la adopción de metodologías 4.0 relevantes.

Cada iniciativa 4.0 se compone de varias rutas de interacciones que el cliente tiene, y las capacidades digitales se consideran las herramientas que se pueden utilizar como facilitadores para estas rutas de interacciones que el cliente tiene con la organización los cuales fueron mapeados en la Fase 1.1.2. Las capacidades digitales se clasificarán de acuerdo con su potencial de creación de valor en una visión que va desde un bajo potencial de creación de valor hasta un alto potencial de creación de valor.

A partir de la iniciativa 4.0 y las posteriores capacidades digitales que se recomendarán para la inversión, se deberá crear un panorama de desafíos para indicar a la organización lo que estos desafíos encontraran en el trayecto de la implementación del modelo. Esto ayudará aún más a la organización en su preparación para la adopción del modelo de implementación de tecnologías de la industria 4.0, ya que estarán más preparados para mitigar los desafíos antes de que se manifiesten.

El alcance de este trabajo de grado contextualiza la Fase 2 del modelo FIT 4.0 y de manera conceptual explica los objetivos que esta fase busca alcanzar, sin embargo, en esta investigación se desarrollan los principios de la Fase 2, pero no se alcanza un despliegue de esta por lo cual la validación de las teorías aquí expuestas serán presentadas como recomendaciones y sugerencias para futuras investigaciones.

Fase 2.1 – Resultados De La Evaluación

Para que una organización determine cómo implementar tecnologías de la industria 4.0, se requiere una combinación de las evaluaciones anteriores. La organización será informada de su posición en las cinco categorías, que se utilizarán en la Fase 2.2 *Propuesta de valor*.

El modelo debe presentar los resultados de las autoevaluaciones de una manera que sea fácil de entender, permitiendo a las organizaciones identificar en dónde se encuentran las debilidades y cómo influyen en su propuesta de valor, determinar qué necesidades tienen los clientes y como deben abordar las iniciativas, además de que también debe permitir identificar las rutas de las interacciones que el cliente tiene con la organización y determinar qué tan efectivos son en el diseño deseable, por otra parte debe permitir determinar qué tan habilitada digitalmente está la organización en su punto actual, y finalmente en qué medida se han enfrentado a los desafíos de transformación, para posteriormente, analizar cómo eso podría haber influido en su percepción de la madurez digital de las capacidades digitales identificadas.

Esta fase buscara integrar las evaluaciones en un informe que pueda utilizarse como un recurso de apoyo a la toma de decisiones, por lo que el informe debe contextualizar de manera clara y concisa cada fase y explicar las razones por las que la organización debe considerar cada tema evaluado, y cuál es el impacto de la fase en el proceso de inicio de una iniciativa de implementación del modelo de transición a tecnologías de la industria 4.0.

Fase 2.2 – Propuesta De Valor

Las organizaciones obtendrán información sobre su estado actual con respecto a la madurez digital en cada dimensión en función de los hallazgos de sus autoevaluaciones, basándose en la descripción de los distintos niveles de madurez de cada capacidad digital. Se

ayudará a la organización a determinar en dónde se puede crear valor para el cliente dentro de la organización comparándolo con los resultados de la fase de diseño de valor para el cliente. Esto también permitirá a la organización diseñar la iniciativa 4.0 con la ayuda de las capacidades que la organización ya posee.

Se debe hacer hincapié en el hecho de que no todas las iniciativas digitales deben aspirar a alcanzar el mismo nivel de madurez para cada capacidad digital, ya que las necesidades del cliente y las posteriores rutas de interacciones con la organización que el cliente tiene son únicas en diferentes organizaciones e industrias, y las capacidades digitales conllevan diferentes ponderaciones de creación de valor para diferentes iniciativas digitales. Esto está respaldado por un estudio realizado por (Deakin, LaBerge y O'Beirne, 2019).

Esta fase ayuda a las organizaciones a priorizar la inversión de recursos en el desarrollo de ciertas capacidades dentro de las iniciativas digitales en donde se puede crear la mayor cantidad de valor para el cliente. El resultado de esta fase debe ser una categorización de las capacidades de la organización basada en su necesidad de crear valor para la oferta hacia el cliente y, posteriormente, para la organización, y su madurez. Esto ayudará a la organización en su diseño de la iniciativa 4.0 para comprender qué capacidades digitales se requieren para que la iniciativa de modelo apoye a la organización en su objetivo de promulgar una implementación de tecnologías de la industria 4.0 que generen un valor agregado.

Fase 2.3 – Recopilación De Desafíos

Previamente se identificaron varios desafíos que enfrentan las organizaciones mientras experimentan transformaciones durante la implementación de tecnologías de la Industria 4.0. A través de la categorización de las capacidades actuales, se hizo evidente que ciertos desafíos están más relacionados con dimensiones digitales específicas que otros.

Se presentará a la organización un índice de desafíos de transformación a tecnologías 4.0 para indicar qué desafíos probablemente enfrentaran, en función de las capacidades digitales en las que van a invertir en búsqueda de fortalecer sus metodologías digitales. Esto debería ayudar a las organizaciones en su preparación para el lanzamiento de sus proyectos de implementación de tecnologías de la industria 4.0.

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La primera etapa de este proyecto de grado implica la contextualización de la declaración del problema. Esto se hizo a través de una revisión de la literatura que enmarca la Industria 4.0 y varios conceptos relacionados, en donde la conclusión general relacionada con la declaración del problema fue que las organizaciones pueden crear un valor significativo a través de una transformación a tecnologías 4.0, pero las organizaciones tienen una baja tasa de éxito en la difusión de transformaciones digitales de valor agregado.

Posteriormente el contenido de este trabajo de grado se dedicó a determinar los diversos desafíos de transformación que enfrentan las organizaciones cuando apuntan a implementar una transformación tecnológica 4.0 de valor agregado. Esto se hizo mediante el uso de una revisión sistemática de la literatura, en donde se creó un panorama de desafíos de transformación digital con principios generales identificados y discutidos. Este capítulo concluyó la contextualización de la declaración del problema y los objetivos de investigación, y se generó un conjunto de requisitos de diseño para un marco conceptual que tiene como objetivo permitir a las organizaciones promulgar transformaciones digitales de valor agregado, para que posteriormente se desarrollara el marco conceptual que abordaría los requisitos de diseño.

En este documento se llevó a cabo una evaluación de los marcos o modelos existentes que abordaban la transformación tecnológica 4.0 de las organizaciones. Variedad de modelos fueron encontrados a través de una revisión sistemática de la literatura. Cada modelo se comparó con los requisitos de diseño, y se llegó a la conclusión de que ningún marco o modelo existente aborda todos los requisitos de diseño, lo que validó la necesidad del marco conceptual propuesto.

La conclusión de que las organizaciones luchan por implementar transformaciones digitales de llevo a desarrollar el modelo FIT 4.0 a nivel conceptual. Los conceptos que se identificaron junto con el papel que desempeña cada concepto en el inicio de iniciativas digitales.

Se llevó una validación del modelo, con base en la metodología de triangulación que se discutió. Esta metodología incluyó validación a través de la literatura, entrevistas y un estudio de caso.

Aplicar el estudio de caso implico seguir el proceso de investigación en el que se analizó a fondo la necesidad de aplicar Modelo FIT 4.0, como una mediana empresa con el objetivo de comprender su situación actual y sus posibles soluciones. En este trabajo de grado se seleccionó un caso relevante para el tema de estudio que se ajustó a la población que delimita esta investigación. Además de que antes de comenzar el análisis se definieron los objetivos del modelo para generar un valor agregado a causa de la implementación de tecnologías 4.0 y estos objetivos se alinearon con los de la organización.

Posteriormente este documento recopila la información disponible sobre el caso, incluyendo archivos, informes, entrevistas, artículos u otros datos relevantes, para luego someter la información a un análisis que identifica patrones, tendencias y relaciones. También se identifican algunos problemas y posibles soluciones después de analizar los datos.

Por medio de este estudio de caso la organización obtuvo valiosas conclusiones y recomendaciones para abordar los problemas identificados.

5.1 Resultados del caso de estudio

El caso de estudio de esta investigación fue realizado en la empresa Metallica SAS, Una compañía colombiana ubicada en la región de Funza Cundinamarca, cuyas actividades

principales son el diseño y fabricación de equipos periféricos para pozos petroleros, proyectos metalmecánicos, construcción y montajes industriales.

Los cuestionarios y preguntas que se practicaron a la empresa Metallica SAS producto de esta investigación se realizaron a personal relevante en la toma de decisiones, supervisión y gestión de la empresa, empezando por el representante legal, Luis Gabriel Piratova Diaz, ante cualquier inquietud en referencia a la practica de este caso de estudio, el canal de contacto de la empresa Metallica SAS es el correo electrónico metallicasas@hotmail.com.

Para obtener el consentimiento informado de los participantes de la investigación se realizó la validación de información o la verificación de datos por medio de un formulario descrito en el documento (Formulario de consentimiento de validación) Anexo 5, Con el fin de asegurarse de que las personas participantes comprenden plenamente los propósitos, procedimientos y riesgos asociados con la validación, y que otorga su consentimiento voluntario para participar en el proceso.

Adicionalmente para aceptar la participación en el estudio, se solicitó la firma del documento (Declaración de consentimiento) Anexo 6.

Fase 1.1.1 – Disrupción De La Industria 4.0

Durante la ejecución de esta herramienta se logró identificar la disrupción de las tecnologías de la industria 4.0, su manifestación y efecto en la empresa Metallica SAS. Para lograrlo se llevaron a cabo 5 evaluaciones a personal relevante dentro de la organización, incluyendo desde supervisores hasta personal directivo, con el fin de investigar la probabilidad de que la compañía experimente disrupciones dentro de los cuatro enfoques identificados. Esta autoevaluación permitió conocer la percepción de la organización sobre la disrupción digital existente y potencial. Los objetivos de esta evaluación fueron probar la percepción de la

organización sobre su disrupción y educarlos sobre las posibles fuentes de disrupción, así como proponer estrategias para mejorar su urgencia de transformación mediante la implementación de tecnologías emergentes.

Resultado por participante por enfoque

Nivel	Enfoque	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5
Probabilidad	Legislativo	4	3	3	3	3
Probabilidad	Tecnología	3	3	3	4	3
Probabilidad	Comportamiento del cliente	3	3	3	3	3
Probabilidad	Competencia	3	3	3	3	3

Nivel	Enfoque	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5
Amenazas	Legislativo	3	3	3	3	3
Amenazas	Tecnología	3	2	2	2	2
Amenazas	Comportamiento del cliente	3	2	3	3	3
Amenazas	Competencia	3	3	3	3	3

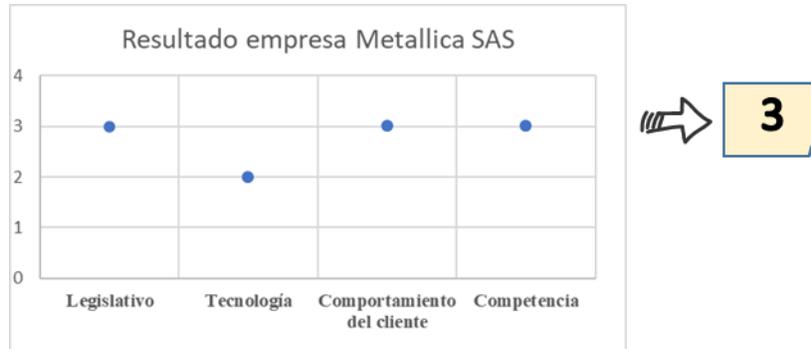
Resultado por empresa para cada enfoque

Nivel	Enfoque	Resultado por enfoque
Probabilidad	Legislativo	3
Probabilidad	Tecnología	3
Probabilidad	Comportamiento del cliente	3
Probabilidad	Competencia	3

Nivel	Enfoque	Resultado por enfoque
Amenazas	Legislativo	3
Amenazas	Tecnología	2
Amenazas	Comportamiento del cliente	3
Amenazas	Competencia	3

Enfoque	Nivel		Valor del resultado / Etapa de la disrupción		
Legislativo	Probabilidad	3	Amenaza	3	3 Clara - Se deben buscar iniciativas independientes y autónomas que incluyan las tendencias emergentes.
Tecnología	Probabilidad	3	Amenaza	2	2 Inevitable - Los cambios tecnológicos son inminentes, la organización debe adoptar nuevas estrategias inmediatamente.
Comportamiento del cliente	Probabilidad	3	Amenaza	3	3 Clara - Se deben buscar iniciativas independientes y autónomas que incluyan las tendencias emergentes.
Competencia	Probabilidad	3	Amenaza	3	3 Clara - Se deben buscar iniciativas independientes y autónomas que incluyan las tendencias emergentes.

El resultado de la etapa de disrupción de la organización en la que se encuentra es en la Etapa 3 Clara, en la cual las empresas comienzan a explorar nuevas tecnologías y modelos de negocio para mejorar su eficiencia y productividad.



- Las tendencias que causarán disrupción son claras en este punto.
- Deben comprometerse con la implementación de iniciativas que incluyan las tendencias emergentes.
- Las organizaciones se encuentran en una posición favorable, ya que es poco probable que sus flujos de ingresos tradicionales se vean interrumpidos hasta tal punto que no generen ingresos.
- Deben buscar iniciativas independientes y autónomas de actividad de negocio principal para que las iniciativas nuevas no tengan la tarea de reemplazar inmediatamente los ingresos generados.
- Las empresas deben desarrollar una mentalidad de experimentación y estar dispuestas a correr riesgos, adoptar nuevas tecnologías y colaborar con otras empresas.

Fase 1.1.2 – Identificación De Las Necesidades Del Cliente

La empresa Metallica SAS identificó las necesidades de sus clientes mediante el análisis de la industria y de la competencia: investigó las tendencias y las soluciones ofrecidas por la competencia. La información analizada provino de diferentes fuentes, como clientes, empleados, proveedores y competidores, y se utilizó en combinación para obtener una visión completa de 20 necesidades y deseos de los clientes expuestos en el siguiente listado.

Necesidades

- 1 Mejora en la precisión y calidad de los productos personalizados.
- 2 Mayor eficiencia en el proceso de diseño y fabricación de herramientas y maquinaria personalizadas.
- 3 Reducción de costos y tiempos de producción mediante la automatización de tareas.
- 4 Mayor flexibilidad en la adaptación de las herramientas y maquinaria a las necesidades cambiantes del cliente.
- 5 Implementación de tecnologías de realidad virtual para visualizar y aprobar los diseños personalizados antes de la fabricación.
- 6 Uso de sistemas de inteligencia artificial para generar propuestas de diseño optimizadas basadas en los requisitos del cliente.
- 7 Integración de soluciones de simulación y análisis en tiempo real para mejorar la eficiencia y rendimiento de las herramientas y maquinaria.
- 8 Implementación de plataformas digitales para facilitar la colaboración y comunicación entre el equipo de diseño y el cliente.
- 9 Uso de tecnologías de impresión 3D para prototipado rápido y fabricación de componentes personalizados.
- 10 Desarrollo de soluciones de monitoreo remoto para realizar un seguimiento del rendimiento y estado de las herramientas y maquinaria en uso.
- 11 Implementación de sistemas de gestión de datos en la nube para almacenar y acceder a la información de diseño de manera segura y eficiente.
- 12 Uso de sensores y dispositivos inteligentes para recopilar datos de rendimiento y realizar un análisis predictivo para el mantenimiento preventivo.
- 13 Integración de tecnologías de Internet de las cosas (IoT) para permitir la interconexión y comunicación de los equipos fabricados.
- 14 Implementación de sistemas de trazabilidad digital para rastrear la procedencia y el historial de los componentes utilizados en la fabricación.
- 15 Desarrollo de herramientas y maquinaria con interfaces intuitivas y amigables para facilitar su uso por parte del cliente.
- 16 Uso de tecnologías de realidad aumentada para brindar asistencia en la instalación, mantenimiento y reparación de los equipos.
- 17 Integración de soluciones de ciberseguridad para proteger los diseños personalizados y los datos confidenciales del cliente.
- 18 Implementación de sistemas de retroalimentación y seguimiento del cliente para mejorar continuamente la satisfacción y cumplir con sus necesidades.
- 19 Uso de algoritmos de optimización para mejorar el rendimiento y la eficiencia energética de las herramientas y maquinaria personalizadas.
- 20 Desarrollo de herramientas de software personalizadas para el análisis y diseño de productos específicos según los requisitos del cliente.

Fase 1.1.3 – Diseño De La Experiencia Del Cliente

El Índice de Diseño de McKinsey se utilizó para evaluar la madurez de las capacidades de diseño dentro de la empresa Metallica SAS, para utilizar esta herramienta, se diligencio el formulario evaluativo en línea ubicado en el sitio web oficial McKinsey Design Index. (<https://solutions.mckinsey.com/design-index>).

En el contexto del McKinsey Design Index (MDI), el resultado para la empresa Metallica SAS fue de un MD de 48, ubicándola en el tercer Cuartil del estudio comparativo, como se muestra en la Ilustración 24.

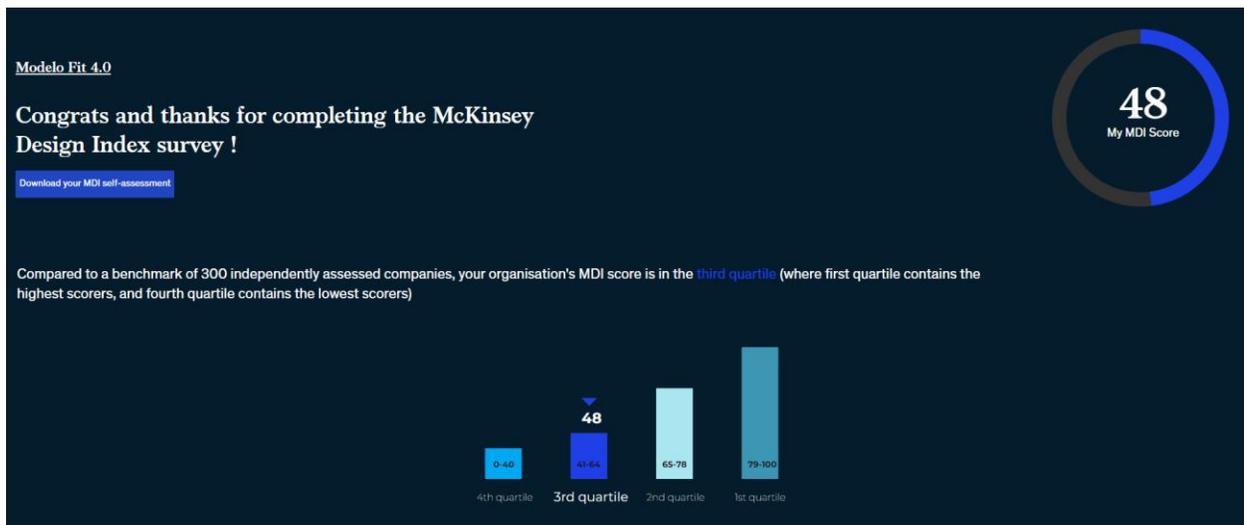


Ilustración 24 - Resultado McKinsey Design Index survey

El resultado de ubicarse en el tercer cuartil significa que la empresa se encuentra en el grupo de empresas que tienen un rendimiento promedio-alto en términos de diseño. Esto indica que la empresa ha logrado cierto nivel de éxito y excelencia en el diseño de productos, servicios y experiencias para sus clientes.

El MDI divide a las empresas participantes en cuatro cuartiles, basándose en su puntuación en el índice. El primer cuartil representa a las empresas con un rendimiento más bajo en diseño, el segundo cuartil a las empresas de rendimiento promedio-bajo, el tercer cuartil a las

empresas de rendimiento promedio-alto, y el cuarto cuartil a las empresas con un rendimiento más alto en diseño.

Debido a que Metallica SAS se encuentra en el tercer cuartil, es un indicador positivo de que está realizando esfuerzos significativos en el diseño y está obteniendo buenos resultados en comparación con la media. Adicionalmente el resultado arroja una proyección para un período de cinco años en el que si la empresa pasa del rendimiento del diseño del MDI del tercer cuartil al primer cuartil, Metallica SAS podría esperar ver:

36% puntos de crecimiento de ingresos adicionales

51% puntos adicionales de crecimiento del Retorno Total para Accionistas

Fase 1.2.1 – Capacidad Digital

Se llevaron a cabo 5 evaluaciones a personal relevante dentro de la organización, incluyendo desde supervisores hasta personal directivo, con el fin de proporcionar a Metálica SAS una idea general de que tan habilitada digitalmente está su organización y dónde carecen de madurez digital. Esta representación servirá como el estado Actual de la organización.

Los resultados promediados de esta evaluación son los siguientes:

Dimensión	Tecnología	
Capacidad	Calificación	Detalle
Análisis de datos	Estancado digitalmente	Los datos solo se utilizan con fines normativos y de calidad. La organización está considerando invertir en capacidades de análisis de datos.
Automatización de procesos	Colaboradores digitales	La mayoría de los procesos automatizados están integrados. Los procesos se mejoran manualmente, y la organización considera implementar procesos inteligentes con sistemas de retroalimentación para mejorar automáticamente el proceso.

Automatización de procesos	Seguidor digital	La organización tiene un amplio plan basado en la nube para implementarlo en toda la organización, con soluciones piloto implementadas en ciertas áreas de la organización. Los programas de capacitación se implementan dentro de la organización para garantizar que los gerentes tengan el conocimiento requerido con respecto a la computación en la nube.
Dimensión	Oferta de productos y servicios	
Capacidad	Calificación	Detalle
Velocidad de comercialización	Colaboradores digitales	La organización ha adoptado métodos de diseño ágiles, pero no han dominado el proceso para aumentar la eficiencia del proceso de diseño. La gestión de la innovación ocupa un lugar destacado en la lista de prioridades de los ejecutivos.
Habilitación de productos TIC	Seguidor digital	La organización ha explorado la integración entre productos, servicios y clientes con proyectos piloto en donde los productos exhiben características digitales limitadas y datos. Los servicios impulsados se ofrecen con poca integración del cliente con ciertos productos.
Productos y Servicios Personalizados	Colaboradores digitales	Los productos se integran con algunas funciones digitales, y se ofrecen servicios basados en datos con integración del cliente en la mayor parte de la organización con la intención de plenamente ambos.
Dimensión	Experiencia del cliente	
Capacidad	Calificación	Detalle
Enfoque en el valor del cliente	Colaboradores digitales	Se considera la experiencia del cliente a través de los puntos de interacción (de extremo a extremo), pero no el objetivo principal de la organización. La experiencia del cliente es una parte importante de la estrategia de creación de valor.
Alineación de la experiencia del cliente	Líder digital	La organización responde con prontitud a cualquier solicitud del cliente, pero no se involucra de manera proactiva con los clientes para utilizar sus comentarios en el diseño de la experiencia del cliente.
Interacción con el cliente y comentarios	Estancado digitalmente	Los productos se integran con algunas funciones digitales, y se ofrecen servicios basados en datos con integración del cliente en la mayor parte de la organización con la intención de plenamente ambos.
Dimensión	Cultura organizacional y personas	
Capacidad	Calificación	Detalle
Enfoque en el valor del cliente	Colaboradores digitales	Se considera la experiencia del cliente a través de los puntos de interacción (de extremo a extremo), pero no el objetivo principal de la organización. La experiencia del cliente es una parte importante de la estrategia de creación de valor.
Alineación de la experiencia del cliente	Líder digital	La organización responde con prontitud a cualquier solicitud del cliente, pero no se involucra de manera proactiva con los clientes para utilizar sus comentarios en el diseño de la experiencia del cliente.
Interacción con el cliente y comentarios	Estancado digitalmente	Los productos se integran con algunas funciones digitales, y se ofrecen servicios basados en datos con integración del cliente en la mayor parte de la organización con la intención de plenamente ambos.

Tabla 8 - Evaluación de las Capacidades Digitales

La globales que evidencian la calificación de la empresa son los siguientes:

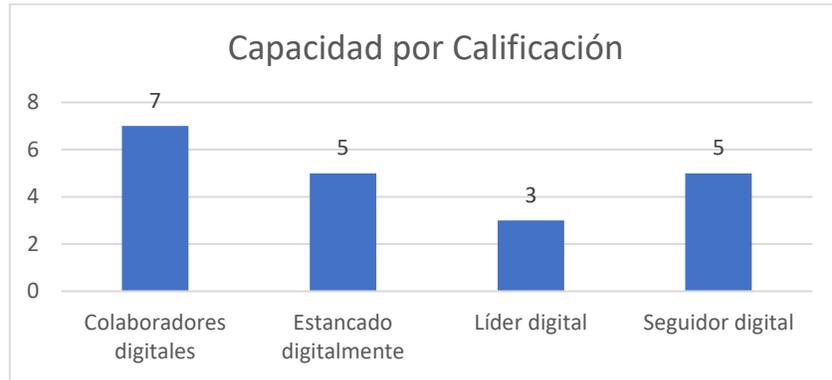


Ilustración 25 - Calificación de la capacidad Digital

Fase 1.2.2 – Desafíos De Transformación

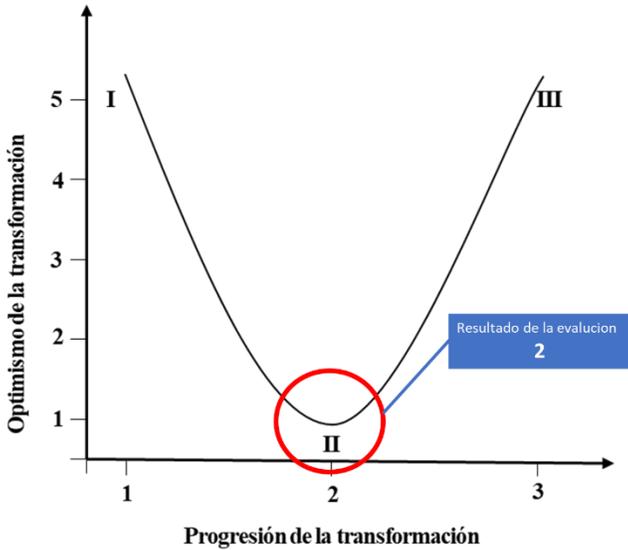
Se llevaron a cabo 5 evaluaciones sobre la Matriz de evaluación de desafíos al personal relevante dentro de la organización, incluyendo desde supervisores hasta personal directivo, con el fin de proporcionar a Metálica SAS para definir cuáles son los desafíos que presentan una mayor amenaza a la organización y cuál es su impacto en el negocio.

Los resultados promediados de esta evaluación son los siguientes:

Desafíos	Resultados
Falta de conocimiento y comprensión sobre las tecnologías 4.0 y su aplicación en el negocio.	III Comprensión de la madurez
Limitaciones de presupuesto para invertir en tecnologías de vanguardia.	III Comprensión de la madurez
Resistencia al cambio y falta de cultura digital en la organización.	I Punto de optimismo
Escasez de recursos humanos capacitados en tecnologías 4.0.	I Punto de optimismo
Dificultades para identificar las tecnologías más adecuadas y relevantes para el negocio.	III Comprensión de la madurez
Falta de acceso a infraestructura tecnológica y conectividad confiable.	III Comprensión de la madurez
Desafíos de ciberseguridad y protección de datos.	I Punto de optimismo
Integración de sistemas heredados con nuevas tecnologías.	I Punto de optimismo
Implementación de metodologías ágiles para el desarrollo de productos y servicios.	I Punto de optimismo
Automatización de procesos manuales y obsoletos.	I Punto de optimismo
Uso de análisis de datos para la toma de decisiones informadas.	II Punto de la desilusión
Implementación de soluciones de gestión de la cadena de suministro basadas en tecnología 4.0.	I Punto de optimismo
Adopción de tecnologías de IoT para mejorar la eficiencia operativa.	I Punto de optimismo
Implementación de herramientas de colaboración y comunicación digital para el trabajo en equipo.	III Comprensión de la madurez
Desarrollo de estrategias de marketing digital y comercio electrónico.	III Comprensión de la madurez
Uso de tecnologías de realidad virtual o aumentada para mejorar la experiencia del cliente.	I Punto de optimismo
Implementación de soluciones de automatización de procesos administrativos y contables.	I Punto de optimismo
Utilización de tecnologías de impresión 3D para prototipado rápido y fabricación personalizada.	I Punto de optimismo
Desarrollo de capacidades en inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar la productividad.	I Punto de optimismo
Adopción de tecnologías de seguimiento y monitoreo en tiempo real para el control de la producción y la logística.	II Punto de la desilusión

Ilustración 26 - Evaluación de Desafíos de la transformación digital

El resultado de la matriz de influencia muestra a la empresa Metallica SAS con un impacto de II.



5.2 Recomendaciones Para La Expansión De La Herramienta

A través de la ejecución de las diversas fases que se elaboraron en este capítulo, se hicieron sugerencias sobre qué herramienta utilizar para lograr el resultado, se alienta a los usuarios de este marco a centrarse más en el logro de los resultados propuestos en cada fase que en el uso de la herramienta específica en sí. Las herramientas propuestas se seleccionaron en función de su capacidad para cumplir con ciertos criterios para cada fase, pero el modelo permite a las organizaciones refinar aún más los criterios de selección para alcanzar los resultados deseados.

Como se discutió previamente, el objetivo de este modelo es proporcionar apoyo a la toma de decisiones a las organizaciones con respecto a la implementación de iniciativas digitales, la naturaleza educativa del modelo permite y alienta al usuario a reevaluar varias fases continuamente para asegurar su pertinencia. Por lo tanto, no se desarrolló una herramienta específica para medir el avance de la implementación, sino que se concluyó que esto se convertiría en una propuesta de mejora durante la implementación de las iniciativas digitales, por lo que queda fuera del alcance de este trabajo de grado.

La Tabla 8 resume las diversas fases del Modelo FIT 4.0, con un enfoque específico puesto en retomar herramienta que se propone para cada fase y cuál es el resultado deseado de cada fase.

Fase	Herramienta	Resultado
Fase 1.1.1	Herramienta de evaluación del perfil de disrupción (Anexo 1)	Contextualización de las diversas disrupciones que puede presentar la organización dentro de los enfoques evaluados, y definir la etapa de disrupción en la que se encuentra la organización con relación al avance global de la industria 4.0
Fase 1.1.2	Herramienta del modelo Kano	Identificar y categorizar las necesidades del cliente. Identifica los tipos de atributos o características de un producto o servicio
Fase 1.1.3	Herramienta de mapeo de la experiencia del cliente. Índice de Diseño de McKinsey	Mapeo de las rutas de interacciones que el cliente tiene con la organización; medición del diseño de la experiencia del cliente Capacidades.
Fase 1.2.1	Modelos de Madurez de las Capacidades (MMC). <i>Anexo 2 - Declaraciones de capacidad.</i>	Calificación de madurez de varias capacidades digitales para crear un estado ' Actual ' de la organización.
Fase 1.2.2	Herramienta de evaluación de desafíos. Anexo 3 Matriz de evaluación de los desafíos, y Matriz de influencia de los desafíos	Determinar en dónde se encuentra la organización en el proceso de transformación digital. Definir su Madurez digital
Fase 2.1	Se sugiere un reporte Escrito	Resumir los hallazgos de las cinco fases anteriores en un informe que transmita fácilmente los hallazgos de cada una de ellas.
Fase 2.2	Se sugiere una tabla de priorización de actividades	Guiar a la organización para priorizar las iniciativas que crearán valor para la organización.
Fase 2.3	Se sugiere un Índice de desafíos	Hacer que las organizaciones sean conscientes de los desafíos potenciales que podrían encontrar para ayudarlas en actividades proactivas para hacer frente a dichos desafíos.

Tabla 9 - FIT 4.0 Resumen Estructural.

El amplio alcance de esta investigación significó que hay varios temas que pueden investigarse más a fondo después de la finalización de esta investigación. El desarrollo del modelo fue genérico, ya que se desarrolló a un alto nivel, y la investigación futura puede centrarse en el desarrollo detallado de cada etapa dentro del modelo para que sea aplicable dentro de una industria específica.

Se descubrió que una de las mayores barreras para una transformación tecnológica 4.0 exitosa es el compromiso de los ejecutivos para promulgar una transformación digital, y este modelo no aborda esa barrera. El modelo asume que los ejecutivos se han comprometido a

usarlo, y las investigaciones futuras pueden investigar cómo se puede asegurar el compromiso de la alta gerencia.

Finalmente se reconoce que al ser este un trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial, el alcance de ese documento se limita a las etapas iniciales del desarrollo del modelo, en donde se describen y desarrollas las primeras fases del modelo, y se sientan las bases para la continuidad de la investigación. Adicionalmente la aplicación de este modelo se ve reducida, ya que existe una brecha entre la naturaleza teórica de plantear un modelo de iniciativa tecnológica 4.0 como este y la implementación de todos estos conceptos en más de un estudio de caso, y esto es algo que se consideró fuera del alcance de este trabajo de grado y que también se considera como recomendación de investigación futura.

6. REFERENCIAS

Schwab, K. (2017). La cuarta revolución industrial.

World Economic Forum (2021). The 4th Industrial Revolution: Reshaping the Future of Production.

Gilchrist, A. (2016). Industry 4.0 The Industrial Internet of Things.

MINTIC (2019). Aspectos básicos de la Industria 4.0.

Piccinini, E. (2015). Transformando el negocio industrial: El impacto de la transformación digital en las organizaciones automotrices.

ENTIC Empresas (2021). Encuesta de tecnologías de la información y las comunicaciones en empresas – DANE.

Bruce Mac Master, Balance 2021 y perspectivas 2022 - ANDI (2021).

Informe nacional de competitividad INC 2021-2022.

Sjobakk, B. (2018). The strategic landscape of Industry 4.0.

Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 - Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management.

MarketsandMarkets, (2021). Industrial IoT Market

Bigelow, S. J. (2012). ¿Qué es la computación en la nube?

Microsoft Azure, (2018). ¿Qué es la computación en la nube? Una guía para principiantes

What is Industry 4.0? (www.ibm.com)

Boston Consulting Group, (2019). Abrazando la Industria 4.0 y redescubriendo el crecimiento.

Cummins, K. (2010). El auge de la fabricación aditiva - El ingeniero

Paelke, V. (2015). Realidad aumentada en la fábrica inteligente: apoyando a los trabajadores en un entorno de industria 4.0.

Martino, P., Schaffner, J. (2016). Review of Top 10 Digital Initiatives to transform your Business and lessons learned from the Market, Deloitte Inside magazine.

McKinsey & Company. (n.d.). A roadmap for a digital transformation. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/a-roadmap-for-a-digital-transformation>

Schein, E. H. (1990). Organizational Culture, American Psychologist.

Strode, D. E., Huff, S. L. and Tretiakov, A. (2009). The impact of organizational culture on agile method use

Esber, D. (2015) Discussions on digital

Gerth, A. B. and Peppard (2016). The dynamics of CIO derailment: How CIOs come undone and how to avoid it

Dietel, M. (2018). Maturity model of digitization for SMEs

Earley, S. (2014). The Digital Transformation: Staying Competitive

Osterwalder, A. and Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation.

Vacek, J. (2016). On the road: from industry 4.0 to society 4.0.

Eggers, W. D., Turley, M. (2018) The future of regulation: Principles for regulating emerging technologies.

Brozek, M. (2015). Digital Transformation in the Age of the Customer. Forrester Research, (October).

- Sommer, A. F (2014). Improved Product Development Performance.
- Westerman, G. et al. (2011). Digital Transformation: A Road-Map for Billion-Dollar.
- Bender, M. and Willmott, P. (2017). Digital Reinvention.
- Hood, J. Brady, A. and Dhanasri, R. (2016). Industry 4.0 engages customers.
- Dremel, C. (2017). How Audi AG established big data analytics in its digital transformation.
- Gabriel, D. (2013) Enfoques inductivos y deductivos de la investigación. Disponible en:
- Simons, H. (2009). El estudio de caso: Teoría y práctica.
- Abusabha, R. y Woelfel, M. (2003). Métodos cualitativos frente a cuantitativos: dos opuestos que hacen una combinación perfecta.
- Elkatawneh, H. and Scandal, A. G. (2018). Comparando enfoques cualitativos y cuantitativos.
- Jabareen, Y. (2009). Construcción de un marco conceptual: filosofía, definiciones y procedimiento.
- Du Preez, N. (2015) Ingeniería Empresarial, Universidad de Stellenbosch.
- Glaser, B. (2008). Grounded theory methodology.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews.
- Rabionet, S. E. (2011). How I Learned to Design and Conduct Semi-structured Interviews : An Ongoing and Continuous Journey.
- Yin, R. K. (2011). Case Study Research: Design & Methods.

Gómez y Echeverria, (2021). SI4M: An Approach of Maturity Assessment Model in Industry 4.0 for Small and Medium Enterprises. Department of Industrial Engineering, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Carolis, A. (2018). A Maturity Model for Assessing the Digital Readiness of Manufacturing Companies.

Patriciaa y Elsab, B (2022). Industry 4.0 and business process management: state of the art and new challenges. Facultad de Informatica, Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.

Mendoza, F. (2020). Intelligent processes in the context of Mining 4.0: Trends, research challenges and opportunities.

Exner. K, Balder. J, Stark. R. (2018). A PSS maturity self-assessment tool,

Marcela y Gallego, (2021). A systematic improvement model to optimize production systems within industry 4.0 environments: A simulation case study.

Saleh, B. (2022). A Framework for Industry 4.0 Implementation in Circular Economy Manufacturing Systems.

Johannes, H. (2022). Integration of Improvement Strategies and Industry 4.0 Technologies in a Dynamic Evaluation Model for Target-Oriented Optimization.

Rubio y Pérez, R.(2021). New paradigms in the labor market. How to adapt to the requirements of the industry 4.0.

Westerman, G. (2011). Digital transformation: A roudmap for billion dolar organizations. MIT Center for digital business and capgemini consulting.

Straker. K, Wrigley. C, y Bucolo. S (2013). Comparing and Complementing Methods : Traditional Market Research Vs . Deep Customer Insights.

Skog. D A, Wimelius. H, and Sandberg. J, (2018). Digital Disruption, Business and Information Systems Engineering.

Mizuno. S, Akao. Y, y Ishihara. K, (1994). QFD: the customer-driven approach to quality planning and deployment.

Ekmekc. I, and Koksal. M, (2015). Triz Methodology and an Application Example for Product Development.

Beemaraj. R, Theni. T. (2018). Six sigma concept and dmaic implementation.

Arikkök. M. (2017). TOTAL QUALITY MANAGEMENT Strategic Marketing Communications Plan for Kajaanin Honka View project.

Fraser. J, y Gosavi. A (2010). Ac 2010-267 : What Is Systems Engineering ?

Accenture. (2018). How the digital disruption of Industry 4.0 will transform the chemical industry. Recuperado el 11 de abril de 2023, de https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-83/Accenture-Industry-4-0-Chemical-Industry.pdf#zoom=50

Deloitte. (2018). Industry 4.0: Are you ready? Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/manufacturing/deloitte-nl-mfg-industry-4-0-are-you-ready.pdf>

Bradley. J, y O'Toole, J. (2016). An incumbent's guide to digital disruption. Recuperado de <https://www.mckinsey.com/capabilities/strategy-and-corporate-finance/our-insights/an-incumbents-guide-to-digital-disruption>

Ernst y Young (2013). The "Business Model" concept in Integrated Reporting.

Oracle, C. (s.f.). Oracle. Obtenido de <https://www.oracle.com/co/cx/what-is-cx/#:~:text=En%20cada%20punto%20de%20contacto,%C3%A9xito%20que%20tendr%C3%A1%20tu%20negocio.>

Finanzas y contabilidad. (2022). plantillaspyme.com. Obtenido de <https://www.plantillaspyme.com/blog-pymes/finanzas-y-contabilidad/que-es-el-modelo-de-kano-y-como-funciona>

Sheppard. B (2018). The Business Value of Design. McKinsey Quarterl.

González. F, y Evans. P (2020). Reinventar la empresa en la era digital. Banco BBVA.

Paulk. M, Curtis. B (1993). Capability Maturity Model for Software, Version 1.1.

Deakin. J, LaBerge. L, y O'Beirne. B (2019). Five moves to make during a digital transformation, McKinsey Digital.

7. ANEXOS

ANEXO 1 - PERFIL DE DISRUPCIÓN

Nivel de probabilidad

Legislativo	Muy Probable	Probable	Improbable	Muy improbable
1. ¿Qué tan probable es que reciba sanciones por incumplir regulaciones que se basen en el uso de tecnologías para la gestión contable y financiera?	1	2	3	4
2. ¿Qué tan probable es que reciba sanciones por incumplir regulaciones que se basen en el uso de tecnologías para la gestión del talento humano?	1	2	3	4
3. ¿Qué tan probable es que se cumplan de manera efectiva las normas y regulaciones de su territorio durante la operación cotidiana de su negocio en la actualidad?	1	2	3	4
4. ¿Qué tan probable es que las nuevas regulaciones afecten la forma en que opera su industria en los próximos cinco años?	1	2	3	4
5. ¿Qué tan probable es que la disminución de regulaciones afecte la manera en cómo opera su industria en los próximos cinco años?	1	2	3	4
6. ¿Qué tan probable es que las regulaciones que se extienden desde diferentes geografías afecten la forma en que opera su industria durante los próximos cinco años?	1	2	3	4
7. ¿Qué tan probable es que exista desinformación en el momento en el que existan cambios y actualizaciones de regulaciones y políticas que afecten su organización?	1	2	3	4
8. ¿Qué tan probable es que pueda ser víctima de ciber ataques o filtración de información sensible de la organización?	1	2	3	4
Tecnología	Muy Probable	Probable	Improbable	Muy improbable
1. ¿Qué tan probable es que pueda capacitar de manera periódica a su personal de manera efectiva para el uso de nuevas tecnologías?	1	2	3	4
2. ¿Qué tan probable es que las tendencias tecnológicas actuales estén afectando la productividad de su negocio?	1	2	3	4
3. ¿Qué tan probable es que la organización invierta en tecnología para la aplicación de nuevas metodologías de trabajo o para la adquisición de nuevas herramientas tecnológicas durante los próximos dos años?	1	2	3	4
4. ¿Qué tan probable es que las nuevas tecnologías aumenten la eficiencia y la efectividad de su organización en los próximos cinco años?	1	2	3	4
5. ¿Qué tan probable es que las nuevas tecnologías creen nuevas ofertas de mercado para su organización y, por lo tanto, vías de ingresos en los próximos cinco años?	1	2	3	4
6. ¿Qué tan probable es que el flujo de ingresos disminuya haciendo uso de las herramientas y estrategias tecnológicas que posee la organización actualmente, sin propiciar algún cambio tecnológico durante los próximos 3 años?	1	2	3	4
7. ¿Qué tan probable es que recurra a la contratación de personal más capacitado en el uso de tecnologías de la industria 4.0 para desarrollar estrategias de mercado?	1	2	3	4
8. ¿Qué tan probable es que recurra en la contratación de personal más capacitado en el uso de tecnologías de la industria 4.0 para desarrollar automatización de procesos?	1	2	3	4
9. ¿Qué tan probable es que los activos tecnológicos actuales de la organización requieran de una actualización o potencial cambio en los próximos 3 años?	1	2	3	4
10. ¿Qué tan probable es que las nuevas tendencias de marketing afecten negativamente el negocio si la organización no se acopla a estas estrategias?	1	2	3	4

Comportamiento del cliente

	Muy Probable	Probable	Improbable	Muy improbable
1. ¿Qué tan probable es que nuevos clientes lleguen a conocer la oferta de la empresa, si no se actualiza el modelo de negocio a modelos tecnológicos de vanguardia?	1	2	3	4
2. ¿Qué tan probable es que sus clientes prefieran canales de contacto como chatbots o contestadoras automáticas para potenciar la cliente?	1	2	3	4
3. ¿Qué tan probable es que sus clientes quieran nuevos atributos de los productos o servicios de su industria en los próximos tres años?	1	2	3	4
4. ¿Qué tan probable es que sus clientes utilicen soluciones alternativas para reemplazar su producto o servicio en los próximos tres años?	1	2	3	4
5. ¿Qué tan probable es que los clientes de su industria cambien bruscamente su comportamiento de compra en los próximos tres años?	1	2	3	4
6. ¿Qué tan probable es que sus clientes no logren retroalimentar su experiencia sobre sus productos y servicios haciendo uso de herramientas tecnológicas de vanguardia?	1	2	3	4
7. ¿Qué tan probable es que su empresa no tenga un sitio web con información relevante para sus clientes actuales, o cliente potenciales en el próximo año?	1	2	3	4
8. ¿Qué tan probable es que sus clientes reemplacen sus productos o servicios por carecer de metodologías de trabajo basadas en tecnologías de la industria 4.0?	1	2	3	4
9. ¿Qué tan probable es este omitiendo la posibilidad de hacer sus productos o servicios mas rentables, sin perder calidad y servicio al cliente, por medio de estrategias tecnológicas de vanguardia?	1	2	3	4
10. ¿Qué tan probable es que la organización pierda mercado por no estar en línea con propuestas sustentables para el medio ambiente?	1	2	3	4

Competencia

	Muy Probable	Probable	Improbable	Muy improbable
1. ¿Qué tan probable es que el crecimiento corporativo haya sido significativamente menos efectivo que el de sus competidores en los últimos 2 años?	1	2	3	4
2. ¿Qué tan probable es que sus competidores apliquen nuevas técnicas comerciales para la atracción de clientes, haciendo uso de las tendencias tecnológicas?	1	2	3	4
3. ¿Qué tan probable es que un competidor no tradicional ingrese a su industria en los próximos tres años?	1	2	3	4
4. ¿Qué tan probable es que un gran competidor existente de otra industria quiera incursionar en la industria a la que su empresa pertenece?	1	2	3	4
5. ¿Qué tan probable es que un competidor tradicional de su industria se expanda significativamente en los próximos tres años?	1	2	3	4
6. ¿Qué tan probable es que la calidad de sus procesos sea superada por la de sus competidores por no implementar estrategias tecnológicas de vanguardia en los próximos tres años?	1	2	3	4
7. ¿Qué tan probable es que la percepción del cliente sobre su marca no sea tan positiva en relación con la percepción del cliente sobre la marca de sus competidores en los próximos tres años?	1	2	3	4
8. ¿Qué tan probable es que la eficiencia de sus competidores tradicionales sea superior a la suya en los próximos 3 años?	1	2	3	4
9. ¿Qué tan probable es que un competidor tradicional, amplie su oferta en comparación con la de su organización en los próximos 3 años?	1	2	3	4
10. ¿Qué tan probable es que un competidor pueda ofrecerle servicios tercerizados a su organización, producto de que ellos posean herramientas tecnológicas mas sofisticadas?	1	2	3	4

Nivel de amenazas

Legislativo

	Deficiente	No cumple	Cumple	Excelente
1. ¿Qué tan alineada esta la organización frente a las normativas legales vigentes en términos de comunicación y almacenamiento de la información de acuerdo a la localización en donde se tenga actividad?	1	2	3	4
2. ¿Sistema de seguridad confiable y verificable de la información almacenada para evitar posibles hurtos y propagación de información sensible?	1	2	3	4
3. ¿Almacenamiento de información digital de manera organizada y clara para posibles auditorías?	1	2	3	4
4. ¿Actualización y ejecución de políticas emitidas por departamento de impuestos de manera inmediata a la publicación?	1	2	3	4
5. ¿Política de tratamiento de datos personales y almacenamiento de información confidencial?	1	2	3	4
6. ¿Recepción de pagos electrónicos de manera segura sin incurrir en riesgos de estafa para los clientes?	1	2	3	4
7. ¿Cómo es el nivel de Investigación que tiene la organización sobre los terceros con los que se tengan relaciones, para garantizar la confiabilidad en términos legales de los mismos?	1	2	3	4
8. ¿Adquisición y actualización de software legal y licenciado?	1	2	3	4

Tecnología

	Deficiente	No cumple	Cumple	Excelente
1. ¿Sistemas de almacenamiento de información en la nube?	1	2	3	4
2. ¿Programas de capacitación de personal para el uso de herramientas y tecnologías de la industria 4.0?	1	2	3	4
3. ¿Dotación de elementos tecnológicos, internet, y medios de comunicación para los empleados que lo requieran, garantizando un adecuado desarrollo de sus funciones?	1	2	3	4
4. ¿Inversiones periódicas para la adquisición de materiales y equipos tecnológicos necesarios para el buen desarrollo de las funciones de los empleados?	1	2	3	4
5. ¿Desarrollo de pagina web que posea información relevante y confiable sobre el negocio?	1	2	3	4
6. ¿Desarrollo de redes sociales para la publicación de información relevante al negocio, además de ser una herramienta de marketing?	1	2	3	4
7. ¿Adaptación a sistemas de la información ERP o módulos de gestión informática para gestionar las áreas de la organización?	1	2	3	4
8. ¿Automatización de procesos ofimáticos para la gestión de la información que permita unir diferentes fuentes de datos, analizarlas y concluir en toma de decisiones?	1	2	3	4
9. ¿Empleo de la firma electrónica?	1	2	3	4
10. ¿Sistema de recolección de pagos electrónicos para que los clientes puedan realizar pagos por medio de diferentes métodos?	1	2	3	4

Comportamiento del cliente

	Deficiente	No cumple	Cumple	Excelente
1. ¿Utilización de CRM o mecanismo de seguimiento de peticiones quejas o reclamos de los clientes?	1	2	3	4
2. ¿Revisión periódica de la empresa para apreciar puntos fuertes y débiles frente al cliente?	1	2	3	4
3. ¿Monitorear el servicio y la participación del consumidor en su organización para obtener el grado de satisfacción global de los clientes?	1	2	3	4
4. ¿Planes de comunicación comercial, detallado y documentado por mercado?	1	2	3	4
5. ¿Canales de comunicación digitales como, correo electrónico específico para servicio al cliente, sistema de comunicación por chat corporativo, y recepción de llamadas telefónicas?	1	2	3	4
6. ¿Análisis financiero de ventas, visitas de los clientes, quejas, y número de consultas?	1	2	3	4
7. ¿Control de calidad periódico sobre la oferta de la organización, para percibir la experiencia del cliente?	1	2	3	4
8. ¿Estrategia de innovación de los productos o servicios existentes?	1	2	3	4
9. ¿Se poseen elementos tecnológicos que le faciliten la ubicación y el acceso a los clientes sobre la información de la oferta que ofrece la organización?	1	2	3	4
10. ¿Programa o estrategias de fidelización de clientes?	1	2	3	4

Competencia

	Deficiente	No cumple	Cumple	Excelente
1. ¿Existe una estructura organizacional bien definida?	1	2	3	4
2. ¿Análisis de posicionamiento frente a la competencia?	1	2	3	4
3. ¿Tiene elaborada una segmentación eficaz del mercado y de los clientes?	1	2	3	4
4. ¿Política de mejora de los productos existentes y de creación de otros nuevos?	1	2	3	4
5. ¿Sistema de valoración de la productividad de los colaboradores de la organización?	1	2	3	4
6. ¿Control del coste de la oferta en función del coste global del mercado para ser competitivo?	1	2	3	4
7. ¿Valoraciones sistemáticas de los proveedores para monitorear costos?	1	2	3	4
8. ¿Política de compras definida y monitoreada para garantizar idoneidad en el uso de los recursos de acuerdo a la actividad de la empresa?	1	2	3	4
9. ¿Estrategias de valor agregado a la oferta de la organización con relación a la oferta de los competidores?	1	2	3	4

Evaluación del riesgo

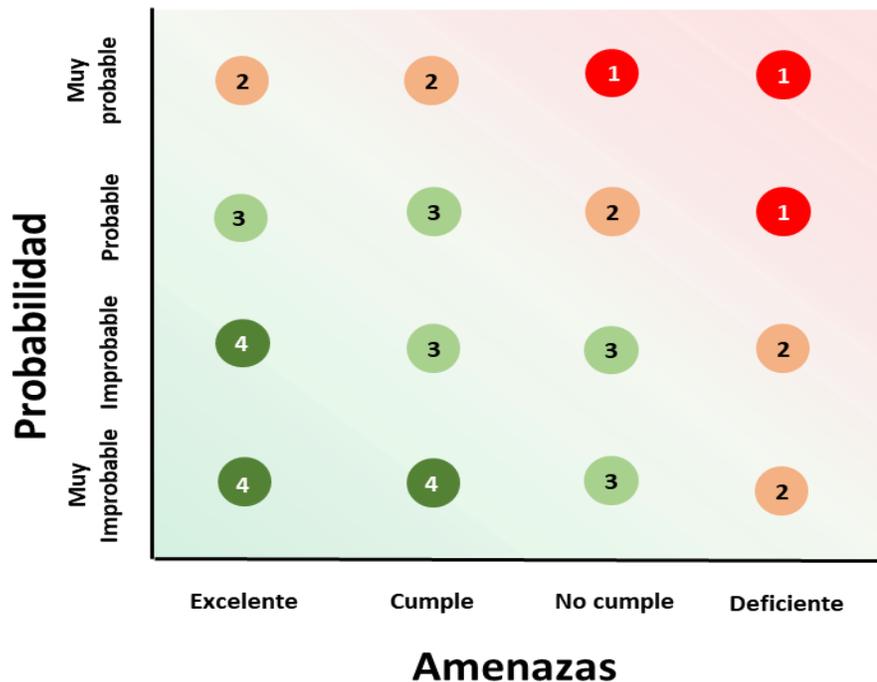
Una vez obtenido el número promedio por cada una de las dos evaluaciones “Probabilidad” y “Amenazas” se establecen los siguientes resultados:

PROBABILIDAD		AMENAZAS	
Promedio	Resultado	Promedio	Resultado
1	= Muy probable	1	= Deficiente
2	= Probable	2	= No cumple
3	= Improbable	3	= Cumple
4	= Muy Improbable	4	= Excelente

Luego de establecer el resultado de las dos evaluaciones, se identifica la etapa en la que se encuentra la organización de manera específica por enfoque, para esto se toman los resultados de cada evaluación por enfoque y se alinean de acuerdo a la figura A, o para identificar la etapa general de la organización se toman los promedios de los enfoques por evaluación para calcular un promedio general obteniendo así un resultado compuesto, el cual también se debe alinear con la figura A.

Luego de alinear los resultados, se realiza el cruce en la matriz, obteniendo así un valor resultado que se ajusta a las etapas de la disrupción buscada de la siguiente manera:

Valor resultado	Etapas de la disrupción
1	= Nueva Normalidad
2	= Inevitable
3	= Clara
4	= Detectable



ANEXO 2 – DECLARACIONES DE CAPACIDAD

Estrategia y liderazgo

	Etapas de madurez de la capacidad				
Capacidades Digitales	Desconocimiento digital	Estancado digitalmente	Seguidor digital	Colaboradores digitales	Líder digital
Estrategia de transformación	No hay reconocimiento de la Industria 4.0 y por lo tanto, no hay estrategia de transformación.	La Industria 4.0 es reconocida a nivel departamental, pero no está integrada en la estrategia de negocio.	La Industria 4.0 está incluida en la estrategia de negocio, pero centrada en la implementación de conceptos puntuales de Industria 4.0, y no en la transformación de la organización.	Existe una estrategia coherente de Industria 4.0 que se ha comunicado en toda la organización y se entiende ampliamente.	La organización tiene una estrategia sólida y coherente de Industria 4.0 que se ha implementado en toda la organización.
<i>Evaluación (marca x en una opción)</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Hess et al., 2016; Infor, 2016)</i>				
Apoyo Ejecutivo	Los líderes de las organizaciones no apoyan la agenda de la Industria 4.0 en absoluto, y por lo tanto ningún miembro de la alta dirección está asumiendo la responsabilidad de ello.	El equipo ejecutivo es consciente de la Industria 4.0 y los posibles cambios que puede traer, pero no están investigando activamente los posibles efectos de los mismos.	El equipo de liderazgo está explorando los beneficios potenciales de la Industria 4.0 pero no está comprometido con la implementación de estos en la organización.	El equipo de liderazgo es consciente de los beneficios financieros potenciales de integrar los conceptos de la Industria 4.0 y desarrollar planes para invertir y ha nombrado, o está en proceso de asignar a un colaborador para asumir la responsabilidad de la transformación digital.	La Industria 4.0 es apoyada en toda la organización a nivel ejecutivo y departamental. Hay un empleado con una clara responsabilidad de supervisar la transformación digital.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Hess et al., 2016; Agca et al, 2017)</i>				
Financiación de la transformación	No se han realizado inversiones mínimas en la Industria 4.0 y no existen planes para invertir recursos en la agenda de la Industria 4.0.	La organización ha comenzado a explorar las implicaciones financieras de una transformación digital, pero no ha tomado ninguna medida concreta para comprometerse con las inversiones en Industria 4.0.	Se han realizado inversiones en Industria 4.0, pero no se ha realizado una revisión continua del análisis de costo / beneficio para las inversiones de la Industria 4.0. Actualmente se están estudiando posibles modelos de financiación.	El equipo ejecutivo ha elaborado un plan financiero preliminar para subvencionar la transformación digital, pero carecen de acceso a la totalidad de la cantidad necesaria. Las organizaciones realizan análisis irregulares de costo / beneficio de las inversiones realizadas en Industria 4.0.	La organización cuenta con un modelo de financiación estructurado y sostenible para su transformación digital y ha recibido el respaldo financiero necesario. Realizan regularmente análisis de costo / beneficio de las inversiones en Industria 4.0.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Haffke, Kalgovas y Benlian, 2016; Agca et al., 2017)</i>				
Medición de la transformación	Como no hay transformación en este punto, no hay nada que medir por KPI.	No hay KPI en su lugar para medir la transformación digital. La progresión de la transformación se mide sobre una base con propósitos particulares.	La organización tiene KPI para medir su desempeño en ciertas áreas, con KPI limitados para sus inversiones en Industria 4.0.	Existe un fuerte impulso para medir la progresión de la transformación con KPI, pero los KPI no miden áreas estratégicas de rendimiento que indiquen su verdadera progresión de transformación digital.	La transformación digital se monitorea de cerca con KPI estratégicamente ubicados en toda la organización que se informan regularmente a la alta dirección de la organización y miden con precisión su digital. progresión de transformación.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Agca et al., 2017; Anderson y Proctor, 2019)</i>				

Operaciones comerciales

Capacidades Digitales	Etapas de madurez de la capacidad				
	Desconocimiento digital	Estancado digitalmente	Seguidor digital	Colaboradores digitales	Líder digital
Colaboración del Departamento	Hay una colaboración mínima o nula entre los departamentos y la organización opera separando los diferentes tipos de empleados, en general según el departamento en el que trabajan.	La interacción interdepartamental es limitada dentro de la organización. Algunas áreas del negocio están integradas y soportadas por sistemas de TI.	Aunque la organización opera principalmente por áreas o unidades de negocio independientes, se ha comenzado un proceso para fomentar la colaboración interfuncional y está en el proceso de implementar estructuras de TI que puedan soportar procesos colaborativos.	Los departamentos dan la bienvenida a la colaboración multifuncional con algunos departamentos que colaboran. Existe un soporte informático completo de procesos, pero no totalmente integrado.	El modelo de negocio funciona a través de la colaboración entre departamentos y organizaciones externas. Los sistemas de TI soportan todos los procesos de la empresa y están integrados.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Magdaleno, Araujo y Werner, 2011; Westerman et al,2011; Agca et al, 2017)</i>				
Gestión digital de la cadena de suministro	Sin integración ni comunicación con proveedores o clientes. La comunicación con proveedores y clientes ocurre sin planificación y solo con propósitos particulares. Respuesta lenta a las condiciones cambiantes de la industria. No hay recopilación de datos en toda la cadena de suministro.	Intercambio de datos básicos cuando sea necesario con proveedores y clientes. Respuesta lenta a moderada a las condiciones cambiantes de la industria y las necesidades cambiantes de los clientes. Los datos se registran sobre una base ad hoc.	Se exploran e implementan iniciativas estratégicas de intercambio de datos entre proveedores y clientes, pero la mayoría del intercambio de datos todavía se realiza cuando es necesario. Respuesta moderada a las condiciones cambiantes de la industria y las necesidades cambiantes de los clientes. Los datos se recopilan estratégicamente de ciertos miembros de la cadena de suministro interna.	El intercambio de datos se produce entre proveedores estratégicos clave y clientes. Respuesta moderada a las condiciones cambiantes de la industria y las necesidades cambiantes de los clientes. Los datos se recopilan de la mayoría de los miembros internos y algunas partes interesadas externas a lo largo de la cadena de suministro.	Sistemas totalmente integrados con intercambio de datos entre clientes y proveedores para procesos apropiados. Respuesta inmediata a las condiciones cambiantes de la industria y las necesidades cambiantes de los clientes. Los datos se recopilan de la mayoría de los miembros de la cadena de suministro, interna y externamente.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Kurnia et al., 2014; Farahani, Meier y Wilke, 2015; Agca et al., 2017)</i>				
Recopilación de datos y apoyo a la toma de decisiones	Los datos se recopilan manualmente sin planificación y solo con propósitos particulares y no se analizan para apoyar la toma de decisiones de la organización.	Los datos se recopilan cuando es necesario, pero no se analizan ampliamente.	Los datos se recopilan digitalmente cuando se requiere en ciertas áreas. Algunos datos se analizan y utilizan para revisar el rendimiento del proceso.	Recopilación exhaustiva de datos digitales en diversas áreas dentro de la organización. La mayoría de los datos se analizan y utilizan al tomar decisiones comerciales.	Recopilación automatizada de datos digitales en la mayoría de los procesos dentro de la organización. La mayoría de las decisiones comerciales se apoyan a través del análisis de los datos relevantes.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Shanks,2012; Agca et al., 2017)</i>				
Protección de datos	La protección de datos no se considera en la organización. No hay presupuesto asignado para mejorarlo, y el personal no está capacitado para proteger los datos.	Han comenzado a considerar las implicaciones de la protección de datos y está comenzando a implementar políticas internas de protección de datos. Pequeño presupuesto destinado a mejorar la protección de datos. Comenzó a considerar la capacitación de los miembros del personal con respecto a la seguridad cibernética.	Han implementado políticas internas de protección de datos, pero no se verifica el cumplimiento de los compromisos con las partes interesadas internas y externas. Presupuesto mediano con personal adecuadamente capacitado para mitigar la mayoría de las amenazas de seguridad cibernética. Las políticas de protección de datos se revisan sin planificación y solo con propósitos particulares para garantizar su relevancia.	Políticas de protección de datos exhaustivas en las que se considera el cumplimiento interno y externo. El personal está bien capacitado y entiende cómo garantizar la seguridad de los datos con un presupuesto adecuado para medidas de seguridad cibernética. Las políticas se revisan anualmente para garantizar su pertinencia.	Excelentes políticas de protección de datos internas y externas, con un gran presupuesto asignado para garantizar que siga siendo relevante. El personal está muy bien capacitado para prevenir ataques cibernéticos. Las políticas de protección de datos se revisan periódicamente para garantizar su relevancia.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Agca et al. , 2017; Baxter; 2019)</i>				

Tecnología

Nivel de madurez digital	Etapas de madurez de la capacidad				
	Desconocimiento digital	Estancado digitalmente	Seguidor digital	Colaboradores digitales	Líder digital
Análisis de datos	No hay capacidades de análisis de datos en la organización y no es una consideración para la organización.	Los datos solo se utilizan con fines normativos y de calidad. La organización está considerando invertir en capacidades de análisis de datos.	Algunos datos también se utilizan para controlar procesos. La organización ha realizado pequeñas inversiones en capacidades de análisis de datos.	Se analizan la mayoría de los datos recopilados. Algunos datos se utilizan para controlar y optimizar procesos, por ejemplo, mantenimiento predictivo. La organización ha priorizado la inversión en capacidades de análisis de datos.	Los datos se analizan estratégicamente para mejorar los procesos y apoyar la toma de decisiones en la organización. La organización ha realizado importantes inversiones en análisis de datos y busca continuamente mejorar estas capacidades.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Shanks, 2012; Agca et al., 2017)</i>				
Automatización de procesos	No se han incorporado automatizaciones en la organización.	Algunos procesos simples han sido automatizados. Los procesos se automatizan sin planificación y solo con propósitos particulares sin intención estratégica.	Los procesos están estratégicamente automatizados, con la organización trabajando en la integración de múltiples procesos.	La mayoría de los procesos automatizados están integrados. Los procesos se mejoran manualmente, y la organización considera implementar procesos inteligentes con sistemas de retroalimentación para mejorar automáticamente el proceso.	Integración total entre todos los procesos automatizados relevantes. Las tecnologías de autoaprendizaje se utilizan para mejorar la eficiencia de los procesos continuamente.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Kumar, 2016; Agca et al., 2017)</i>				
Integración en la nube	Soluciones en la nube que no están en uso y no hay planes para implementar almacenamiento en la nube.	La organización es consciente de los beneficios potenciales del almacenamiento en la nube, y las iniciativas de software basadas en la nube están planificadas, pero aún no se han implementado. Existen algunos procesos de gestión de riesgos en la nube.	La organización tiene un amplio plan basado en la nube para implementarlo en toda la organización, con soluciones piloto implementadas en ciertas áreas de la organización. Los programas de capacitación se implementan dentro de la organización para garantizar que los gerentes tengan el conocimiento requerido con respecto a la computación en la nube.	El software basado en la nube se ha implementado en la mayor parte de la organización, con algunos departamentos aún por implementarlo. Se implementan procesos de gestión de riesgos en la nube. Se identifican los KPI para la computación en la nube y la gestión de riesgos.	Se han implementado múltiples soluciones basadas en la nube en todo el negocio con un plan con respecto a su sostenibilidad. Existen planes y estrategias integrales de gestión de riesgos que se implementan en toda la organización.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Schmidt y Grabski, 2015; Leyh et al., 2016; Agca et al., 2017)</i>				

Oferta de productos y servicios

Nivel de madurez digital	Etapas de madurez de la capacidad				
	Desconocimiento digital	Estancado digitalmente	Seguidor digital	Colaboradores digitales	Líder digital
Velocidad de comercialización	La organización está aplicando los viejos métodos estándar de desarrollo de productos y servicios a través de una estructura jerárquica. La gestión de la innovación no es un área de enfoque para la organización.	La organización todavía sigue sus métodos de diseño heredados, pero los ejecutivos se han dado cuenta de la importancia de la velocidad de comercialización y cómo las metodologías ágiles juegan un papel en eso. Los ejecutivos están explorando posibles cambios en el método de diseño.	La organización es consciente de que necesitan desarrollar productos más rápido para retener cuota de mercado, pero su enfoque está en integrar partes del método ágil en sus métodos de diseño heredados. La gestión de la innovación se ha convertido en un área de enfoque de los ejecutivos.	La organización ha adoptado métodos de diseño ágiles, pero no han dominado el proceso para aumentar la eficiencia del proceso de diseño. La gestión de la innovación ocupa un lugar destacado en la lista de prioridades de los ejecutivos.	La organización está aplicando métodos ágiles y mentalidades fallidas para desarrollar y probar productos rápidamente. La gestión de la innovación se ejecuta bien para priorizar el desarrollo de nuevos productos y servicios y es una de las principales prioridades para los ejecutivos.
<i>Evaluacion</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Sommer et al., 2014)</i>				
Habilitacion de productos TIC	Los productos se valoran por sus capacidades físicas, y los servicios impulsados por datos se ofrecen sin integración física del producto o el cliente. No intención de integrar ambos.	La organización ha tomado conciencia de la necesidad de integrar productos físicos con clientes y servicios basados en datos, y están explorando las posibilidades. Sin cambios en productos y servicios todavía	La organización ha explorado la integración entre productos, servicios y clientes con proyectos piloto en donde los productos exhiben características digitales limitadas y datos. Los servicios impulsados se ofrecen con poca integración del cliente con ciertos productos.	Los productos están integrados con algunas características digitales y servicios basados en datos que se ofrecen con integración de clientes en la mayor parte de organización con la intención de integrarlos completamente.	Los productos están altamente integrados con las características digitales y los servicios basados en datos están completamente integrados con el cliente. Esto se ha convertido en la máxima prioridad para las organizaciones. en el diseño de sus productos y servicios.
<i>Evaluacion</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Pflaum y Gölzer, 2018)</i>				
Productos y Servicios Personalizados	Productos producidos en masa sin opciones de personalizacion para el usuario.	La mayoría de los productos son producidos de manera masiva y en su mayoría no permiten la personalizacion. La organización está empezando a pensar en Adquirir tecnología para permitir personalizar sus productos o servicios.	La organización ha explorado la integración entre productos, servicios y clientes con proyectos piloto en los que los productos presentan características digitales limitadas y se ofrecen servicios basados en datos con poca integración de los clientes con determinados productos.	Los productos se integran con algunas funciones digitales, y se ofrecen servicios basados en datos con integración del cliente en la mayor parte de la organización con la intención de plenamente ambos.	Los productos están muy integrados con funciones digitales, y los servicios basados en datos están completamente integrados con el cliente. Esto se ha convertido en la máxima prioridad de las organizaciones en el diseño de sus productos y servicios.
<i>Evaluacion</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Rüßmann et al., 2015; Agca et al., 2017)</i>				

Experiencia del cliente

Capacidades Digitales	Etapas de madurez de la capacidad				
	Desconocimiento digital	Estancado digitalmente	Seguidor digital	Colaboradores digitales	Líder digital
Enfoque en el valor del cliente	La experiencia del cliente es una idea de último momento, la organización se centra únicamente en sus productos y servicios.	La experiencia del cliente en los puntos de interacción se tienen en cuenta, pero en equipo, departamento o grupos aislados, y no se establece el vínculo entre la experiencia del cliente y la creación de valor.	La organización ha tomado conciencia del vínculo entre la experiencia del cliente y la creación de valor y está explorando formas de priorizar la experiencia del cliente a nivel ejecutivo. Actualmente todavía están considerando la experiencia del cliente de los puntos de interacción en grupos aislados.	Se considera la experiencia del cliente a través de los puntos de interacción (de extremo a extremo), pero no el objetivo principal de la organización. La experiencia del cliente es una parte importante de la estrategia de creación de valor.	Todo el enfoque de la organización es proporcionar al cliente una experiencia deseable de extremo a extremo. La experiencia del cliente se considera el mayor impulsor de la creación de valor dentro de la organización.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Westerman et al., 2011; Schwab, 2016)</i>				
Alineación de la experiencia del cliente	No se tiene en cuenta el diseño de una experiencia del cliente, sino simplemente se aborda una necesidad del cliente.	La organización está considerando la experiencia del cliente de sus soluciones de necesidades del cliente. Se consideran, pero no se aplican, los métodos para garantizar la alineación entre la experiencia del cliente y las necesidades del cliente. Esta alineación no es una prioridad para la organización. No se revisa la experiencia del cliente.	La organización está aplicando métodos piloto de forma ad-hoc para garantizar que la experiencia del cliente al usar su producto o servicio se alinee con las necesidades del cliente. Esta alineación se ha convertido en una prioridad para la organización. La experiencia del cliente se revisa sin planificación y solo con propósitos particulares.	La organización ha hecho que garantizar que la experiencia del cliente al usar su producto o servicio se alinee con las necesidades del cliente sea una alta prioridad en la organización, y tiene ciertos KPI para medir esta alineación. La experiencia del cliente se revisa a menudo.	La organización se asegura de que la experiencia del cliente al utilizar su producto o servicio se ajusta a sus necesidades, una prioridad máxima en la organización, y cuenta con indicadores clave de rendimiento específicos para medir el nivel de ajuste. La experiencia del cliente se revisa continuamente.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Lacki, 2009)</i>				
Interacción con el cliente y comentarios	La organización es muy reactiva: solo responde a la queja, necesidad o solicitud del cliente a través de métodos tradicionales.	La organización responde con prontitud a cualquier solicitud del cliente, pero no se involucra de manera proactiva con los clientes para utilizar sus comentarios en el diseño de la experiencia del cliente.	La organización ha tomado conciencia de la necesidad de involucrar a los clientes con mayor regularidad y se ha convertido en un área de enfoque de los ejecutivos, y la organización está explorando nuevos métodos digitales para interactuar con los clientes a lo largo de su viaje del cliente.	La interacción con el cliente y la retroalimentación se han convertido en una prioridad para la organización, e incorporan la retroalimentación en el diseño de su experiencia. Las interacciones entre los clientes y la organización ocurren en los puntos cruciales del viaje del cliente.	Interacción continua habilitada digitalmente entre el cliente y la organización a lo largo del recorrido del cliente, donde las interacciones reflejan el papel del cliente / socio en el diseño de la experiencia del cliente.
<i>Evaluación</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Hood, Brady y Dhanasri, 2016)</i>				

Cultura organizacional y personas

Capacidades Digitales	Etapas de madurez de la capacidad				
	Desconocimiento digital	Estancado digitalmente	Seguidor digital	Colaboradores digitales	Líder digital
Cultura Organizacional	Cultura organizativa jerárquica y de poder, en la que las normas se aplican en todos los niveles de la organización. Organización, con un fuerte toma de decisiones. Las consideraciones de los empleados no se tienen en cuenta.	La organización tiene una cultura jerárquica general, con los ejecutivos investigando la idea de una cultura ágil. No hay pasos concretos para abordar la cultura jerárquica. Los comentarios de los empleados son recopilados en una base.	La organización ha implementado un objetivo de cultura ágil para la organización y algunos de los departamentos han adoptado este enfoque. Los ejecutivos están impulsando una agenda de metodología ágil. La opinión del empleado se utiliza para modificar constructivamente el procesos dentro de la organización.	Principalmente una cultura organizacional ágil, con algunos departamentos que todavía tienen culturas jerárquicas heredadas. La organización está en el proceso de implementación de metodologías ágiles en toda la organización. La retroalimentación del empleado es valorada y se anima a los empleados a proporcionar comentarios honestos dentro de la organización.	Cultura organizacional ágil con una estructura de toma de decisiones descentralizada donde la innovación y la colaboración están constantemente alentado y recompensado. Los empleados están comprometidos y facultado para asumir responsabilidades para la agenda digital, con sus comentarios utilizados como los más utilizados factores importante a la hora de evaluar los procesos.
<i>Evaluacion</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Strode, Huff y Tretiakov, 2009; Raberger y Kramer, 2013)</i>				
Roles de los empleados	Los roles de los empleados son estáticos y se definen como "porque siempre ha sido así". El cambio de roles de los empleados no es una consideración para los ejecutivos y no se tiene en cuenta en ningún proceso de gestión de cambios.	Los ejecutivos están teniendo en cuenta la naturaleza cambiante de los roles de los empleados, pero no han tomado medidas concretas para definirla y comunicarla a través de ningún proceso de gestión del cambio.	Los roles de los empleados dentro de la organización están empezando a cambiar debido a las diferentes demandas de la Industria 4.0, y la organización está empezando a definir y comunicar las nuevas expectativas de los roles de los empleados.	La organización y los empleados son conscientes de la naturaleza modificada de sus roles, y estos roles están bien definidos y los cambios se comunican principalmente a los empleados.	Los roles de los empleados han cambiado por completo para crear valor en la economía digital, y la organización ha comunicado claramente cuáles son los nuevos roles para garantizar que todos entiendan lo que se espera de ellos.
<i>Evaluacion</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Elving, 2005; de la Boutetière, Montagner y Reich, 2018)</i>				
Talento Digital	La organización no es consciente de la necesidad de invertir en nuevos talentos, por lo tanto, no tienen talento y plan de adquisición digital.	La organización no ha invertido en la adquisición de ningún nuevo talento digital para la organización, pero investigan la necesidad de nuevos talentos digitales dentro de su organización.	La organización ha tomado conciencia de la necesidad de nuevo talento digital y lo ha incluido como una consideración al mirar en empleados potenciales. La organización está investigando qué tipo de talento requieren dentro de la organización.	La organización ha aceptado el mandato de adquirir nuevos talentos digitales y está contratando y buscando activamente talentos digitales. Los requisitos de talento se revisan con frecuencia para garantizar que se adquiera el talento correcto.	La organización ha adquirido el talento digital necesario para dar efecto a su plan de transformación digital y está buscando activamente cómo retener a estos empleados. Los requisitos de talento se revisan continuamente para garantizar que se adquiera el talento correcto.
<i>Evaluacion</i>					
<i>Referencias</i>	<i>(Kane et al., 2015; Snabe y Weinelt, 2016)</i>				

ANEXO 3 - DESAFÍOS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Este anexo consta de dos partes: en primer lugar, la matriz de evaluación de desafíos que las organizaciones deben completar durante la Fase 1.2.2 del Modelo FIT 4.0 (8.4.1), y en segundo lugar, el vínculo entre los desafíos y las dimensiones digitales en la Matriz de evaluación de desafíos de la transformación 4.0 (8.4.2) que indica en qué región se encuentra la organización para cada dimensión digital. Estas dos tablas se pueden encontrar a continuación.

Anexo 3.1 Matriz de evaluación de desafíos

¿Cuál de las siguientes afirmaciones corresponde con los desafíos que se presentan a continuación?	I Punto de optimismo		II Punto de la desilusión	III Comprensión de la madurez	
	No tengo experiencia en absoluto. 1	Comenzar a experimentar. 2	Experimentado, no haberlo tratado. 3	Experimentado, comenzando a tratarlo. 4	Experimentado y tratado. 5
Falta de conocimiento y comprensión sobre las tecnologías 4.0 y su aplicación en el negocio.					
Limitaciones de presupuesto para invertir en tecnologías de vanguardia.					
Resistencia al cambio y falta de cultura digital en la organización.					
Escasez de recursos humanos capacitados en tecnologías 4.0.					
Dificultades para identificar las tecnologías más adecuadas y relevantes para el negocio.					
Falta de acceso a infraestructura tecnológica y conectividad confiable.					
Desafíos de ciberseguridad y protección de datos.					
Integración de sistemas heredados con nuevas tecnologías.					
Implementación de metodologías ágiles para el desarrollo de productos y servicios.					
Automatización de procesos manuales y obsoletos.					
Uso de análisis de datos para la toma de decisiones informadas.					
Implementación de soluciones de gestión de la cadena de suministro basadas en tecnología 4.0.					
Adopción de tecnologías de IoT para mejorar la eficiencia operativa.					
Implementación de herramientas de colaboración y comunicación digital para el trabajo en equipo.					
Desarrollo de estrategias de marketing digital y comercio electrónico.					
Uso de tecnologías de realidad virtual o aumentada para mejorar la experiencia del cliente.					
Implementación de soluciones de automatización de procesos administrativos y contables.					
Utilización de tecnologías de impresión 3D para prototipado rápido y fabricación personalizada.					
Desarrollo de capacidades en inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar la productividad.					
Adopción de tecnologías de seguimiento y monitoreo en tiempo real para el control de la producción y la logística.					

Matriz de evaluación de desafíos

Anexo 3.2 Matriz de influencia de los desafíos

la ponderación de relevancia, que va de cero a cien con cero que indica ninguna influencia y 100 que indica una fuerte influencia del desafío en la dimensión digital, determina la influencia que cada desafío tiene en la determinación de la región en la que la organización está en la gráfica de progresión vs optimismo para cada dimensión digital, las regiones de la grafica se categorizas así:

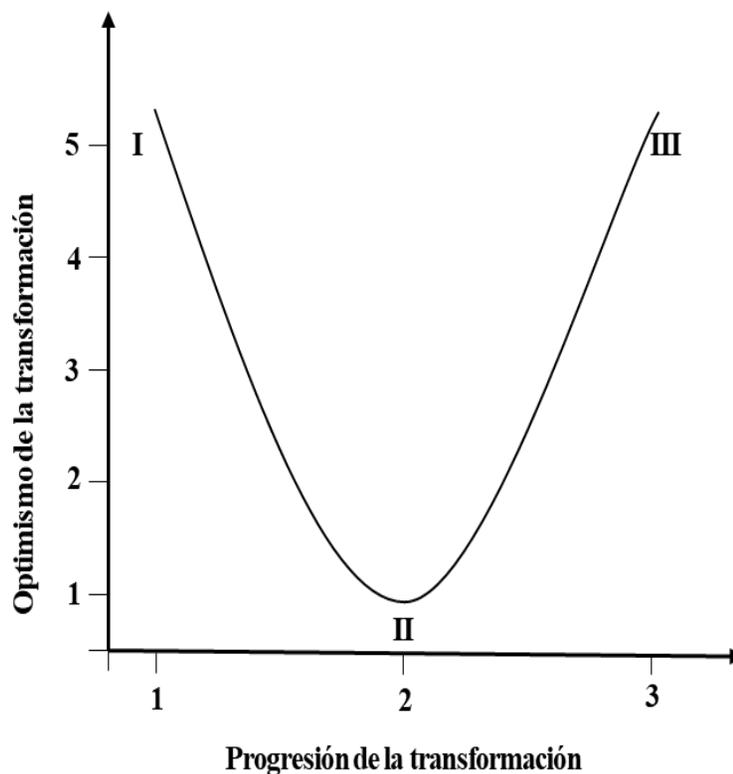
I Punto de optimismo valores de 1 a 2

II Punto de la desilusión valores igual a 3

III Comprensión de la madurez valores de 4 a 5

Para hallar el Impacto (I) se utiliza la siguiente formula: $I = \frac{R}{\sum R} \cdot 20 \cdot ED$ En donde (ED) es la evaluación de los desafíos identificada en la Matriz 8.4.1, y (R) es la relación que tiene el desafío con la dimensión digital.

La formula $\frac{R}{\sum R}$ representa la participación de la Relación (R) asignada al desafío con la sumatoria total de la Relación (R) para todos los desafío y el valor 20 corresponde al total de desafíos evaluados



El valor promedio resultante por cada una de las 6 dimensiones de la siguiente matriz se ubicara en una de las tres secciones de la grafica anterior para así identificar la progresión vs optimismo para cada dimensión digital

Desafíos de la transformación digital	Dimensión	Estrategia y liderazgo		Gente y Cultura		Productos y Servicios		Tecnología		Operaciones comerciales		Compromiso con el cliente	
	Evaluación de desafíos (ED)	Relación (R)	Impacto (I)	Relación	Impacto	Relación	Impacto	Relación	Impacto	Relación	Impacto	Relación	Impacto
Falta de conocimiento y comprensión sobre las tecnologías 4.0 y su aplicación en el negocio.		50		40		40		100		80		30	
Limitaciones de presupuesto para invertir en tecnologías de vanguardia.		50		40		40		100		80		50	
Resistencia al cambio y falta de cultura digital en la organización.		30		30		100		100		80		40	
Escasez de recursos humanos capacitados en tecnologías 4.0.		30		100		50		20		50		50	
Dificultades para identificar las tecnologías más adecuadas y relevantes para el negocio.		70		20		60		60		70		40	
Falta de acceso a infraestructura tecnológica y conectividad confiable.		60		20		80		100		80		80	
Desafíos de ciberseguridad y protección de datos.		60		20		80		20		20		80	
Integración de sistemas heredados con nuevas tecnologías.		20		10		80		80		30		100	
Implementación de metodologías ágiles para el desarrollo de productos y servicios.		60		100		10		10		10		10	
Automatización de procesos manuales y obsoletos.		60		90		20		20		40		20	
Uso de análisis de datos para la toma de decisiones informadas.		90		100		20		20		50		40	
Implementación de soluciones de gestión de la cadena de suministro basadas en tecnología 4.0.		100		40		40		40		40		70	
Adopción de tecnologías de IoT para mejorar la eficiencia operativa.		80		70		30		0		30		40	
Implementación de herramientas de colaboración y comunicación digital para el trabajo en equipo.		100		60		20		30		40		60	
Desarrollo de estrategias de marketing digital y comercio electrónico.		100		60		30		30		40		40	
Uso de tecnologías de realidad virtual o aumentada para mejorar la experiencia del cliente.		30		0		40		80		80		20	
Implementación de soluciones de automatización de procesos administrativos y contables.		100		70		20		50		90		20	
Utilización de tecnologías de impresión 3D para prototipado rápido y fabricación personalizada.		100		20		50		50		50		20	
Desarrollo de capacidades en inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar la productividad.		100		100		20		30		20		20	
Adopción de tecnologías de seguimiento y monitoreo en tiempo real para el control de la producción y la logística.		100		90		50		50		90		30	
Promedios:	Evaluación de los desafíos total		Estrategia y liderazgo		Gente y Cultura		Productos y Servicios		Tecnología		Operaciones comerciales		Compromiso con el cliente

Matriz de influencia de los desafíos

ANEXO 4 – LISTA DE DOCUMENTOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO.

Nombre	Palabra clave	País	Autor	Año
New paradigms in the labor market. How to adapt to the requirements of the industry 4.0.	Internet of things	Mexico	Rubio y Pérez , Romero y Becerra	2021
Intelligent processes in the context of Mining 4.0: Trends, research challenges and opportunities	Gestión de procesos de negocio	Mexico	Faz Mendoza A. - Gamboa Rosales N.K.b - Medina Rodriguez - Casas Valadez M.A. - Castorena Robles A.- Lopez-Robles J.R	2020
Integration of Improvement Strategies and Industry 4.0 Technologies in a Dynamic Evaluation Model for Target-Oriented Optimization	Gestión de procesos de negocio	España	Gallego García - Groten Marcelb - Halstrick Johannes	2022
Maturity Models and Tools for Enabling Smart Manufacturing Systems: Comparison and Reflections for Future Developments	Internet of things	USA	Anna De Carolis	2018
A Framework for Industry 4.0 Implementation in Circular Economy Manufacturing Systems	Gestión de procesos de negocio	Canada	Bagalagel Saleh M. - ElMaraghy Waguih	2022
A systematic improvement model to optimize production systems within industry 4.0 environments: A simulation case study	Gestion de la produccion	España	Groten Marcela - Gallego García Sergio	2021
Industry 4.0 and business process management: state of the art and new challenges	Gestión de procesos de negocio	Argentina	Bazan Patriciaa - Estevez Elsab.	2022
SI4M: An Approach of Maturity Assessment Model in Industry 4.0 for Small and Medium Enterprises	Internet of things	Colombia	Harrya Avila Echeverria - Jorge Gómez	2021
Maturity Model and Action Recommendation: A PSS Capability Self-Assessment Tool for Companies	Gestión de procesos de negocio	USA	Exner, Balder y Stark	2018
New Business Models on Artificial Intelligence— The Case of the Optimization of a Blast Furnace in the Steel Industry by a Machine Learning Solution	Ciber industria	España	Redchuk Andréa - Redchuk A. - Mateo Federico Walas	2022
Analysis of the relationship between it and industry 4.0 technologies with internationalization and business performance	Internet of things	Colombia	García Omar Alexánder León - Landeros Eliana Rocio Baez.	2020
Big data and the implications of the fourth industrial revolution-challenges, opportunities and future trends: A review	Big data	Colombia	Araque González, Gustavo André	2021
Towards a firm-level technological capability framework to endorse and actualize the Fourth Industrial Revolution in developing countries	Cuarta revolucion industrial	Canada	Peerally, Jahan Ara	2022
Using industry 4.0 to face the challenges of predictive maintenance: A key performance indicators development in a cyber physical system	Ciber Seguridad	España	Lambán , María Pilar	2022
GRMI4.0: a guide for representing and modeling Industry 4.0 business processes	Gestión de procesos de negocio	Canada	Jérémie, Mosser	2022