



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

ITM

TESIS
**PROSPECTIVA DE LA IMPLEMENTACIÓN ROBÓTICA EN LOS PROCESOS
DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE YUCATÁN.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

MAESTRO EN PLANIFICACIÓN DE EMPRESAS Y DESARROLLO
REGIONAL

PRESENTA:

LIC. ALEJANDRA CARLOTA GONZALEZ COELLO

ASESOR

DR. JORGE CARLOS CANTO ESQUIVEL

MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO

27 DE NOVIEMBRE DE 2023



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Mérida
Departamento de Posgrado e Investigación

DEPENDENCIA: DIV. DE EST. DE POSG. E INV.

No. DE OFICIO: X-234/23

Mérida, Yucatán, 05/octubre/2023

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

**C. ALEJANDRA CARLOTA GONZALEZ COELLO
PASANTE DE LA MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN
DE EMPRESAS Y DESARROLLO REGIONAL
PRESENTE.**

De acuerdo al fallo emitido por su director **Jorge Carlos Canto Esquivel** y la comisión revisora integrada por Andrés Miguel Pereyra Chan, María Antonia Morales González, Ana María Canto Esquivel, considerando que cubre los requisitos establecidos en el Reglamento de Titulación de los Institutos Tecnológicos le autorizamos la impresión de su trabajo profesional con la TESIS:

**“PROSPECTIVA DE LA IMPLEMENTACIÓN ROBÓTICA EN LOS PROCESOS DE LA INDUSTRIA
MANUFACTURERA DE YUCATÁN.”**

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
"In Hoc Signo Vincis"*

**DR. JORGE ARTURO TELLO CETINA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



C.p. Archivo
JATC/AMPC/zac



SEP Instituto Tecnológico de Mérida. Km.5 Carretera Mérida - Progreso A.P. 971
C.P. 97118 Mérida Yucatán, México. Tels. 9645096 Ext. 12501 - 12602, 12593
e-mail: itn@itmerida.mx <http://www.itmerida.mx>



**2023
Francisco
VILLA**

RESUMEN

Este trabajo fue realizado con un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo, realizado a través del método Delphi tomando como base la prospectiva de empresarios e investigadores relacionados a la industria alimentaria y a la industria 4.0. Cabe mencionar que esta investigación no lleva hipótesis ya que solo se busca conocer las prospectivas, no la interrelación entre variables. Este estudio utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los expertos fueron escogidos estadísticamente a través del “coeficiente de competencia experta” por descrito por Cabrero et. al., 2013, del cual se obtuvo la participación de 13 expertos. Para la elaboración del instrumento de medición se tomaron en cuenta seis variables, de las cuales se midieron sus indicadores con un cuestionario con escala Likert, el cual fue validado a través de juicio de expertos con el cálculo de la media por el coeficiente de CVC, publicado por Nieto, 2018. La recolección de datos se dio a través de vía online de primera instancia con un pre-cuestionario para determinar si los sujetos se podían catalogar como expertos con el “coeficiente de competencia experta”, para posteriormente aplicar el cuestionario validado a través del juicio de expertos por medio del coeficiente CVC.

Abstract

This work was carried out with a quantitative approach and a descriptive scope, carried out through the Delphi method based on the prospective of entrepreneurs and researchers related to the food industry and industry 4.0. It is worth mentioning that this research does not carry hypotheses since it only seeks to know the prospective ones, not the interrelationship between variables. This study used a non-probabilistic test for convenience. The experts were chosen statistically through the "expert competence coefficient" as described by Cabrero et. al., 2013, from which the participation of 13 experts was obtained. For the elaboration of the measurement instrument, six variables were considered, of which their indicators were measured with a questionnaire with a Likert scale, which was validated through expert judgment with the calculation of the mean by the CVC coefficient, published by Nieto, 2018. The data collection was done online in the first instance with a pre-questionnaire to determine if the subjects could be classified as experts with the "expert competence coefficient", to later apply the Questionnaire validated through expert judgment through the CVC coefficient.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Preguntas de investigación, general y específicas.....	15
1.4 Objetivos de la investigación	15
1.4.1 Objetivo general.....	15
1.4.2 Objetivos específicos.....	16
1.5 Delimitación	17
1.6 Contenido de los capítulos	17
2 CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Industria 4.0 o cuarta revolución industrial	19
2.1.1 Industria 4.0 en América latina.....	21
2.2 Industria manufacturera	22
2.2.1 Industria alimentaria	24
2.2.2 Industria 4.0 en la industria manufacturera alimentaria	25
2.2.3 Tecnologías de la industria 4.0 en la industria alimentaria	26
2.3 Manufactura inteligente.....	36
2.3.1 Manufactura distribuida.....	38
2.4 Robots	39
2.4.1 Clasificación de los robots.....	40
2.4.2 Robots y la industria manufacturera	43
2.4.3 Elección de robots.....	45
2.5 Mano de obra	47
2.5.1 Capacitación	48
2.5.2 Adaptaciones de robot en la mano de obra.....	49
2.6 Retos en la implementación de robots en la industria alimentaria.....	52
2.6.1 Guías para el manejo de alimentos	53
2.6.2 Higiene e inocuidad como parte de un riesgo.....	55
2.6.3 Ventajas y desventajas de la implementación de robots.....	56
2.7 Prospectiva y la industria alimentaria.....	57
3 CAPÍTULO. MARCO CONTEXTUAL	59
3.1 Industria manufacturera en México.....	59

3.2	Unidades económicas en México	60
3.2.1	Industria manufacturera en Yucatán	61
3.2.2	Unidades económicas en Yucatán	61
3.2.3	Impacto en el PIB de las industrias manufactureras en Yucatán.....	64
3.3	Robots y manufactura en México	65
3.4	Mano de obra en Yucatán.....	65
3.4.1	Capacitación en México y Yucatán	66
3.4.2	Consideraciones en la adaptación de la mano de obra en Yucatán	67
4	CAPÍTULO METODOLOGÍA.....	70
4.1	Enfoque de la investigación, tipo de investigación y alcance.....	70
4.2	Diseño de la investigación	70
4.3	Unidad de análisis.....	71
4.3.1	Población y muestra.....	71
4.4	Definición de variables de análisis	72
4.5	Descripción de las herramientas de recolección de información	74
4.5.1	Instrumentos de investigación y proceso de recolección de datos.	74
4.5.2	Validez.....	77
4.5.3	Confiabilidad	77
4.6	Procedimiento de análisis de datos	78
5	CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
5.1	Resultado “selección de expertos”	80
5.2	Resultado cuestionario #2	80
5.3	Discusión: Identificar las implementaciones de robots en la industria manufacturera en Yucatán actualmente y con posibles implementaciones para el año 2035.....	90
5.4	Discusión: Identificar preferencias de tecnologías de la industria 4.0 que podrían emplearse en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035.....	91
5.5	Discusión: Identificar las principales tecnologías para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en la industria manufacturera para su empleo en el 2035.....	92
5.6	Discusión: Identificar las perspectivas de las ventajas y desventajas de la implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035.....	93
5.7	Discusión: Describir las principales características en las capacitaciones dentro de la industria manufacturera para una mejor adopción de robots en Yucatán en el año 2035.....	94
5.8	Discusión: Identificar las principales problemáticas de la implementación en robots en la industria manufacturera en Yucatán.....	95

6	CAPÍTULO CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6.1	Conclusiones.....	97
6.2	Recomendaciones.....	98
7	REFERENCIAS.....	100
8	ANEXOS.....	115
8.1	Variables.....	115
8.2	Carta presentación para juicio de expertos	116
8.3	Cuestionario selección de expertos.....	117
8.4	Cuestionario 2	119
8.5	Formato de evaluación de un instrumento por juicio de expertos para conocer su validez.....	133

Índice figuras

Figura 2.1 Ciclo de expectativas sobredimensionadas de Gartner	20
Figura 2.3 Tecnologías presentes en la industria 4.0.....	27
Figura 2.4 Dosificador usando tecnologías inteligentes.....	28
Figura 2.5 Componentes esenciales de un plan de ciberseguridad.....	31
Figura 2.6 Ejemplos de técnicas de impresión 3D basadas en tecnología de inyección por chorro de tinta: (a) decoración gráfica, (b) relleno de la superficie y (c) deposición de cavidades	32
Figura 2.7 Impresora 3D de extrusión basada en jeringas.....	33
Figura 2.8 Robot de la empresa Lindor manejando chocolate	34
Figura 2.9 Robots en la industria alimentaria.....	35
Figura 2.10 Robots empelados en la industria alimentaria.....	35
Figura 2.11 Robots aplicados a la industria alimentaria.....	36
Figura 2.12 Dimensiones organizacionales que apoyan al proceso de transformación a Industria 4.0.....	37
Figura 2.13 Elementos de las Buenas Prácticas de Manufactura	38
Figura 2.14 Robots industriales y colaborativos	40
Figura 2.15 Ejemplo de robots utilizados en la industria alimentaria	46
Figura 2.16 Reducir los tiempos de inactividad en líneas de envasado de alimentos con la robótica colaborativa	52
Figura 3.1 Personal capacitado según escolaridad.	67
Figura 4.1 Fases de la elaboración de un instrumento.....	74
Figura 19. Diagrama de aplicación de cuestionarios.....	76

Índice tablas

Tabla 2.1 Tipos de industrias según su actividad económica.....	22
Tabla 2.2 Tipos de industrias.....	23
Tabla 2.3 Clasificación de industrias manufactureras con procesos susceptibles a automatización.....	24
Tabla 2.4 Principales tecnologías de la industria 4.0	26
Tabla 2.5 Principales diferencias entre robots industriales y colaborativos.....	40
Tabla 2.6 Clasificación de Robots Industriales según la Asociación de Robótica Japonesa.	41
Tabla 2.7 Clasificación de Robots según sus ejes	42
Tabla 2.8 Principales robots y sus principales características	45
Tabla 2.9 Normas oficiales mexicanas en la industria alimentaria	54
Tabla 2.10 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la industria 4.0 del sector alimentario	55
Tabla 2.11 Ventajas y desventajas de la implementación de robots	57
Tabla 3.1 Unidades económicas Yucatán por actividad y subactividad.....	62
Tabla 3.2 Principales Empresas Grandes de la industria manufacturera en Yucatán.....	63
Tabla 3.3 Producto interno bruto en Yucatán.....	64
Tabla 3.4 Número de trabajadores según las "grandes empresas"	65
Tabla 4.1 Desglose de objetivos, variables e indicadores	73
Tabla 4.2 Secciones del cuestionario “selección de expertos”.....	75
Tabla 5.1 P.1 ¿Qué tecnologías involucradas en la industria 4.0, según su capacidad de realizar actividades de las que se presentan a continuación, considera que se emplearían dentro de la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035?.....	81
Tabla 5.2	81
Tabla 5.3 P. 21 Este tipo de robot es más susceptible a implementarse en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035, gracias a las actividades a realizar, el nivel de seguridad y la interacción entre humano (trabajador) y robots.	82
Tabla 5.4 Resultados preguntas 2,12, 25	83
Tabla 5.5 Resultados Preguntas 7, 28, 31.....	83
Tabla 5.6 Resultados preguntas 3, 8, 13, 18, 22, 26.....	84

Tabla 5.7 Resultados preguntas 9, 14, 29, 32.....	85
Tabla 5.8 P.5 Para la adopción tecnológica se necesita una capacitación que tome en cuenta los siguientes aspectos.....	86
Tabla 5.9 Respuestas preguntas 10, 15, 19.....	87
Tabla 5.10 Respuesta pregunta 4.....	88
Tabla 5.11 Respuestas preguntas 11, 16, 20, 23, 24, 30, 33.....	89

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se muestra los principales antecedentes encontrados en la bibliografía, acerca de la adopción tecnológica en la industria manufacturera. De igual manera se plantea el problema de investigación y los objetivos a resolver.

1.1 Antecedentes

Desde inicios del siglo XXI el rápido crecimiento en la industria manufacturera ha propiciado la necesidad del uso de tecnologías. De ahí, que poco a poco fue surgiendo el concepto de industria 4.0, primeramente, en Alemania en 2011, a través de los sectores públicos y privados, para lograr el abastecimiento de insumos, consecuencia del rápido crecimiento que se presentó en la industria manufacturera. De esta forma, los sistemas de fabricación obtuvieron un valor agregado, mediante el uso de sistemas integrados, que se fundamentan en tecnologías emergentes utilizadas en los ciclos de producción (Barrientos, Areniz, Coronel, Cuesta, & Rico, 2020; Béjar & Jove, 2020).

La industria 4.0 ha sido el resultado de una revolución digital que abarca nuevos procesos dentro de las empresas manufactureras. En este sentido, se contemplan aquellas implementaciones tecnológicas que han demostrado ser útiles dentro del sector manufacturero. A tal punto que las empresas puedan mantener su competitividad gracias al valor agregado que este desarrollo tecnológico ofrece. (Fabrè, 2021)

Este desarrollo tecnológico ha dado paso a la digitalización de procesos relacionado al uso constante y estructurado de tecnologías emergentes (Bejar & Jove, 2020). Esto implica la convergencia de tecnologías que han surgido a través de las diferentes revoluciones industriales, contribuyendo a mejorar los procesos de manufactura. Asimismo, esta implementación se ha vuelto más accesible, lo que brinda una mayor oportunidad de adopción para aquellas empresas que opten por implementarla (Ramón & Cajal, 2016).

Con esto, la industria 4.0 se ha destacado por la integración de procesos de producción relacionados con una fabricación digital, con la interconexión de máquinas, insumos para las líneas de producción y la creación de modelos de trabajo, de donde han surgido sistemas

ciber-físicos (CPPS). Según Huidobro, Vera & Aranda (2019), esto ha creado la posibilidad de una red de cooperación entre humanos y tecnologías dentro de la industria. Con lo que, la interacción entre los seres humanos y tecnologías ha permitido que este desarrollo tenga un mayor impacto en distintas áreas de la empresa (Saucedo, Salais, & Vasant, 2008; Huidobro, Vera, & Aranda, 2020).

Basado en esta digitalización, se ha logrado una optimización y personalización de la producción, a través del trabajo entre personas y sistemas físicos o digitales como es el caso de los robots. Lo que ha aumentado el valor de los servicios existentes, con un intercambio de información en tiempo real desde diferentes áreas (Huidobro et. al, 2020). Con esto han surgido diversas tecnologías que han permitido agregar valor a los procesos de manufactura.

Con el valor agregado surgen las automatizaciones, permitiendo una mayor capacidad de hiper-conectividad, dentro de los procesos determinando la competitividad dentro de la industria manufacturera. Para conseguir estas automatizaciones, han surgido cambios en la fuerza laboral, cambiando tanto las actividades como las capacidades necesarias para realizarlas, fortaleciendo relaciones empresariales a nivel operativo (Llorente, 2019). Por lo que, al considerar los cambios de esto, la mano de obra humana ha implementado de una manera rápida y adecuada los cambios que surjan en la planta de producción.

Estos procesos han impactado en la contratación de personal, dejando a las empresas manufactureras ante nuevos paradigmas, obligándolas a reorganizarse y reflexionar sobre estos temas emergentes (Llorente, 2019). El Foro Económico Mundial, publica la relación de la pérdida de trabajo por la robotización, lo cual implicará casi el 50% de pérdida de mano de obra. Con esto Llorente (2019), menciona que esta pérdida se dará debido a los trabajos bajo cualificación para el año 2035, suponiendo una pérdida masiva de trabajo.

Los procesos que contemplan la importancia de una adecuada adaptación entre tecnologías y humanos son una estrategia hacia una transformación sostenible en la industria manufacturera (FoodTec, 2017). Estas adopciones se han dado gracias a las innovaciones tecnológicas que permiten una adaptación que cumpla con los procesos de manufactura. Con base en esto, la finalidad del uso de estas tecnologías es poder dirigirlas a la disminución del

trabajo repetitivo, minimizando la carga de trabajo humano dentro de las líneas de manufactura (Pedraza & Chamna, 2021).

El uso de robots apoyados en las distintas tecnologías ha demostrado ser una herramienta utilizada en todo el proceso de manufactura. De esta manera, la industria de manufactura convencional se transforma en una fábrica de manufactura inteligente con el uso de tecnologías avanzadas. Con la finalidad, de mejorar la producción tanto en el interior como en el exterior de la empresa (Basco , Beliz, Coatz, & Garnero , 2018).

En consecuencia, los procesos automatizados deben adoptarse de una manera estructurada, permitiendo una adaptación adecuada y evitando desperdicios por el mal uso de estas tecnologías. Se busca que estos procesos transformen la mano de obra dentro de las industrias, como es el caso de la robótica colaborativa, la visión artificial y la realidad virtual (Barrientos et al.,2020). Sin embargo, estos protocolos de seguridad deben fundamentarse en la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos, con el objetivo de mantener o mejorar la calidad de los productos.

Lo anterior proporciona al personal el fundamento esencial del uso de tecnologías y sus implementaciones en las líneas de manufactura, que permitan una mayor respuesta positiva en los trabajos asignados (Trejo, Mondragón & Alquicira, 2021). De ahí, que han surgido iniciativas para las capacitaciones constantes en el tema de automatizaciones para el personal, como impulso de crecimiento económico y tecnológico. Así, estos procesos a serán la base para el logro de los objetivos enfocados a la innovación en los procesos de manufactura (Tornil & Gamiz, 2014).

Entre los principales objetivos de los procesos automatizados ha destacado el empleo de robots, a través de su colaboración con los humanos, lo cual ha logrado un mejor control en los procesos de manufactura (Olier, Áviles & Hernández, 1999). De esta manera, la implementación de estos procesos tendrá un efecto beneficioso tanto en la empresa como en el empleado, contemplando las necesidades de ambos, en las nuevas formas de trabajo. Principalmente tomando en cuenta los procesos estructurados gracias a las capacitaciones constantes y el empleo de tecnologías emergentes (Moreno, 2019).

1.2 Planteamiento del problema

Esta investigación surge en atención al impacto del desarrollo tecnológico que hoy en día está presente en todos los procesos de la industria manufacturera propiciando una revolución digital. Con esto surge una producción acelerada debido al uso de tecnologías, como es el caso de los robots dentro de la industria manufacturera. Con esto se podría visualizar un mayor crecimiento de la industria debido a la capacidad de abastecimiento que se lograría con las tecnologías envueltas en la industria 4.0 (Pedraza & Chamna, 2021).

Sin embargo, con este crecimiento acelerado surgen problemáticas económicas que han impactado en la desigualdad para la capacidad de adopción tecnológica. Esto en gran parte debido a la falta de información que permita conocer estas innovaciones y adoptarlas. Surgiendo así, la necesidad de nuevas fuentes de información, en donde con las nuevas tecnologías destaque una mejor oferta en los trabajos dentro de la industria manufacturera (Acemoglu & Restrepo, 2018).

De la misma forma han surgido fenómenos sociales, en donde la falta de capacitación formal afecta en la oferta de mano de obra humana (Rozo, 2020). Por lo tanto esta investigación profundiza en el tema de capacitaciones formales e informales. Permitiendo la homogeneización de los datos acerca de este problema social ligado a la pérdida de trabajo. (Pérez, Broseta, Escribá, Gómez, Hernández, Peiró & Todolí, 2020).

Por lo que el indagar en el futuro próximo relacionado con la implementación de robots en la infraestructura científico-tecnológica, la transferencia internacional de tecnología y la aplicación local de esta en México, podrá beneficiar su adopción (Halty, 1979). Por lo tanto, esta investigación se centra en el impacto de la aplicación local de tecnologías. a través de las opiniones de expertos para dar una de una flexibilidad en los procesos de manufactura mediante el uso de robots. Fomentando el desarrollo de metodologías prospectivas con un fundamento teórico y práctico, que respalde los procesos de transformación industrial hacia una industria 4.0.

El método prospectivo por lo tanto nos permite una aproximación a posibles escenarios futuros. Esto a través de un abordaje múltiple de variantes que pueden afectar dicho futuro. Cuya finalidad es analizar diversos escenarios desde un punto de vista retrospectivo y actual, para proyectar así el futuro más probable (Cely, 1999).

1.3 Preguntas de investigación, general y específicas.

¿Cuáles son las principales prospectivas de las adopciones tecnológicas a través del uso de robots susceptibles a utilizarse en la industria manufacturera, en particular en la industria alimentaria, bebidas y tabaco en Yucatán para el 2035?

1. ¿Cuáles son las últimas implementaciones de robots en la industria manufacturera en Yucatán en la actualidad y cuáles serían posibles para el 2035?
2. ¿Qué preferencias tecnológicas de la industria 4.0 podrían aplicarse a la industria manufacturera en Yucatán a partir del año 2035?
3. ¿Qué principales características en las normas de la industria manufacturera, podrían verse beneficiadas con el uso de tecnologías de la industria 4.0?
4. ¿Qué ventajas y desventajas tiene la implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035?
5. ¿Cuáles son los principales factores de la capacitación laboral que podrían tener un impacto en la industria manufacturera para una mejor adopción de robots en el año 2035?
6. ¿Qué dificultades han surgido a través de la implantación de robots en la industria manufacturera actualmente?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

El objetivo general es analizar las principales prospectivas de las adopciones tecnológicas a través del uso de robots susceptibles a emplearse dentro de la industria manufacturera, englobando únicamente a la industria alimentaria, bebidas y tabaco en Yucatán para el 2035

1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar las implementaciones de robots en la industria manufacturera en Yucatán actualmente y con posibles implementaciones para el año 2035.
2. Identificar preferencias de tecnologías de la industria 4.0 que podrían emplearse en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035.
3. Identificar las principales tecnologías para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en la industria manufacturera para su empleo en el 2035.
4. Identificar las perspectivas de las ventajas y desventajas de la implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035.
5. Describir las principales características en las capacitaciones dentro de la industria manufacturera para una mejor adopción de robots en Yucatán en el año 2035.
6. Identificar las principales problemáticas de la implementación en robots en la industria manufacturera en Yucatán.

1.6 Justificación

Esta investigación se realiza debido a la falta de estudios prospectivos que permitan formular estrategias basadas en proyecciones de expertos hacia un futuro tecnológico. De igual forma existen diversas fuentes de información acerca de las ventajas y desventajas de la implementación robótica en la industria manufacturera, sin embargo esta investigación recopila la información que se ha considerado más relevante. Con lo cual permite mostrar las tecnologías más relevantes dentro de la industria manufacturera para una transición tecnológica sostenible.

De igual manera este estudio se justifica en la falta de información estructurada para la adopción tecnológica en un futuro próximo. Por lo tanto esto se vería reflejado en una pérdida de trabajo masiva, debido a la falta de información que un estudio prospectivo puede proporcionar. De ahí que esta investigación busque ser una fuente de información para la adopción de tecnologías, basada en el futuro de la industria manufacturera.

1.5 Delimitación

La presente investigación se realizó en la Entidad federativa de Yucatán en México, los datos presentados abarcan el municipio de Mérida y sus alrededores. Incluyendo únicamente a la industria manufacturera, tomando por referencia las grandes empresas que han optado por el uso de tecnologías dentro de la industria 4.0. Sin embargo, se hace especial énfasis en el uso de robots en la industria manufacturera alimentaria.

1.6 Contenido de los capítulos

En el capítulo 2, el marco teórico abarca la descripción de la industria 4.0, la industria manufacturera, los robots y cómo estos se involucran dentro en la línea de manufactura. Se hace referencia a diversas fuentes bibliográficas, las cuales permitirán ampliar el conocimiento sobre este tema. Este capítulo es la base para alcanzar el objetivo general de esta investigación.

En el capítulo 3, el marco contextual, menciona la industria manufacturera en México y en Yucatán, teniendo en cuenta los datos obtenidos principalmente del DENU. Así mismo se centra en los robots utilizados en la actualidad y en los datos económicos de México. Esto es una herramienta para conocer el contexto actual en el que se busca desarrollar un proceso tanto socio tecnológico como socioeconómico.

En el capítulo 4, se menciona la metodología, utilizada para realizar el análisis prospectivo de la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035. El método Delphi, que es un método prospectivo, proporcionará una amplia comprensión de lo que se esperaría para el año 2035 en la industria manufacturera en Yucatán. Así mismo, este método brinda un consenso de las opiniones de esta investigación ya que las preguntas para el cuestionario fueron formuladas con datos de esta investigación.

En el capítulo 5 se muestran los resultados y discusiones obtenidos a través de la herramienta de investigación. Esta herramienta se basó en un cuestionario enfocado en la obtención de las principales prospectivas de expertos en el área que compete a nuestra

investigación. Por lo tanto, se contraponen lo que los expertos dicen con lo que se encontró en fuentes bibliográficas.

En el capítulo 6 se muestran las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron al finalizar esta investigación. En las conclusiones desglosa una conclusión por cada objetivo permitiendo abarcar los temas que esta investigación menciona. Por último, las recomendaciones se dan en base a lo que la bibliografía y los expertos perciben como el futuro más probable en el uso de robots en la industria manufacturera alimentaria.

2 CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desglosa la teoría encontrada con relación al uso de robots en la industria manufacturera alimentaria. Por lo que se abordan tanto el desarrollo industrial como el tecnológico dentro de las empresas manufactureras alimentarias.

2.1 Revolución industrial Industria 4.0 o cuarta

La industria 4.0 surge gracias a la primera revolución industrial la cual se basó en la mecanización, transformando la economía rural a una industrial. Posteriormente con base en eso surge la segunda, con la aparición de nuevas formas de energía. De ahí, da inicio a la tercera con el uso de tecnologías de información y comunicación con enfoque en el desarrollo sustentable con la innovación de procesos (Belén, 2016; Sectorial, 2019).

Hoy en día existen diferentes tecnologías en función de la bibliografía seleccionada. Sin embargo, se han clasificado principalmente en nueve bloques tecnológicos. Dando como resultado, la cuarta revolución industrial a través de la convergencia de distintas tecnologías existentes, que han permitido la automatización de procesos (Robles, 2020).

Se ha visto que estas tecnologías tienen diferentes procesos desde que se crean hasta que se sustituyen por otras. No obstante, no todas las tecnologías alcanzan los objetivos empresariales, esto hace destacar la importancia de seguir innovando incluso cuando exista una innovación anterior. Con base en esto, en la figura 2.1 se muestra el ciclo de expectativa referente a las nuevas tecnologías (Romanos, 2022).

Figura 2.1
Ciclo de expectativas sobredimensionadas de Gartner



Fuente: (Romanos, 2022).

Como se muestra en la figura 2.1, las tecnologías comienzan con el lanzamiento y posteriormente pasan por tres etapas hasta alcanzar su meseta de productividad. Entre las tres etapas se encuentra el abismo de desilusión, en el que muchas tecnologías se quedan y no logran superar esta fase. Por lo que, como empresa es importante conocerlas para identificar las acciones necesarias para aprovechar la implementación tecnológica sin que represente una afectación económica (Romanos, 2022).

Por lo que, la industria 4.0 se ha fundamentado en la constante transición de nuevas tecnologías dentro de los sistemas de producción, lo cual ha permitido su uso de manera eficiente, dentro de la producción. Con lo que surge un enfoque hacia una mano de obra mejor capacitada y más productiva, como resultado de años de innovaciones constantes (Bestratén Belloví, Gavilanes Pérez & Gómez, 2018). Esto ha contribuido a que la innovación tanto a nivel nacional como internacional sea más atractiva para las empresas que desean prosperar.

Esta transición hacia un modelo digital basado en las implementaciones tecnológicas mencionadas en esta investigación representa una nueva perspectiva para la gestión empresarial (Bestratén et al., 2018). En la literatura se menciona el impacto que estas

involucran tanto a nivel empresa como a nivel empleado. Esto ha permitido a las empresas mayores conocimientos para el empleo de diversas tecnologías (Perasso, 2016).

Por consecuencia las empresas han logrado una mejor automatización en la elaboración de productos con el apoyo de robots. Así mismo, la automatización se ha centrado en las tecnologías que permitan un adecuado manejo por el capital humano, transformándose en industrias inteligentes. Por lo que estas industrias representan la capacidad de predecir, planear, controlar y producir de manera autónoma, lo que permitirá una producción con menos errores (Sectorial, 2019).

Presentando para algunos un cambio radical en las formas de trabajo, que consiste en sistemas conectados e inteligentes, que han mostrado cada vez más una mayor facilidad de adopción gracias a las innovaciones anteriores (Amézquita & Jiménez, 2019). No obstante, no todas las empresas han sabido aprovechar las oportunidades que se derivan de la digitalización, lo cual está marcando una diferencia en la competitividad de las empresas, tanto a nivel económico como social (Pérez et al., 2020). Por lo que ha surgido una ola de nuevos productos y servicios relacionados con las tecnologías de la industria 4.0 (Cortés, Landeta & Chacón, 2017).

En concreto, la industria 4.0 se compone de cuatro rubros; a) dispositivos y fuerza de trabajo en la capa física; b) redes que permiten la comunicación en tiempo real; c) la nube para el almacenamiento y análisis de datos; d) aplicaciones en las cuales accede directamente el consumidor. De igual manera Santos en 2017, definió esto en 4 pilares; soluciones inteligentes, innovaciones inteligentes, cadenas de suministro y fábricas inteligentes. Cada autor destaca el manejo de información como parte fundamental de esta industria (Mejía, Camacho & Marcelino, 2019).

2.1.1 Industria 4.0 en América latina

En América Latina, el Gobierno mexicano se ha visto obligado a implementar procesos que respalden la implementación de la digitalización dentro de las industrias, que fomenten este desarrollo tecnológico. De esta forma, las inversiones privadas, deben ser respaldadas por políticas públicas, para la correcta transformación digital en México, teniendo en cuenta la

educación como el fundamento de una mano de obra adecuada para estos procesos (Mejía et al., 2019). De esta manera, satisfaciendo la necesidad de competencia justa entre las empresas a nivel nacional e internacional.

El Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (INTAL) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) han destacado la importancia de que México empiece a involucrarse más en la relación entre humanos y tecnologías a través de las innovaciones tecnológicas. Esta evolución será una de las herramientas más importantes para el desarrollo empresarial con la implantación tecnológica. Lo cual representa un crecimiento económico gracias al mayor abastecimiento de productos (Basco et al., 2018).

Hoy en día en América Latina existen diversas sub-industrias basadas en la obtención, transformación de materia prima en productos para su posterior venta o consumo. Cuyas actividades comerciales son dedicadas a actividades similares pero con un objetivo diferente (Caballero, 2016). Como resultado, en la tabla 2.1 se presentan los tipos de industria en función de su actividad económica.

Tabla 2.1
Tipos de industrias según su actividad económica

Tipo de industria	Definición
Energética	Basado en la generación de energía a través de distintos procesos.
Metalúrgica	Relacionados a los procesos de metales.
Mínera	Basado en la comercialización de minerales.
Química	Compuestos químicos utilizados por el consumidor.
Gestión de residuos	Manejo de residuos.
Alimentaria	Produce alimentos y bebidas.
Textil	Basado en la fabricación de telas para ropa y otros productos.
Papel y madera	Basado en la transformación de materia prima para la obtención de papel y sus derivados.
Agrícola	Producción de materia prima para la utilización masiva de este.
Pesquera y acuícola	Basado en actividades relacionadas con la pesca.
Automovilística	Basa sus actividades en el diseño, manufactura y comercialización de automóviles.
Ganadera	Basado en la crianza de animales para su comercialización.
Farmacéutica	Basado en la elaboración de productos enfocados a la salud.

Fuente: Modificado de INEGI (2018).

2.2 Industria manufacturera

Dentro de las diversas sub-industrias, se ha destacado la industria manufacturera, que consiste en actividades industriales dirigidas al tratamiento, transformación, preparación,

conservación y envasado de productos. Esta industria se ha escogido debido al aumento de la demanda de productos dentro de dicha industria, en donde las grandes empresas son las más rentables y con una elevada mano de obra. Por esta razón, dentro del planteamiento del problema se abarca la colaboración entre humanos y robots para procesos más eficientes (Berkowitz, Malagié, Jensen, Smith, Svagr, Spiegel & Pant, 2012; DENUE, 2022).

Se expone la diversidad de sub-industrias en la tabla 2.1 la cual permite conocerlas e identificar sus procesos. Esto permite encontrar las sub-industrias más propensas a este desarrollo tecnológico según su tipo como se muestra en la tabla 2.2. En las grandes compañías, la adopción tecnológica se ha observado de una manera más rápida, debido a la alta demanda de producción (Red educativa , 2015).

Tabla 2.2
Tipos de industrias

Tipo de industria	Industria	Descripción
Según el tamaño	Pequeña	Menos de 50 empleados.
	Mediana	entre 50 y 100 empleados.
	Grande	Más de 100 empleados.
Según materia prima a utilizar	Ligera	Abarca la materia prima ligera.
	Semi ligera	Producción de productos semi elaborados.
	Pesada	Basa su producción en materia prima masiva.
	Base	Empieza la producción desde productos semielaborados.
Según su posición en el sistema de producción	Bienes de equipo	Elaboración de equipo.
	Bienes de consumo	Producción directamente para el consumidor.
	Madura	Totalmente desarrollada según sus capacidades, con posible estancamiento en innovaciones.
Según el grado de desarrollo	De punta	Procesos con innovaciones constantes.

Fuente: (Red educativa , 2015).

Esta investigación se ha basado en la industria manufacturera enfocada en los bienes de consumo como es la industria alimentaria y de bebidas. Las empresas “de punto” son las que tienen más posibilidades de adoptar nuevas tecnologías. Después de todo, históricamente se ha demostrado que la productividad industrial tiende a mejorar con estas innovaciones tecnológicas (Berkowitz et al., 2012).

2.2.1 Industria alimentaria

Entre las sub-industrias mencionadas en el DENU, 2022 se ha escogido la sub-industria alimentaria, que muestra un gran potencial de crecimiento. Esta sub-industria se encuentra dentro de la industria manufacturera, que se basa en la producción de alimentos, bebidas o ingredientes de origen vegetal y animal, para el consumo del cliente. En la tabla 2.3 se muestra la clasificación de estas dada por Berkowitz, 2012, de las cuales se pueden identificar procesos repetitivos y poco cualificados que podrían beneficiarse con el uso de tecnologías (Berkowitz et al., 2012).

Tabla 2.3
Clasificación de industrias manufactureras con procesos susceptibles a automatización

Industria	Técnicas o procesos de elaboración con posibles implementaciones tecnológicas.
Elaboración y conservación de la carne	Sacrificio, trinchado, deshuesado, triturado, cocción
Elaboración de pescado	Descabezamiento, evisceración, fileteado y cocción
Conservación de frutas y verduras	Escaldado, cocción, triturado, concentración de zumos al vacío
Elaboración de cereales	Trituración, cribado, molienda, rodadura
Cocción en horno	Amasado, fermentación, tratamientos de superficie, laminación en el condimento
Elaboración de galletas	Mezcla, amasado, moldeo de estratificado
Fabricación de la masa	Amasado, molienda, corte, moldeo
Elaboración y refinado de azúcar	Trituración, maceración, concentración al vacío, centrifugado y secado
Fabricación de chocolate y repostería	Tostado, molienda, mezcla, conchado, moldeo
Elaboración de leche y productos lácteos	Desnatado, batido, coagulación y maduración
Elaboración de aceites y grasas	Molienda, extracción con disolventes o vapor, filtrado con filtro de prensa

Fuente: Elaboración propia, obtenido de (Berkowitz et al., 2012).

Por lo tanto, una vez que se ha determinado en qué categoría entra la empresa, se debe entender los procesos que esta conllevan. En otras palabras, se puede referir a las actividades que se realizan antes de la obtención de materia prima o específicamente al procesamiento de estas. Así, este es el primer paso para la identificación de las tecnologías que sean beneficiosas para los procesos de producción (Berkowitz et al., 2012).

2.2.2 Industria 4.0 en la industria manufacturera alimentaria

A finales del siglo XX, en el sector manufacturero se buscó la implementación tecnológica. Después de adoptar las nuevas tecnologías, la industria desarrolló su propio negocio basado en estas. Demostrando una adaptación constante a lo largo de los años, enfocándose en diversas estructuras sociales y económicas que faciliten su adquisición según el cliente o usuario (Tena, Ramírez & Sánchez, 2021).

Esta adopción tecnológica se ha definido como un proceso de aprendizaje y cambios en los sistemas de manufactura. Sin embargo los procesos tecnológicos suelen darse de una manera lenta por lo tanto esta adopción debe ser constante. Facilitando así los procesos de digitalización relacionados con esta adopción (Sánchez, Zegbe & Rumayor, 2013).

La digitalización, abrió paso a procesos más estructurados y automatizados. Como por ejemplo, el Internet de las cosas, computación en nube, Bigdata, inteligencia artificial e impresión 3D, se combinan con las tecnologías que permiten satisfacer las necesidades globales, mediante la personalización de productos y servicios. Debido a lo anterior, el impacto es aún mayor al implementar procesos que no tengan tecnologías aisladas (Basco et al., 2018).

Esta integración tecnológica, a su vez, ha permitido una entrada a convenios entre diferentes empresas manufactureras, que comercializan de manera coordinada para la adquisición o distribución de productos alimenticios. De este modo, la cuarta revolución, requiere procesos inteligentes que sean capaces de regular las innovaciones sin asfixiar los procesos de innovación en la misma. Se busca que todo esto se adapte a al trabajo entre mano de obra y robots (Basco et al., 2018).

Cómo bien se ha señalado existe la posibilidad de la pérdida de trabajo humano, no obstante, se ha visto una amortiguación debido a las adopciones estructuradas que permiten el crecimiento tanto empresarial como social. Las capacitaciones constantes permitirán mantener los trabajos competitivos a través de la implementación de tecnologías. Teniendo

en cuenta lo anterior, las industrias deben mantener una adaptación constante para evitar una interrupción de la línea de operación (Castellanos & Escott, 2020).

2.2.3 Tecnologías de la industria 4.0 en la industria alimentaria

En la tabla 2.4 se describen de forma general los nueve bloques de la industria 4.0. Este tipo de datos representa el desarrollo tecnológico en los procesos de manufactura a través de su automatización. Se han mencionado diferentes tecnologías dentro de la industria 4.0, pero las tecnologías mencionadas en la tabla 2.4 se han destacado en cualquier intento de automatización (Fabr e, 2021).

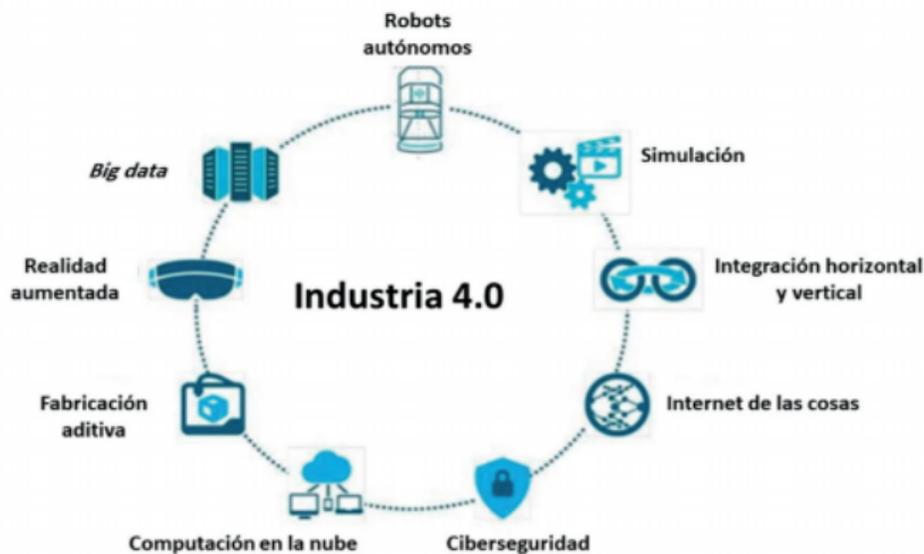
Tabla 2.4
Principales tecnologías de la industria 4.0

Tecnología	Descripción y aplicación
Big data	Datos masivos relacionados al análisis y procesamiento de servicios y productos.
Robots colaborativos	Robots que trabajan con un nivel de seguridad apto para el trabajo colaborativo con humanos.
Simulación	Representación de escenarios futuros.
Integración de sistemas	Conexión entre sistemas en diferentes áreas.
El internet de las cosas	Conexión de sistemas a través de plataformas como el internet.
Ciberseguridad	Nivel de seguridad en sistemas digitales.
Impresión 3D	Impresión de productos digitales a físicos.
Realidad aumentada	Interacción entre sistemas físico y virtual.
Computo en la nube	Sistema de almacenamiento de información.

Fuente: (Pedraza, Fernández & Montañez, 2019).

La industria 4.0, tiene una presencia importante dentro de la industria manufacturera alimentaria, en donde las tecnologías se auto complementan, como se muestra en la figura 2.3. Esta industria ha resaltado el uso de robots, que trabajan junto con diversas tecnologías de la industria 4.0. Esta modificación se ha visto motivada, entre otros factores, por la reducción de los costos, que ha permitido una mayor adopción tecnológica (Areous & Flores, 2020; Basco et al., 2018).

Figura 2.2
Tecnologías presentes en la industria 4.0



Fuente: (Garrell & Guilera, 2019).

Esta adopción se caracteriza por la utilización del término Internet de las cosas (IOT) que incluye tecnologías que están más centradas en el BigData y robots (Bearzotti, 2018). Junto con esto los procesos de gestión empresarial se han visto influenciados por el uso de estas tecnologías. Por lo que, las iniciativas empresariales que promueven una mejora de procesos y productos mejoran la adopción tecnológica dentro de sus procesos de manufactura (Cortés et al., 2017).

De este modo, la industria 4.0 es capaz de ofrecer nuevas formas de producción gracias a las herramientas, máquinas, instalaciones y productos con la ventaja de interconectarlas a través de diversas tecnologías. Por ejemplo, los robots se destacan dentro de estas implementaciones por su capacidad de producción masiva. Como resultado, una mejor eficiencia (Sachon, 2018).

Sin embargo, el control de procesos mediante el aseguramiento de la inocuidad debe ser un objetivo prioritario. Debido al crecimiento descontrolado de centros urbanos y a la mayor cantidad de canales de distribución. Asimismo, estas reestructuraciones se han percibido como una ventaja a nivel industrial para una mayor producción y con la intención de poder alcanzar con mayor rapidez la automatización de productos (Tena et al., 2021).

2.2.3.1 Análisis de datos (Big data)

Entre las tecnologías envueltas en la industria 4.0 se encuentra el análisis de datos (*Big Data*), basado en la toma de decisiones en tiempo real con base en una recolección de datos. Esto ha agilizado toda la cadena de valor dentro de la industria alimentaria. De esta forma, la empresa puede reaccionar de manera más eficaz ante los cambios que surjan a diario, haciéndolo más eficiente (Basco et., 2018; Florelva, 2020).

Actualmente, empresas de la industria alimentaria han identificado procesos susceptibles a la adopción tecnológica. Identificándose principalmente la elaboración y recolección de materia prima de los productos, que pueden venir de diferentes proveedores, formando parte del inventario para su uso en las áreas específicas. Con esta información se encontró un ejemplo en el cual se una empresa alimentaria construyó una máquina dosificadora de materia prima con el fin de aminorar el tiempo de producción, como se muestra en la figura 2.4 (Barrientos et al., 2020).

Figura 2.3
Dosificador usando tecnologías inteligentes.



Fuente:(Barrientos et al.,2020)

2.2.3.2 Internet de las cosas

El internet de las cosas contempla situaciones en las que la conexión entre red y el potencial de las computadoras se expande hasta los objetos, sensores y artículos cotidianos que antes

no formaban parte de las tecnologías. Extendiéndose desde lo físico hasta lo cibernético, permitiendo una menor intervención humana, lo cual ha mejorado los tiempos de producción (Floreiva, 2020). Con lo cual la industria alimentaria conecta diversos procesos dentro de la línea de producción.

Se utiliza, por ejemplo, esta tecnología para la industria alimentaria de sector primario a través de la fertilización, el monitoreo, entre otras actividades. Las tecnologías son especialmente utilizadas en el control de procesos tardados y repetitivos. Lo cual ha permitido abarcar más actividades en menor tiempo y lograr una mejora dentro de la planta de manufactura (Rodríguez , Ochoa , & Torres, 2021).

2.2.3.3 Sistemas ciber físicos (CPS)

Actualmente, sistemas como el CPS utilizan tecnologías basadas en la computación matemática e informática. Esta simulación ha logrado el diseño de modelos a través de la simulación de sistemas integrados concurrentes en tiempo real. Estos sistemas utilizan modelos y métodos de distintos campos de la ingeniería en conjunto con el área de informática, mostrando un trabajo multidisciplinario en la implementación de tecnologías (Floreiva, 2020).

Los dispositivos móviles son muy utilizados en estos sistemas, ya que los principales elementos son el software y hardware, que han demostrado ser capaces de comunicarse entre sí a través de canales como el internet de las cosas y el computo en la nube, otorgando un intercambio de datos e información entre los elementos. De esta forma se pretende la implementación de sistemas inteligentes, los cuales al ser integrados a los sistemas ya establecidos de fabricación, resultan ser un apoyo en el aumento de la productividad en la línea de manufactura. Por ejemplo, el moldeo por inyección de plástico muestra cómo las empresas de la industria alimentaria ya empiezan a aplicar estas tecnologías en diferentes áreas dentro de sus procesos de producción (Floreiva, 2020).

2.2.3.4 Ciberseguridad

La ciberseguridad es un factor importante, ya que abarca los procesos tecnológicos que mantienen en resguardo la información de la empresa, evitando filtraciones de información relevante. Así mismo se utiliza a nivel industrial, mediante el uso de perspectivas y conocimientos relacionados con recursos humanos, procesos y tecnologías (Florelva, 2020). Por lo tanto, debe contemplarse como una forma de mejorar la seguridad a través del uso de tecnologías dentro de la empresa.

Esta tecnología se ha empleado bajo el término “red segura” dentro de las líneas de producción que manejan fórmulas para la producción alimentaria, en donde la información está protegida (Martínez & Feijo , 2021). La seguridad de los procesos automatizados es importante, ya que de esto depende un buen funcionamiento, como s en la figura 2.5 que muestra los principales componentes de un plan de ciberseguridad. La ciberseguridad no es muy común en la industria alimentaria, pero sin duda puede llegar a ser uno de los eslabones más débiles.

Figura 2.4
Componentes esenciales de un plan de ciberseguridad



Fuente: (Martínez et al., 2021).

2.2.3.5 Cloud Computing

Computo en la nube (*Cloud Computing*) es una tecnología basada en tecnologías preexistentes que permiten su uso. Esto se fundamenta en la capacidad de acceder a la base de datos desde diferentes puntos, lo cual le permite un acceso más rápido y distribuido (Florelva, 2020). Esta disponibilidad, a través de barreras de seguridad como claves de acceso, permite una mejor conexión entre equipos.

Por ejemplo, esta tecnología se ha utilizado en la industria alimentaria, conocida como *Cloud Computing* que incluye diferentes servicios, como el autoservicio por demanda, donde estos servicios pueden ser adquiridos desde cualquier parte tan solo con contar con internet, en el

cual el usuario paga solo por el tiempo que utilice el servicio. En concreto, este tipo de servicios induce el concepto de movilidad. Por último, un beneficio destacable de esta tecnología es que el volumen de clientes puede aumentar rápidamente dependiendo de las necesidades del usuario (Rojas, 2014).

2.2.3.6 Impresión 3D

La impresión 3D es una tecnología que permite fabricar alimentos personalizados a través de estructuras complejas. En concreto, busca poder elaborar alimentos equilibrados tanto nutricionales como visualmente, mostrándolos de una manera novedosa hacia el consumidor. Como en la figura 2.6, en donde se muestran las diferentes técnicas de impresión 3D, lo que representa totalmente una nueva forma de producción (Morgado, 2020).

Figura 2.5

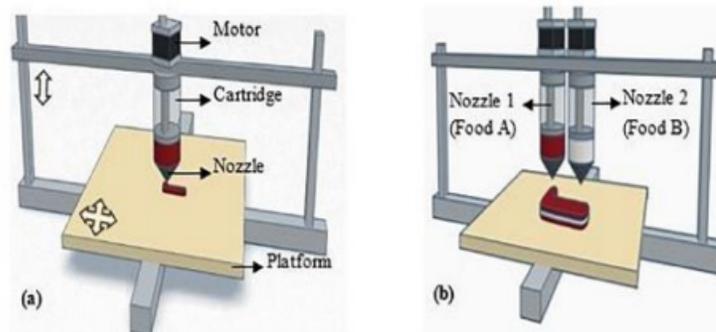
Ejemplos de técnicas de impresión 3D basadas en tecnología de inyección por chorro de tinta: (a) decoración gráfica, (b) relleno de la superficie y (c) deposición de cavidades

Fuente: (Foodjet, 2022).



Por ejemplo, en la industria alimentaria se utilizan técnicas como: la impresión basada en extrusión, la impresión selectiva por láser, la impresión por inyección de aglutinante y la impresión por chorro de tinta. La impresión por extrusión es aplicada a una gran variedad de materias primas y ayuda a mantener las características organolépticas. Un ejemplo de esto es la extrusión basada en jeringas, que consta de un cartucho (*cartridge*) que contiene el material a imprimir, el cual termina en una boquilla o jeringa (*noddle*) con control de temperatura en todo el sistema de alimentación, como se muestra en la figura 2.7 (Morgado, 2020).

Figura 2.6
Impresora 3D de extrusión basada en jeringas



Fuente: (Morgado, 2020).

2.2.3.6 Robots autónomos

Actualmente, existen diversos procesos de automatización, dentro de los cuales destacan los robots, a pesar de esto su adopción ha sido lenta. Ya que surgieron desde el año 1921 con Karel Capek, que los define como esclavos, haciendo referencia a un trabajo forzado. Años después, George Devol adoptó la definición de manipulador reprogramable con la ayuda de la empresa “Unimation”, la cual fue la primera empresa de Robots (Technologybit, 2017).

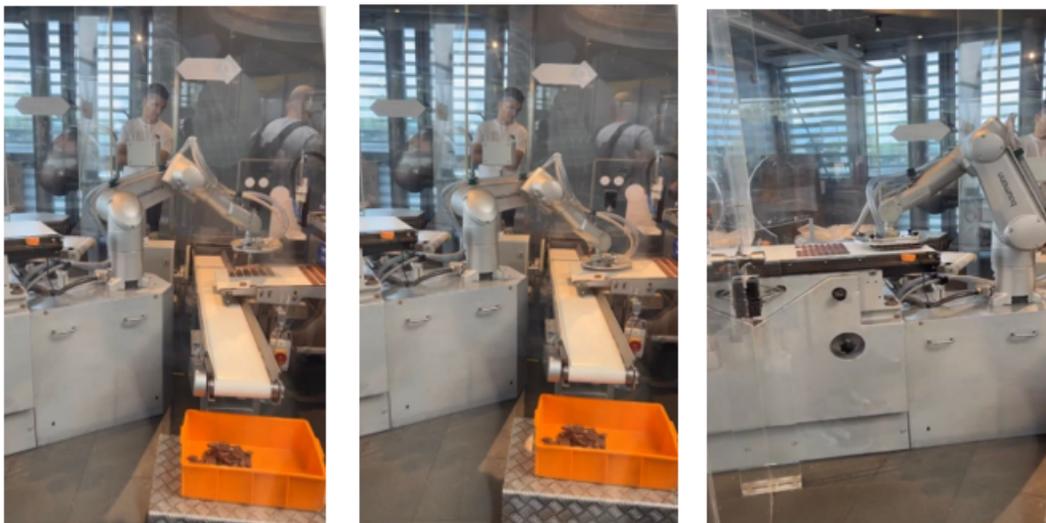
Haciendo alusión a los robots como un “manipulador reprogramable y multifuncional, programado para realizar diferentes trabajos”. De acuerdo con las definiciones, los robots representan un posible incremento en la producción dentro de la industria alimentaria. Ya que se ha visto acompañado por las tecnologías 4.0, representan un paso más hacia procesos automatizados (FoodTec, 2017).

Entre las definiciones más comunes se puede apreciar que se trata de máquinas que tienen modificaciones que permiten el control de productos, gracias a la precisión en su funcionamiento, sustituyendo la mano de obra humana. Con lo que surgen los cobots, mejor conocidos como robots colaborativos, a diferencia de los industriales que suelen estar separados de los humanos por motivos de seguridad. Debido a esto el uso de cobots cada vez más importante, debido al trabajo colaborativo con ellos (Peshkin, 1999).

Existen tecnologías que apoyan el uso de cobots como los Digital Twins o simulación, que permite identificar detalladamente el proceso antes de llevarlo a algo físico en el área de trabajo. De igual manera en los posibles beneficios se encuentra la homogeneidad de productos con una mayor eficacia de producción, a través de automatizaciones que brindarán una respuesta más rápida y flexible a un mercado cada vez más exigente (Tornil & Gamiz, 2014). Con lo que esto permite el previsualizar los efectos de la implementación de robots, lo cual podría ser un factor para disminuir los costos.

Entre las industrias alimentarias con la implementación robótica se encuentra en Alemania la fábrica “Lindor” la cual produce chocolates, con la ayuda de brazos robóticos colaborativos, como se muestra en la figura 2.8. En la imagen se muestra el proceso de toma de chocolates de un punto A un punto B. A pesar de que estos robots no se encuentran en un entorno industrial, forman parte de la industria alimentaria y el proceso de fabricación.

Figura 2.7
Robot de la empresa Lindor manejando chocolate



Fuente: propia, obtenida de la fábrica Lindor en Alemania (2022).

Otro ejemplo se presenta en la figura 2.9, donde se muestra el uso de robots como meseros, estos dirigidos al giro restaurantero, pero con posibles aplicaciones en el área de logística de la industria alimentaria. En donde por lo general los permisos de fabricación no permiten una mayor distribución. Mostrando así cómo existen diversos retos ante la implementación de robots.

Figura 2.8
Robots en la industria alimentaria



Fuente: Propia, tomada en *National Restaurant Association Show* en Chicago (2022).

Otro ejemplo se muestra en la figura 2.10, en donde brazos robóticos manipulan directamente alimentos. Como se muestra en la imagen un brazo robótico con más de 6 grados de libertad, colabora con personal humano para atender a los clientes. En la imagen de la derecha se muestra el mismo brazo robótico, pero de exhibición, sin duda estos robots pueden desempeñar diversas tareas dentro de la industria.

Figura 2.9
Robots empelados en la industria alimentaria



Fuente: Propia, tomada en *National Restaurant Association Show* en Chicago (2022).

En la Figura 2.11 se muestra cómo la aplicación de robots en la industria alimentaria se utiliza tanto para la producción de alimentos como para la logística de producción. Por lo que hoy en día existen diversos robots, sin embargo, el robot con dos brazos robóticos se caracteriza por tener un cuerpo, extremidades y cabeza. Reflejando la tendencia del diseño de estos robots en diversas industrias alimentarias.

Figura 2.10
Robots aplicados a la industria alimentaria



Fuente: Propia, tomada en *National Restaurant Asociación Show* en Chicago (2022).

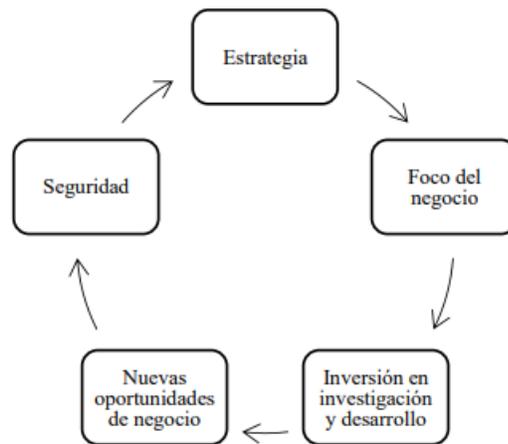
2.3 Manufactura inteligente

Las tecnologías digitales han permitido el surgimiento de líneas de producción más ágiles y autónomas. Produciendo un impulso en la cadena de valor, tanto a nivel operativo como a nivel administrativo (Matos, 2021). En figura 2.3 se muestran las tecnologías envueltas en esta industria 4.0 (González, 2021).

Con esto ha surgido el término “manufactura inteligente” el cual hace referencia a toda esta línea de manufactura, donde los procesos aislados son cada vez menos específicas gracias al uso de tecnologías. Desarrollando sistemas de almacenes más rápidos tanto para acceder a ellos como al momento de la distribución. Siendo los robots con programaciones específicos los que han podido controlar gran parte de las actividades dentro de las líneas de manufactura (Cortés et al., 2017).

La digitalización de toda la manufactura permite que se desarrolle una automatización en el área de manufactura, abarcando diversos procesos con el fin de convertirse en auto gestionables. Mostrando un crecimiento en diversas áreas de la empresa, recalcando que existen diversos factores para tener en cuenta al momento de aplicar de estas tecnologías como se muestra en la figura 2.12 (Matos, 2021). En consecuencia, la información obtenida de la prospectiva de expertos permite desarrollar estrategias para un desarrollo sostenible (González, 2021).

Figura 2.11
Dimensiones organizacionales que apoyan al proceso de transformación a Industria 4.0



Fuente: (González, 2021).

Como resultado, esto crea un beneficio para la industria alimentaria, logrando una relocalización (*reshoring*) global a través de una manufactura inteligente, gracias a la descentralización de productos. Estableciendo una conexión entre la fábrica y los centros de consumo (Basco et al., 2018). Donde se aprecia una mayor oportunidad de expansión para la industria debido a la facilidad de acceso de los productos.

Procurando emplear las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), para asegurar la calidad dentro de la empresa, con la calidad de sus productos, al ser fabricados de manera homogénea y controlada. Es importante señalar cómo la capacitación de los empleados influirá en la

implementación de las BPM. Según la bibliografía, las BMP junto con capacitaciones constantes permitirán a la empresa mantener un estándar según las normas y reglamentos del país donde se encuentre (Sarabia, 2021).

Como se muestra en la figura 2.13 se observan cinco elementos clave para la implementación de estas prácticas. Esto toma en cuenta personas, productos, procesos, procedimientos e instalaciones. Por lo que organismos como la SENASICA es uno de los encargados de supervisar la inocuidad en la cadena productiva de los alimentos en México (SENASICA, 2020; Safety Culture, 2022).



Fuente: (Safety Culture, 2022).

2.3.1 Manufactura distribuida

La manufactura distribuida surge con la manufactura descentralizada, la cual controla la producción desde la nube. Esta consiste en “acercar al consumidor la producción”, volviéndose más personalizada al adaptarse a las preferencias del consumidor. La empresa permite establecer una mejor relación con el cliente, ofreciendo un producto más adecuado a sus necesidades (Schatan, 2020).

Esta manufactura abarca diversas tecnologías como impresoras 3D o manufactura agregada, la que permite la producción personalizada de productos, que pueden ser usados por robots. Igualmente, esta tecnología permite la fabricación con escasa participación de mano de obra

humana (Schatan, 2020). Así se puede mejorar la producción mediante la implementación de nuevas tecnologías.

Con esta manufactura distribuida surgieron nuevas oportunidades para las empresas. Al reducir la concentración de las industrias manufactureras para la fabricación de productos personalizados, que permitirá la entrada de nuevas empresas al mercado (Basco et al., 2018). Esto controlado a través del uso de robots para la implementación de manufactura distribuida, lo que reducirá la mano de obra poco capacitada.

De esta manera se ha optado por robots colaborativos, debido al manejo constante de productos, como es en el caso de trabajos repetitivos. No obstante, la mano de obra humana se presenta como un factor importante para el uso adecuado de estos robots. Mejorando así el manejo y costo del uso de robots relacionado con su adecuado manejo e implementación (Garrell & Guilera, 2019).

2.4 Robots

A través de los años las definiciones de robots se han unificado en la siguiente definición: Máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que puedan posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en posición fija o en movimiento (Robotnik, 2021). Eso ha sido aordado más profundamente en la sección de robots autónomos.

Siendo de importancia recalcar que dentro de la sección de robots autónomos es importante diferenciar a los robots industriales de los colaborativos, mostrados en la tabla 2.5, los cuales tienen diferencias tanto económicas como funcionales. Los industriales son utilizados para una sola tarea, a diferencia de los colaborativos, donde se trabaja de acuerdo con las instrucciones del operario, pudiendo realizar varias tareas (Robotnik, 2021). Siendo los colaborativos una opción que permite un trabajo seguro y eficaz en colaboración con los humanos.

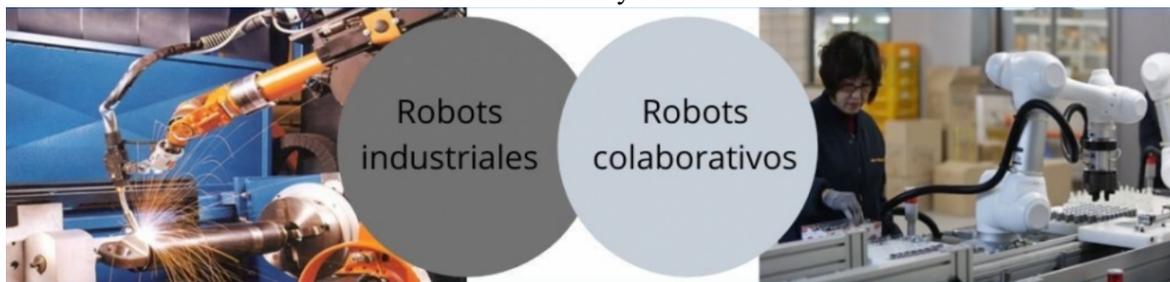
Tabla 2.5
Principales diferencias entre robots industriales y colaborativos

	Robots industriales	Robots colaborativos
Diferencias generales	Desempeñan una única tarea en una posición fija. Sustituyen al operario en el puesto de trabajo. Incremento de producción. Reducción de tiempos de ciclo de producción. Requieren de elementos de seguridad adicionales. Alta velocidad. Alta precisión.	Desempeñan diferentes tareas adaptándose a las necesidades en planta. Ligeros y transportables (flexibilidad). Cooperan con el operario en sus funciones diarias. Reducción de costes (calidad/laborales). Intrínsecamente seguros (no requieren de seguridad adicional).
Criterios funcionales	Requiere de elementos de seguridad. Instalación fija.	Control de fuerza. Reducción de velocidad. Es seguro sin elementos externos Instalación flexible.
Criterios económicos	Inversión para mejorar la productividad.	Inversión para reducir costes. Calidad: eliminación de fallos / uniformidad en la fabricación. Laborables: mejora en el bienestar del operario / reducción de bajas.

Fuente: (Fegemu, 2020).

Esta colaboración permite a la empresa expandir su producción debido a la facilidad de mano de obra robotizada. De tal modo, esto se ha plasmado como una nueva forma de trabajo, interpretándose de dos maneras, ya sea como un sustituto del personal humano o como una ventaja dentro de la producción, como se muestra en la figura 2.14. En la cual los robots industriales sustituyen por completo al operario, mientras que los colaborativos se implementan para un trabajo colaborativo con humanos (Robotnik, 2021).

Figura 2.13
Robots industriales y colaborativos



Fuente: (Fegemu, 2020).

2.4.1 Clasificación de los robots

Dentro de las diversas clasificaciones de robots se destacan tres generaciones. Primero, surgen los brazos robóticos capaces de manipular distintos objetos, donde su principal

actividad se repite una y otra vez. Por lo tanto, esto es posible gracias a las distintas funciones que poseen, como se muestra a continuación:

1. Manual: el trabajo está sujeto a otro agente para llevarse a cabo.
2. Secuencia fija: el trabajo está programado con anterioridad, el agente externo solo se ve involucrado al momento de programación.
3. Secuencia variable: son tareas programadas por el agente externo, pero puede haber variantes durante los procesos (Garrell & Guilera, 2019).

En la segunda generación ya son capaces de identificar su entorno, con lo cual poseen cada vez capacidades que permiten un posible autocontrol. Estas capacidades ayudan a identificar posibles problemáticas, gracias a tecnologías como sensores, ayudando a identificar su entorno. Esto se da sin necesidad de moverse, lo cual permite utilizar mejor sus grados de libertad (Garrell & Guilera, 2019).

La tercera generación abarca los robots inteligentes, con lenguaje propio, lo cual permite una programación propia. Han demostrado una capacidad de colaborar con la mano de obra humana, en donde el entorno suele evolucionar con el paso del tiempo (Garrell & Guilera, 2019). Como resultado, esto supone una disminución en la cantidad de trabajo para el humano.

De esta generación surgen los robots humanoides, caracterizados por tener un somatotipo parecido al humano. Sin embargo, existen diversas clasificaciones de robots, ya que las clasificaciones dependen del uso que se les dé. Clasificándose seis tipos de robots, los cuales pueden ser humanoides o no, como se muestra en la tabla 2.6 (Galván, 2016).

Tabla 2.6

Clasificación de Robots Industriales según la Asociación de Robótica Japonesa.

Clasificación	Definición
Robots de manejo manual	Dependen de un agente externo.
Robots con secuencias fijas	Robots programados con secuencias que no varían.
Robots de secuencia variable	Tareas preprogramadas las cuales pueden ir variando.

Robots de reproducción	Trabajo colaborativo entre humano y robots, en donde el humano guía al robot.
Robots de control numérico	El agente externo es un software.
Robots inteligentes	Robots capaces de tomar decisiones propias según su entorno.

Fuente: (Galván, 2016).

Una clasificación importante se basa en el movimiento que tienen los robots en sus áreas de trabajos definidas como grados de libertad y de movilidad, como se muestra en la tabla 2.7 Identificando primero, los grados de libertad (GDL) los cuales son la extensión que tienen estos robots para realizar tareas, marcando una posición de inicio y una final. En consecuencia, dependiendo de la tarea que se quiera cubrir, los robots deben tener los grados necesarios para poder realizarla, de lo contrario no podrán desempeñar correctamente su función (Rodríguez, 2015).

Por lo tanto, uno de los puntos de donde se parte para la clasificación de robots es el rango de movimiento dado por los grados de libertad. El segundo punto trata del grado de movilidad, que es el grado de libertad adicional sin cambiar la estructura de este (Rodríguez, 2015). El grado de libertad y movilidad se refieren a los niveles de movimientos que el robot tendrá en su área asignada.

Tabla 2.7

Clasificación de Robots según sus ejes

Clasificación	Definición
Robot angular vertical	Este robot cuenta con un rango amplio de movimiento, de igual forma funciona ágilmente y sirve para tarea que necesiten un especial cuidado en los detalles.
Robots paralelos	Este robot no es tan ágil y se basa en procesos que necesiten aceleraciones con precisión, como el pick up and place, encontrado en diferentes áreas de la industria manufacturera.
Robots cartesianos	Estos robots destacan por ser rápidos y exactos con una fácil programación. Por lo general se encuentran desempeñando tareas específicas y con mucha precisión.
Robots articulado horizontal SCARA	Es un robot que trabaja repetitivamente, sin embargo trabaja en planos perpendiculares.

Robot esférico	Seste robots hoy en día se utiliza cada vez menos, y era utilizado prácticamente para cargas y transporte de productos y materiales.
Robot cilíndrico	Este robot cada vez se usa menos debido a los robots eléctricos y trabajan en planos horizontales.

Fuente: (Hernández & Vizán, 2015).

Por ejemplo, el robot que más uso tiene actualmente es el paralelo, que se usa en el área de logística de la industria manufacturera (Tornil & Gamiz, 2014). Como resultado, esto ha permitido una mejor manipulación de alimentos y bebidas de una manera autónoma. En esta industria se encuentran productos usualmente sensibles al tacto, lo cual implica una manipulación que evite daños futuros (Campos, 2016).

2.4.2 Robots y la industria manufacturera

Desde hace varios años, los robots, han sido enfocados en aquellas tareas no adecuadas para la colaboración con humanos, ya que estos conllevan cierto riesgo laboral. Por lo tanto, los primeros robots resultaban ser algo “peligrosos”. Al inicio, siendo denominados “máquinas de transferencia”, limitándose a actividades sencillas, por lo general, solo se destinaban al traslado de instrumentos (Garrell & Guilera, 2019).

Posteriormente, se buscó la implementación de robots en procesos más seguros a través de sensores, especialmente como la visión artificial y desarrolladores relacionados con la movilidad y agilidad. Como resultado, se establecieron los brazos robóticos industriales capaces de elegir herramientas y descartar material inservible (Garrell & Guilera, 2019). De esta forma, el uso de robots se volvió una forma de trabajo segura en toda la línea de manufactura.

El aumento en el uso de robots se ha dado gracias a los microprocesadores y sensores con bajo costo, permitiendo a las empresas la adecuada implementación de diversas tecnologías. Lo que ha supuesto una rápida adquisición de robots en los procesos de manufactura, representando un paso más hacia el control por inteligencia artificial. Estos mostraron tener la capacidad de ser reprogramables, satisfaciendo las necesidades dentro de esta industria (Cuadros, 2008).

La cuarta revolución industrial se sustenta más aún en la adopción masiva de la robótica, los sensores y las computadoras. Sobre todo, en la facilidad de adoptar procesos para la sostenibilidad de estas nuevas tecnologías (Whiting & Carmona , 2019). Como resultado, la adopción puede presentarse como algo inevitable para cualquier empresa que desee mantenerse competitiva a lo largo de los años.

La competitividad mencionada anteriormente surge gracias a las técnicas de aprendizaje automatizado y profundo, donde los robots aprenden a partir de la interacción con el entorno físico, apoyados en diferentes tecnologías. De esta manera se desarrolla un trabajo más complejo y exacto (Riquelme, 2020). En consecuencia, la mano de obra automatizada se presenta como la nueva forma de trabajo.

Con el uso de robots en la industria manufacturera se logra un desarrollo laboral, el cual ha mostrado un beneficio tanto para el personal como para la empresa. Esto gracias a la interacción entre estos, proyectando el futuro laboral como más fluido en los análisis prospectivos. En resumen, prospectivas que tomen en cuenta los procesos actuales y su desarrollo a través de los años ayudarán a identificar los efectos que causarán sobre la mano de obra, oferta y demanda (Uguina, 2017).

De igual forma, como en cualquier desarrollo, se presentan desventajas relacionadas con la reestructuración dentro de la planta y las alteraciones. De este modo, la prospectiva de igual manera prevé una serie de medidas para evitar dichas problemáticas. Esta prevención se fundamenta en la adopción de estrategias mediante conocimientos basados en la teoría existente, enfocada al uso de robots (Garrell & Guilera, 2019).

Por lo que con el uso de la teoría y las prospectivas se podrán crear estrategias para la implementación adecuada de robots. Esto en busca de beneficios reales y notables que justifiquen el empleo de los robots (Uguina, 2017). Representando un futuro diferente con innovaciones más constantes y estructuradas.

2.4.3 Elección de robots

La elección de robots basada en estrategias estructuradas deberá ser en función de la empresa, estas características se describen en la tabla 2.8. Estas estrategias conllevan el uso de innovaciones enfocadas a resolver un problema dentro de la línea de manufactura, que conllevará inversiones de capital. Con esto, las empresas han tomado la decisión de usar robots colaborativos, que ofrecen una mayor capacidad para realizar tareas que involucren:

- Carga máxima
- Área de trabajo
- Ciclo de trabajo
- Coste (Byasa, 2021).

El costo es uno de los factores que más han afectado a la implantación de robots, por lo tanto, el uso de estrategias ayudará a la elección de robots que puedan desempeñar las tareas asignadas. El costo es un factor que no solo involucra el precio de compra, sino que incluye costos de instalación y mantenimiento. Por eso, el uso de robots suele ser un proceso lento ya que involucra diversos factores (Byasa, 2021).

Tabla 2.8
Principales robots y sus principales características

Tipo de robot según sus ejes	Scara	Antropomorfo	Cartesiano	Paralelo
Grados de libertad	4 grados	6 o más grados	Hasta 4 grados	Hasta 5 grados
Velocidad de trabajo	Alta	Baja	Baja	Alta
Área de trabajo	Reducida	Variable	Amplia	Reducida
Carga máxima	Reducida	Gran capacidad	Gran capacidad	Reducida
Precio y ejemplos de robots	Robots Scara de KUKA KR 6 500 Z200	KUKA KR 360 R2830	Yamaha Motor Co., Ltd. Robots SCARA	Delta de Sysmac por Omron

Fuente: Elaboración propia, recuperado de (Eurobots, 2021; Muñoz, 2019).

Estas innovaciones constantes influyen en la competitividad empresarial relacionada con procesos de manufactura. Asimismo, impacta en factores relacionados con la infraestructura, logística, conectividad digital y costo energético (Basco et al., 2018). Esta colaboración ha implicado una mayor colaboración entre robots y mano de obra, con procesos de capacitación en toda la línea de producción.

Los robots resultan ser una herramienta para alcanzar los objetivos de mejora constante en los procesos dentro de la planta. Estas implementaciones se coordinan gracias a la colaboración entre humanos y robots. Con lo cual, el avance tecnológico empresarial se da de manera exitosa, presentándose como una ventaja para la empresa (Byasa, 2021).

De ahí, que los robots más adecuados para utilizarse sean aquellos cuyos sistemas pueden adaptarse a los productos de forma autónoma sin modificar el proceso. Por ejemplo, se han utilizado mecanismos infra estructurados y flexibles para conseguir un agarre inicial suave con la posibilidad de incrementar el esfuerzo (Campos, 2016). En el mercado ya existen algunos modelos de estos robots, por ejemplo, se ha identificado el uso de los robots KUKA KR-16 que se han modificado para el control de las estaciones de transporte y procesamiento. (Suntaxi & Llanos, 2013).

La principal ventaja de la integración de robots se basa en poder controlar toda la línea de manufactura de manera autónoma, utilizando las tecnologías que abarcan la industria 4.0 (Perasso, 2016). En consecuencia, la industria a través de la robotización tendrá un impacto directo en la forma en que opera y toma de decisiones en las organizaciones. Por lo tanto, esto podrá formar parte de las cadenas de suministro y autogestión (Bearzotti, 2018).

Nada de lo anterior sería posible sin el uso coordinado de las diversas tecnologías. Como el procesamiento de imágenes en los diferentes niveles de producción dentro de la manufactura, donde se emplean regularmente robots con sensores y cámaras, logrando una conexión entre robot y entorno (Bejar & Jove, 2020). Promoviendo la innovación constante relacionada con el rápido crecimiento tecnológico que hoy en día tenemos como se muestra en la figura 2.15.

Figura 2.14
Ejemplo de robots utilizados en la industria alimentaria



Fuente: (Cruz, 2019).

2.5 Mano de obra

En la actualidad, en México se ha diversificado la mano de obra en calificada y poco calificada. En México, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), distingue la mano de obra según su actividad económica, colectiva e individual. Esta clasificación toma en cuenta dos variables, una en la que lo importante es el trabajo individual y otra solo se enfoca en el producto final (Blanco, 2016).

Sin embargo, gracias al desarrollo tecnológico, el autor Nicola Cacace, describe las ocupaciones asociadas a la cuarta revolución industrial, como ocupaciones nuevas en la transformación de procesos. Esto sugiere cómo, junto al surgimiento de nuevas tecnologías, surgieron nuevas formas de trabajo. Por eso, la adopción de nuevas tecnologías ha vuelto más específica la definición de trabajo y por consecuencia la ocupación de esta (Areous & Flores, 2020).

El desarrollo tecnológico promueve una disminución en la carga laboral, según Rodríguez (2017). Otros autores apoyan la ideología de una reducción de las plantillas en las tareas rutinarias y repetitivas gracias a la implementación tecnológica. Esto se ha producido debido a una expansión del análisis de datos y una automatización de tareas, lo que conlleva a una transformación estructural en el área de trabajo (Areous & Flores, 2020).

Un ejemplo de este impacto tecnológico es en el área de la logística, donde se ha requerido el desarrollo de soluciones automatizadas y robotizadas. Por lo tanto, grandes transnacionales utilizan robots en sus procesos de embalaje, lo cual ha permitido una respuesta más ágil ante los cambios en la producción (Perdomo & Ordóñez, 2019). De igual manera, optan por el uso de robots en diferentes partes del proceso de manufactura gracias a la facilidad y rapidez que presentan.

La productividad destaca en la adopción de robots, ya que se refiere a qué tanto remunera el trabajador a la empresa, representando un impacto económico. Específicamente con los niveles de producción y la calidad, se determina la productividad por empleado y por consecuencia del área en el que se encuentren (Secretaría de economía, 2010). De acuerdo

con la lógica anterior, se atribuye una mejor productividad en la empresa mediante el uso de robots que han permitido jornadas sin pausas y con menos errores.

Por lo tanto, la productividad impacta directamente en el crecimiento y mejora continua de una industria. Implicando menos uso de recursos para la elaboración de los productos. Por consiguiente, el uso de robots permite a la empresa mantenerse competitiva gracias al cubrimiento de las demandas del mercado (Mendoza, Lozan, Ramírez, Zúñiga, Acosta, Castro, 2019).

2.5.1 Capacitación

En el manejo de nuevas tecnologías son necesarios programas de capacitación enfocados en el correcto manejo de nuevas tecnologías. Evitando así cualquier error que provoque un gasto innecesario, por ejemplo, las capacitaciones constantes sobre el adecuado uso de técnicas de conservación alimentaria. Es importante que se controle la vulnerabilidad alimentaria en toda la línea de producción, así como la implementación de un sistema de vigilancia específico para controlarlas (Gil, Manyes , Font & Berrada , 2019).

Por ejemplo, la cadena de suministro y distribución se vuelve cada vez más compleja, de manera que las empresas deben realizar más esfuerzos para asegurar un abastecimiento seguro de alimentos. En donde una capacitación adecuada podrá ayudar a evitar deficiencias, tanto durante el transporte, procesamiento, distribución o almacenamiento (Gil et al., 2019). Además, la capacitación sobre los controles de estos procesos resulta una herramienta para mejorar la cadena de suministro dentro de la empresa.

De esta forma, las capacitaciones se distinguen por ser:

- Técnicas que las empresas promueven.
- Capacitaciones empresariales.
- Una técnica de formación constante.
- Una forma de preparar al personal para el rendimiento adecuado de sus funciones.
- Una formación planificada, y acorde con las funciones que el empleado debe de desempeñar.

- Permanentes, es decir, constante a lo largo del tiempo con el fin de no caer en la obsolescencia del personal.
- Una mejora continua del personal, promoviendo la economía del aprendizaje (Morales, 2018).

No obstante, existen diferentes tipos de capacitación laboral en función de su formalidad, lo cual tendrá un impacto en el rendimiento laboral. Como es el caso de la capacitación formal, la cual se caracteriza por haber sido planificada y estructurada. De igual manera, existe la capacitación informal, la cual carece de estructura y funciona como recomendaciones a través de directrices previas a un trabajo (Morales, 2018).

Entre las capacitaciones, se destacan las habilidades blandas, ya que resultan importantes para el control de procesos automatizados. Estos conocimientos se basan en: tolerancia, liderazgo, creatividad, adaptación, trabajo en equipo, comunicación, identificación y solución de problemas (Martínez, 2020). Por lo tanto, la capacitación formal es una mejor herramienta para capacitar a la mano de obra en la industria manufacturera, evitando una pérdida de trabajo innecesario.

2.5.2 Adaptaciones de robot en la mano de obra

Las adaptaciones de robots y humanos involucran una disrupción tecnológica, lo que se refiere a la variación que se observa en los trabajos tanto en las líneas de manufactura como en las áreas administrativas. La implementación de robots puede significar el remplazo de las tareas rutinarias. Por eso, las habilidades blandas, son un atributo personal que permiten a una persona interactuar efectivamente, ya sea con personas o robots (Basco et al., 2018).

Por lo tanto, esto se conoce como una nueva forma de ver las cosas a nivel empresarial, lo cual incluye procesos de digitalización. Así, los trabajadores y las actividades que antes se interpretaban en estas áreas se verán diferentes en unos años. En consecuencia, se espera que el sector empresarial se vuelva más productivo y permita el crecimiento tanto económico como tecnológico (Bestratén et al., 2018).

Afectando así a la oferta laboral y al futuro de este, a través de una desigualdad en el ingreso económico (Perasso, 2016). Hay que destacar que con esto se da una transformación digital a través de la implementación de procesos más productivos y autónomos. Junto con la mano de obra humana alcanzarán un grado más elevado de especialización, relacionado con el grado de capacitación que se alcance (Mooney, 2019).

Siendo esta especialización de trabajo uno de los principales objetivos de las capacitaciones dentro de la industria manufacturera, junto con la disminución del exceso del capital de trabajo. Todo esto gracias al uso continuo y adecuado de robots sin fatiga permitiendo un menor tiempo de respuesta. Es importante recalcar que la colaboración entre humano y máquina jugará un papel fundamental para el adecuado funcionamiento tanto de los procesos como del resultado que se busque obtener (Minian & Martínez, 2018).

Además, se ha previsto que los trabajos más propensos a ser automatizados son aquellos de baja y media calificación, que implican casi el 70 % del trabajo actual. Al contrario de que se observa una menor afectación en el trabajo de alta calificación, los cuales son aquellos trabajos con una mayor especialización y capacidad cognitiva (Areous & Flores, 2020). Después de todo, la velocidad y el alcance de los cambios es lo que marcará la pauta para la adaptación entre humano y robots.

Por lo que esta disrupción ha mostrado diversos beneficios en la producción. Al mismo tiempo, la implementación de tecnologías habla acerca del desplazamiento de algunas tareas, que serán sustituidas por los robots. De ahí la importancia de las ya mencionadas habilidades blandas, permitiendo a una persona interactuar efectiva y armoniosamente, ya sea con personas o robots (Basco et al., 2018).

Por consiguiente, estas innovaciones permiten a las empresas el digitalizar procesos extensos y repetitivos. Provocando tanto cambios en los empleados como en la empresa, los cuales deben de adoptarse paulatinamente. Como resultado, se promueve un ambiente digital e innovador en toda la empresa, para lograr una mejor productividad (Bestratén et al., 2018).

En estudios prospectivos se identifican cómo los trabajadores poco calificados demuestran ser parte del efecto negativo dentro de la línea de manufactura debido a las bajas

capacitaciones laborales. Como por ejemplo, en México, el trabajo de baja calificación representa el 58% del total de la industria manufacturera. Esto significa que México, aunque usara robots, tendría un deficiente aumento en la productividad debido a la escasa capacitación formal (Areous & Flores, 2020).

Como resultado de este desarrollo tecnológico, el desarrollo socioeconómico se verá afectado tanto positiva como negativamente (Perasso, 2016). Cabe recalcar la necesidad de enfoques multifactoriales en esta transformación digital, a través de la implementación de modelos que abarquen procesos más productivos y autónomos. En consecuencia, la mano de obra humana podrá alcanzar un grado más elevado de especialización relacionado a la interrelación y dependencia mutua con los robots de una manera benéfica tanto a nivel económico como social (Mooney, 2019).

Las tecnologías son muy importantes para la producción, donde las herramientas tecnológicas junto con el uso de los robots permiten procesos más innovadores. Como por ejemplo, los tratamientos a altas presiones hidrostáticas han demostrado ampliar la vida de anaquel, asegurando la inocuidad de estos. Este método ha demostrado el mantener las características organolépticas y nutricionales de los alimentos, lo cual garantiza el poder mantener la calidad de los productos e incluso mejorarla a través del uso de tecnologías. (Cruz, 2019).

Otro ejemplo de tecnologías han sido los pulsos eléctricos, considerados como una nueva forma de procesar alimentos. En el ámbito de jugos, se ha utilizado para procesar los jugos a través de la deshidratación osmótica o secado de vegetales como zanahoria, papa, pimiento (Correa, 2021). Este empleo tecnológico en la industria alimentaria ha representado una mejora en la calidad.

Con estas tecnologías se presentan las reducciones en los tiempos de inactividad, como se muestra en la figura 2.16. Después de todo, la velocidad y el alcance de los procesos de producción son los que decidirán las adaptaciones entre humano y robots (Grupo Nova Agora, 2017). Haciendo así hincapie en la colaboración y no en el desplazamiento de la mano de obra humana.

Figura 2.15

Reducir los tiempos de inactividad en líneas de envasado de alimentos con la robótica colaborativa



Fuente: (Grupo Nova Agora, 2017).

2.6 Retos en la implementación de robots en la industria alimentaria

El alcance de la industria 4.0 en la industria manufactura alimentaria hace referencia a la facilidad de la generación y análisis de datos digitales, apoyados en los procesos y cadenas de valor a través de la interconexión de sistemas. La implementación de la industria 4.0 será diferente en cada empresa, ya que se debe alinear a los recursos y objetivos (Martínez, 2020). Surgiendo retos para las empresas al momento de optar por estas automatizaciones.

En lo que respecta a este desarrollo se han hecho análisis prospectivos en donde se menciona cómo esto será guiado por aquellas economías que pertenecen al primer mundo, pero expertos discuten si el beneficio será igualmente para aquellas economías emergentes. Ya que esto permite a las economías emergentes el tomar actitudes que les permitan un crecimiento exponencial. Por el contrario, existen preocupaciones mencionadas por los empresarios, acerca de la posibilidad del "darwinismo tecnológico", donde aquellas industrias que no se adaptan no lograrán sobrevivir (Perasso, 2016).

Por consiguiente, las estrategias encaminadas a un enfoque entre trabajo humano y robotizado ampliarán el campo de trabajo en la industria manufacturera. Como consecuencia surge el pensamiento “no es si hay o no que adoptar estas innovaciones, sino cómo y cuándo hacerlo” (Bearzotti, 2018). Esto surge a raíz de un mercado con productos más

personalizados y accesibles, junto con el impulso hacia una economía inteligente, de la mano de una economía ecológica e inclusiva, sin perder de vista que la implementación de nuevas tecnologías cuidando el capital intelectual podrá mejorar tanto el desarrollo tecnológico como económico (Galindo & Herrera , 2021).

2.6.1 Guías para el manejo de alimentos

Dentro de la industria manufacturera alimentaria se establecen normas que permiten un adecuado manejo de alimentos. En México esto está regido por las Normas Oficiales Mexicanas que promueven una correcta higiene e inocuidad (Campos, 2016). Con esto el uso de robots debe de seguir las normas específicas en el manejo y control de insumos alimentarios.

En la industria alimentaria, conceptos como inocuidad, calidad e higiene, han permitido el crecimiento empresarial de la mano de los estándares necesarios para mantener una adecuada producción. Como es el caso en el uso de robots, donde la inocuidad se da gracias a los procesos libres de contaminantes que puedan afectar a los alimentos (Bonilla, Cervantes & López, 2011). Ya que sin este estricto control se ha visto una elevación en gastos indirectos, como devoluciones y mermas (Caudel & Lugo, 2019).

El desarrollo tecnológico ha impactado en el aumento de la productividad, promoviendo una mayor responsabilidad empresarial en sus procesos de manufactura. En conjunto con los procesos tecnológicos existen estrategias como la trazabilidad de productos, proporcionando conocimiento y control de los insumos y materiales. De este modo, se da una gestión robotizada de los procesos de producción (Caudel & Lugo, 2019).

Otra estrategia para el seguimiento de las normas es el control de temperaturas. Relacionado con los procesos que se realizan en la cocción y almacenaje de alimentos (Caudel & Lugo, 2019). Evitando de esta forma desventajas para la empresa como es el caso de intoxicaciones alimentarias.

El empleo de robots se ha dado en los diversos procesos en la industria alimentaria, pero la mayoría se centra en el manejo de alimentos, los cuales se ha visto que utilizados para la toma de precauciones en la producción como es:

1. En la preparación de los alimentos y el consumo de agua potable
2. Mantener una limpieza constante y continua.
3. Eliminar la contaminación entre alimentos crudos y cocidos, evitando que se produzcan contaminaciones cruzadas entre alimentos crudos y cocidos.
4. Un conocimiento adecuado de los alimentos, antes del consumo de alimentos ayudará a la reducción de enfermedades de transmisión alimentaria (ETAs) (Caudel & Lugo, 2019).

De la mano con las normas surgen las Buenas Prácticas de Manejo o Manufactura (BPM). Estas guías ayudan al cuidado del consumidor, ya que evita el descontrol del manejo de insumos. Con lo que la manipulación de alimentos a través de robots implica el empleo de nuevos sistemas de producción basándose en los estándares mencionados (Rural, 2020).

El uso de robots dentro de la industria manufacturera ha ayudado al control dentro de las líneas de producción, siendo la calidad y la seguridad alimentaria uno de los pilares de esta (Campos, 2016). La robótica en la industria permitirá que la productividad sea continua y controlada. Aunque, un factor importante es la supervisión humana de los procesos automatizados.

Junto con el desarrollo tecno-económico, México cuenta con normas específicas que establecen parámetros para tener un manejo adecuado de alimentos. En la tabla 2.9 se muestran dichas normas obtenidas de la página oficial del Gobierno mexicano, las cuales funcionan como guías para establecer correctamente los procesos.

Tabla 2.9
Normas oficiales mexicanas en la industria alimentaria

Número de norma	Año	Descripción
251-SSA1	2009	Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
194-SSA1	2004	Aplicable para establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio.

213-SSA1	2002	Para productos cárnicos procesados.
243-SSA1	2010	Aplicable a Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos.
242-SSA1	2009	Aplicable a Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados.
201-SSA1	2002	Aplicable a Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel.

Fuente: (Gobierno de México, 2021).

De igual forma, existen otras guías a nivel internacional como son las BPM las cuales se muestran en la tabla 2.10. En dicha tabla se muestran herramientas presentes en la industria 4.0 que pueden emplearse en cada requisito que exigen las BPM. En la tabla 2.10 muestra tecnologías que han servido a nivel industrial para el manejo de las líneas de producción (Gobierno de México, 2021).

Tabla 2.10
Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la industria 4.0 del sector alimentario

Principales requisitos de la BPM	Herramientas presentes en la industria 4.0
Ubicación de las instalaciones	Tecnologías que identifican la ubicación de material y equipos dentro de un área específica.
Estructura física e instalaciones	Tecnologías enfocadas a las pruebas de las estructuras dentro de las plantas de producción.
Higiene personal, limpieza y desinfección de instalaciones	A través de la tecnología se establecen controles para el cuidado de productos.
Materias primas, aditivos alimentarios y envases	Con el uso de tecnologías se analiza la composición de alimentos.
Almacenamiento	Herramientas como QR permiten realizar un seguimiento de los productos.

Fuente: (Intedya, 2016).

Otro rasgo de estas normativas y guías es el lograr una correcta higiene e inocuidad dentro de la manufactura de alimentos. De ahí que el uso de robots al ser estandarizado permita la aplicación de normativas en cada proceso de la planta de fabricación. Conviene subrayar que la implementación de robots no quitará la responsabilidad empresarial con respecto a la producción de alimentos, por lo tanto, es importante tomar estas BPM en cuenta en cualquier proceso humano o automatizado (Intedya, 2016).

2.6.2 Higiene e inocuidad como parte de un riesgo

Con base en lo anterior se debe agregar que a través de procesos que contemplen las BPM se logrará una adecuada higiene. Con esto se garantiza la calidad de los alimentos y bebidas, especialmente al ser de consumo humano (Gobierno de México, 2016). Específicamente se

refiere a que la planta de fabricación siga los estándares preestablecidos por el gobierno dentro de la etiqueta de “seguros para consumo” al disminuir contaminaciones como:

- Residuos de plaguicidas
- Metales pesados
- Agentes físicos
- Microorganismos patógenos (Gobierno de México, 2016).

Por ejemplo, dentro del manejo de alimentos y materia prima puede haber estado en contacto directo con desechos animales, creando una brecha de posibles infecciones y enfermedades parasitarias. Al mismo tiempo, estas enfermedades propagadas por animales o por los productos de desecho de éstos pueden generar problemas para la empresa al afectar a los consumidores. Por lo tanto, el uso de robots parece indispensable al poder contar con sensores y cámaras que identifiquen qué productos son aceptables y cuales no (Berkowitz et al., 2012).

2.6.3 Ventajas y desventajas de la implementación de robots

Actualmente, en el uso de robots se han presentado distintas ventajas y desventajas como se muestra en la tabla 2.11. Entre las ventajas se encuentra la rapidez y calidad de producción en determinados procesos. Por otra parte las desventajas de mayor impacto para la empresa se han encontrado en el factor económico (Prado, 2019).

Los retos mostrados como desventajas en la tabla 2.11 son una parte más hacia una transición tecnológica. Sin embargo, entre las ventajas se encuentra la capacidad de recopilación, gestión y utilización de una gran cantidad de información, facilitando la implementación de estas tecnologías. Por lo que el uso de tecnologías se enfoca principalmente en la recopilación y análisis de información (Rendón, Morales & Guillén, 2019).

Esto presenta un aumento en la intercomunicación entre sistemas físicos y digitales dentro de toda la cadena de producción. Después de todo, el uso de robots permitirá la realización de actividades que involucren diversos procesos de manufactura. Logrando así esta interconexión de líneas completas de producción para optimizar los recursos, provocando una mayor adaptabilidad en el mercado (Montero, 2021).

Tabla 2.11
Ventajas y desventajas de la implementación de robots

Ventajas	Desventajas
Reduce costos operativos gracias a la realización de actividades más rápidas	El costo de inversión tiende a ser elevado y esto debe de ser comparado con los beneficios que estas innovaciones proporcionaran
Se eliminan las pausas en el área de trabajo al ser tareas realizadas por robots, los cuales suelen trabajar turnos de 24 h.	Puede provocar ciertas restricciones en la realización de trabajo lo cual
Disminuye los errores a causa de los humanos, esto encontrado en la programación de ciertas tareas.	Ha generado dependencia a las innovaciones tecnológicas y a una rápida obsolescencia tecnológica.
Ofrece reportes más detallados en tiempo real a cerca de cualquier proceso automatizado dentro de la planta	La cultura digital no siempre es fácil de adoptar y esto puede implicar cierta resistencia de parte de los trabajadores.

Fuente: (Prado, 2019).

Por consecuencia, la implementación robótica en la industria manufacturera alimentaria a través de una adecuada adaptación abrirá paso a procesos más estructurados. Esto con la finalidad de una producción masiva de insumos para el mercado (Rendón et al., 2019). Tomando en cuenta que los estudios prospectivos podrían aminorar las desventajas expuestas en este documento.

2.7 Prospectiva y la industria alimentaria

La prospectiva es un método que busca la identificación de escenarios para la prevención de desventajas. Este método se basa en escenarios probables y poco probables en donde expertos entablan sus prospectivas acerca de un fenómeno a futuro, tomando en cuenta la situación actual. Por lo que este estudio permite el construir el futuro antes de llegar a él (Parra , Rhea, & Gómez , 2019).

Existen diversos métodos dentro de este, pero uno de los principales es el método Delphi. El cual funciona más hacia un método empírico, orientado a la prospectiva, la cual tiene como cualidades la inteligencia colectiva y el anonimato; de igual manera permite que los expertos se encuentren en diferentes lugares geográficos, lo que amplía la base de opiniones (Parra , Rhea, & Gómez , 2019). Por lo que hace el análisis más enriquecedor para cualquier investigación.

Hoy en día existen diversos estudios prospectivos dentro de la industria alimentaria, debido a la rápida adopción tecnológica que se da en esta. Dichos estudios permiten una visión integradora de procesos que aún no son tangibles, pero que establecen una meta para la empresa. Con lo cual un estudio prospectivo permite aminorar las desventajas al establecer directrices para potencializar las ventajas que se puedan presentar.

CAPÍTULO 3. MARCO CONTEXTUAL

En este capítulo se describe la situación actual de la implementación robótica en la industria manufacturera en México. De igual manera se muestran datos estadísticos del desarrollo tanto económico como laboral en donde se toma como punto de referencia para una adecuada adaptación tecnológica el nivel de estudios de la mano de obra en México.

3.1 Industria manufacturera en México

Hoy en día en México la conciencia sobre el desarrollo tecnológico se ha incrementado debido a la presión que ha ejercido el mercado. Anteriormente, en el sexenio de 2013-2018, el gobierno mexicano implementó el Plan Nacional de Desarrollo a través de políticas públicas, dirigidas y enfocadas a procesos de innovación. Considerando que si bien se ha buscado la implementación de políticas públicas que apoyen este desarrollo, la inversión no ha sido proporcional a este esfuerzo (Rendón et al., 2019).

Posteriormente, en el año 2020 se mostró un posible crecimiento relacionado con la expansión industrial, proyectándose hasta un aumento del 40 % en los próximos años, en el consumo de alimentos industrializados (González, 2021). De igual manera, la Secretaría de Economía menciona cómo la demanda de alimentos procesados en México crecería a una tasa de casi 8% anual en los próximos años (Secretaría de economía, 2021). En concreto, diferentes autores señalan un crecimiento de esta industria, siendo hoy en día, el desarrollo tecnológico una base para el desarrollo económico.

En México la industria manufacturera destina mayor capital a la producción de alimentos y bebidas, haciéndola una de las industrias con mayor posibilidad de expansión. De manera proporcional, la mayor parte de empleados se encuentran laborando en esta industria, lo que implica el mayor impacto con la adopción tecnológica (Secretaría de economía, 2010). Por lo que una adaptación correcta entre humanos y robots será un factor clave en esta industria.

Estos estudios enfocados en la mano de obra mencionan la distribución del personal, el cual en 2021 contaba con 1.96 M personas, de los cuales el 49.9% hombres y el 50.1% eran mujeres. Se reporta un ingreso mensual promedio de \$4290 MX, lo cual refleja el costo de la

mano de obra humana actual. Esta información respalda la toma de decisiones en la implementación robótica en la industria manufacturera, ya que se enfoca en el factor económico (Secretaría de economía, 2021).

Entre los factores de esta adopción se menciona la edad promedio de los trabajadores en la industria manufacturera, la cual fue de 38.6 años. Este promedio refleja una variable en las capacitaciones asignadas a los empleados en donde se toma en cuenta los años de escolaridad, los cuales apenas llegan a 10 años (Secretaría de economía, 2021). Estas estadísticas apoyan la toma de decisiones con base a las capacitaciones futuras en la industria manufacturera.

3.2 Unidades económicas en México

Otro aspecto es el análisis de las principales unidades económicas en México, las cuales recaen en la elaboración pan, molienda y tortillas (Cortés & Sánchez, 2020). Según el INEGI, la mayor producción se encuentra en el sur y oeste del país. Cabe mencionar que esto no siempre tiene un aumento en la mano de obra empleada, ya que se ha optado por el empleo de tecnologías que la sustituyan (INEGI, 2019).

Finalmente, el DENU (2022), reportó que la industria alimentaria cuenta con 242, 008 unidades económicas en México de la industria manufacturera. Reflejando cómo a través de los años las principales unidades económicas en México han ido cambiando según la oferta y demanda (INEGI, 2019).

Con lo anterior se refleja un crecimiento notorio en las inversiones hacia esta industria. Como es el caso de Nestlé, la cual en el 2010 invirtió \$390 millones en su planta en Toluca. Convirtiéndola en la procesadora más grande de café a nivel mundial gracias a esta inversión (Magaña, 2013).

Hoy en día México se encuentra entre uno de los países con mayor exportación en productos alimentarios. Junto con esto, se ha dado la llegada de nuevas industrias gracias al bajo costo de manufactura, como se menciona anteriormente (Magaña, 2013). En resumen, la baja

implementación tecnológica se ha visto dada por la falta de inversión y por la mano de obra barata.

3.2.1 Industria manufacturera en Yucatán

Algunas décadas atrás, la entrada de la industria henequenera en Yucatán revolucionó a la industria con la transformación de productos, generando un valor de producción de 59.2 millones. Posteriormente, se fundaron industrias que representaron un pilar económico, entre estas industrias se encuentra “La Anita”, con una rama particular de productos basados en los condimentos (Mérida de Yucatán, 2017). Concierno al surgimiento de estas industrias, el crecimiento a través de los años ha pasado por diferentes etapas, lo cual ha destacado el desarrollo tecnológico que se da con mayor rapidez.

Este crecimiento, se ve impactado por el mercado, en donde Yucatán cuenta con 106 municipios, con población de 2,182, 983 habitantes, correspondiendo al 1.8% de la población total de México. Lo cual representa un mercado local, no tan extenso como en estados ya industrializados. De igual forma, se menciona los procesos de exportación como una entrada hacia la necesidad de procesos más tecnológicos (Secretaría de economía, 2021).

3.2.2 Unidades económicas en Yucatán

Esta investigación toma como base la industria manufacturera, el cual tienen un total de 27,366 unidades económicas en Yucatán, de las se desglozan cuales en 4,446 unidades económicas distribuidas en la tabla 3.1 que representan a la industria alimentaria que se abarcó el cual es el 17.97% del total de unidades económicas. Donde se desglosan en los puntos número 1 y 2 como se muestra a continuación:

1. Industria alimentaria con código 311, de los cuales se tomaron las siguientes industrias que se muestran en la tabla 3.1.
2. Industria de las bebidas y el tabaco con código 312, se tomaron solo las industrias mencionadas en la tabla 3.1

Tabla 0.1
Unidades económicas Yucatán por actividad y subactividad

Categoría Industria	Actividad	Subunidad	Unidades económicas en Yucatán por subactividad	Unidades económicas Yucatán por actividad
Industria alimentaria con código 311	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	Beneficio del arroz, elaboración de productos de molinería y de malta.	16	23
		Elaboración de almidones, aceites y grasas vegetales comestibles.	6	
		Elaboración de cereales para el desayuno.	1	
	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	Elaboración de azúcares.	0	73
		Elaboración de dulces, chicles y productos de confitería que no sean de chocolate.	59	
		Elaboración de chocolate y productos de chocolate.	14	
	Conservación de frutas, verduras y alimentos preparados	Congelación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados.	0	24
		Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados por procesos distintos a la congelación.	24	
	Elaboración de productos lácteos	Elaboración de leche y derivados lácteos	22	221
		Elaboración de helados y paletas	199	
Matanza, empaqueo y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	Matanza, empaqueo y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	85	85	
	Preparación y envasado de pescado y mariscos	Preparación y envasado de pescado y mariscos		17
Elaboración de productos de panadería y tortillas	Elaboración de pan y otros productos de panadería	1801	3844	
	Elaboración de galletas y pastas para sopa	22		
	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	2021		
Otras industrias	Elaboración de botanas	71	176	
	Industrias del café y té	1		
	Elaboración de concentrados, polvos, jarabes y esencias de sabor para bebidas	21		

		Elaboración de condimentos y aderezos.	52	
		Elaboración de otros alimentos	21	
Industria de las bebidas y el tabaco 312	Industria de las bebidas	Elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, y purificación y embotellado de agua	455	
Total de unidades económicas				4446

Fuente: Elaboración propia, obtenido del DENU (2022).

Diferentes productos están en auge como el chile habanero, el cual a través de la marca “El Yucateco” se puede encontrar a nivel internacional. Por ejemplo, esta marca se encontraba en “*National Restaurant Association Show*” en Chicago en el 2022. Siendo un ejemplo de cómo empresas Yucatecas tienen presencia a nivel internacional, mostrando un crecimiento de la industria manufacturera.

Actualmente, Mérida y Umán son los municipios de Yucatán que más unidades económicas tiene, esto reportado en el 2021 a través de la Secretaría de Economía (Secretaría de economía, 2021). De ahí que en Yucatán, el uso de robots podría suplir trabajos repetitivos, observando una mayor implementación en grandes industrias, las cuales cuentan con más de 251 empleados.

Las principales empresas “grandes” en Yucatán de la industria manufacturera se desglosan en la tabla 3.2, que del total de 4,446 de unidades económicas en Yucatán de la industria manufacturera, solo 15 unidades económicas son empresas “grandes”.

Tabla 0.2
Principales Empresas Grandes de la industria manufacturera en Yucatán

		1065 Planta Mérida
Principales grandes de la industria manufacturera Yucatán	empresas de	Bepensa Bebidas Oriente Donde Empacadora Dorantes Hidrogenadora Yucateca IASSA

Industria salinera de Yucatán S.A. de C.V. plata las Coloradas
 Keken Sahe procesadora
 Planta industrial
 Planta procesadora de aves división península
 Productos alimenticios donde
 Proteínas y oleicos
 Rastro Crío
 Rastro Umán Keken
 Sigma Alimentos

Fuente: (DENUE, 2022).

3.2.3 Impacto en el PIB de las industrias manufactureras en Yucatán

Otro punto es el impacto de la industria Yucateca sobre el PIB el cual representa el 1.5% ocupando la posición número 20. Específicamente la Industria Manufacturera en Yucatán aporta el 14.7% como se muestra en la tabla 3.3, donde se desglosa según la actividad económica. Siendo Bachoco uno de los líderes actualmente del procesamiento de carnes (Secretaría de Trabajo y Previsión Total, 2022).

Tabla 0.3
 Producto interno bruto en Yucatán

2020 (Precios 2013)	%
Servicios Profesionales, Financieros y Corporativos	28.3 %
Comercio	22.2 %
Industria Manufacturera	14.7 %
Construcción	8.6 %
Servicios Sociales	7.6 %
Actividades del Gobierno	4.5 %
Agricultura, Ganadería, Silvicultura, Caza y Pesca	4.1 %
Transporte, correos y almacenamiento	3.7 %
Otros	6.3 %

Fuente: (Secretaría de Trabajo y Previsión Total, 2022).

3.3 Robots y manufactura en México

Por ejemplo, existen empresas de producción de alimentos que utilizan ya inteligencia artificial en los robots, esto permite al robot identificar características que se presenten en su ambiente. Siendo de gran utilidad los trabajos con un poco más de complejidad en donde se mejora la productividad con automatizaciones eficientes. Otro ejemplo se encuentra en la empresa Tyson Food la cual ha implementado diversas tecnologías con la finalidad de reducción de costos en un futuro (Romanos, 2022).

En México el crecimiento de la industria y las herramientas para el crecimiento deben de mejorar. Por tal motivo, la secretaria de Educación Pública crea el primer Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo en Mérida, Yucatán. De esta forma el Estado busca mantenerse a la par de las innovaciones tecnológicas con la demanda a nivel industrial (Secretaría de Economía, 2015).

3.4 Mano de obra en Yucatán

Hoy en día hay cerca de 1.2 millones de personas se encuentran laborando en Yucatán, representando el 2.1% del total nacional. Sin embargo, el número de puestos de trabajo asegurados al IMSS en el mes de diciembre de 2021 fue de 393,339, algunos de estos se muestran en la figura 3.4 donde se mencionan las principales empresas a nivel nacional y la cantidad de empleados que manejan, representando 1.9% de mano de obra nacional la cual fue de 20,620,148, trabajadores ubicándose en la posición 18 (Secretaría de Trabajo y Previsión Total, 2022).

Tabla 0.4
Número de trabajadores según las "grandes empresas"

	Nombre de la Empresa	Sector de Actividad Económica	Número de Trabajadores
1	Embotelladora Bepensa S.A de C.V.	Elaboración de bebidas	7514
2	Cadena Comercial Oxxo, S.A. de C.V.	Compraventa en Tiendas de Autoservicio y Deptos	3436
3	Leoni Wiring Systems de Yucatán S.A. de C.V.	Construcción, Reconstrucción Y Ensamble de Equipo de Transporte	3238
4	Comercializadora Porcícola Mexicana	Elaboración de Alimentos	3225
5	Nueva Walmart	Compraventa en Tiendas de Autoservicio y Deptos	2663
6	Vertical Knits S.A. de C.V.	Industria Textil	2625
7	Bachoco S.A. de C.V.	Elaboración de Alimentos	1991

8	Manufactura Lee de México S. de R.L. de C.V.	Confec. Prendas Vestir, Otros Art. Base Textiles	1482
9	Compañía Hidroeléctrica La Yesca	Construcción de Edificaciones y de Obras de Ing. Civil	1841
10	Productora Nacional de Huevo S.A. de C.V.	Ganadería	1614
11	Pollo industrializado de México S.A. de C.V.	Ganadería	1540
12	Jerzees Yucatán S.A. de C.V.	Confec. Prendas de vestir, Otros Arts. Base Textiles	1936
13	Super Willys S.A. de C.V.	Compraventa en Tiendas de Autoservicio y Deptos	1477
14	Gau Integrador	Servicios Personales para el Hogar y Diversos	1457
15	Monty Industries S.A. de C.V.	Conf. Prendas Vestir, Otros Arts. Base Textiles	1371

Fuente: (Secretaría de Trabajo y Previsión Total, 2022).

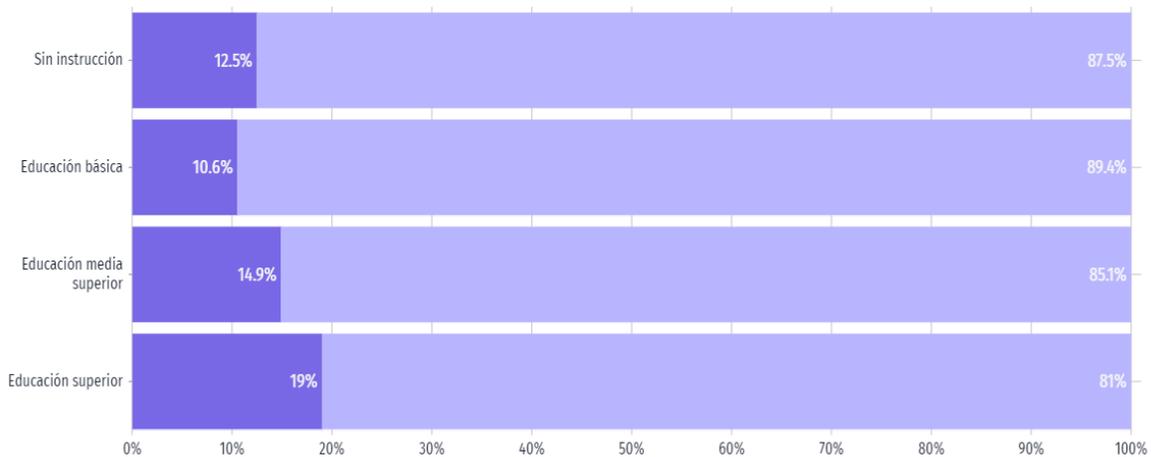
Actualmente, las ciudades se han expandido, acelerando ciertas mejoras tanto en el estilo de vida como en el empleo, lo cual se empieza a plantear como un desarrollo con responsabilidad empresarial. Donde se busca incluir el potencial rural en el crecimiento económico (Iglesias, 2013). Según la secretaria de Fomento Económico, Yucatán es uno de los estados con mayor impacto gracias a la generación de empleos rurales (Magaña, 2013).

Conviene recalcar que una de las principales limitantes de la implementación rápida de robots son los bajos salarios que se presentan en México. En donde el empleado humano representa un mejor costo, ya que el salario promedio es de \$200.00. Si bien se han creado empleos y se busca el fomento de mejores condiciones laborales con el uso de robots, los salarios en México juegan un papel importante (Secretaría de Trabajo y Previsión Total, 2022).

3.4.2 Capacitación en México y Yucatán

La capacitación, según la revisión literaria consultada, es un factor importante en la adaptación de la mano de obra. Así mismo esto se muestra en la figura 3.1 donde se visualiza el porcentaje de cada escolaridad (morado oscuro) con base a un 100% (morado claro). Es conveniente resaltar el personal que cuenta con educación superior recibe mayor capacitación en comparación con los otros grados de estudios (Secretaría de economía, 2021).

Figura 0.1
Personal capacitado según escolaridad.



Fuente: (Secretaría de economía, 2021).

Específicamente en Yucatán la educación profesional especializada en las TIC's requiere actualización constante tanto teórica como práctica (UPY, 2021). En 2020, en Yucatán, el grado promedio de escolaridad de la población de más 15 años, es de 9.6 años, lo que equivale a casi primer año de bachillerato. Esto podrá tener un impacto negativo en la facilidad de adopción de nuevas tecnologías (INEGI, 2020).

El índice de personal activo en el área laboral es elevado en Yucatán, mostrando un gran índice de empleo (SEFOET, 2022). Como resultado, Yucatán creó un Instituto de Capacitación para el Trabajo del Estado de Yucatán (ICATEY), donde se relacionan proyectos de inversión públicos y privados, con mano de obra capacitada para elaborar estrategias de mejora a nivel estatal (ICATEY, 2022). Ya que el problema que se presenta no es la falta de trabajo, sino la falta de trabajo calificado, con el cual la sustitución de empleo podría ser menor en un futuro.

3.4.2 Consideraciones en la adaptación de la mano de obra en Yucatán

Hoy en día diferentes empleos han surgido a través de las nuevas tecnologías. Específicamente, según el INEGI, en el 2019 en Yucatán casi 800.000 personas se encontraban laborando en áreas relacionadas con estas tecnologías emergentes. En

conclusión, aunque estas tecnologías son emergentes, la adaptación y aceptación que ha tenido en el campo de aplicación es alta (Areous & Flores, 2020).

Cabe señalar qué se prevé como un cambio tanto en el trabajo como en el ambiente de este, por lo tanto, no es de sorprender que podrá haber sustituciones de mano de obra. Con esto las perspectivas a un no están claras, pero la mayoría parece indicar que el cambio debido a la implementación de las innovaciones representará un gran impacto en la fuerza la laboral. En general, se plantea cómo la sustitución de la mano de obra humana será una de las principales consecuencias en la adopción tecnológica (Areous & Flores, 2020).

Lo anterior ha influido en la situación actual de los robots dentro de la industria manufacturera en México para poder predecir comportamientos futuros en la industria alimentaria en Yucatán. Esta información recopilada a través de fuentes bibliográficas y cuestionarios realizados a los expertos del área. De esta forma, a través de estos datos se muestran cuáles son los puntos débiles y qué se podría esperar para el año 2035.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología empleada en el trabajo, detallando el enfoque, el alcance y el diseño de la investigación. Mostrando la selección que se utilizó para la población y muestra, para la obtención de variables. Con esto se describe el proceso de recolección empleado para obtención de información y el análisis de datos.

Según Nieto (2018), la clasificación de esta investigación, según su objeto, es aplicada, ya que esta investigación busca el análisis a través de herramientas de recolección de información directamente de expertos; de igual manera según Ortiz (2006) la fuente de información es documental y de campo (Nieto, 2018).

4.1 Enfoque de la investigación, tipo de investigación y alcance

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, recolectando y analizando la información a través de cuestionarios con la finalidad de utilizar la información para realizar estadísticas. Con esto se obtuvo la información que dio respuesta a los objetivos planteados en esta investigación (Hernández et al., 2014)

Según Hernández et al. (2014), el alcance es descriptivo, ya que solo se buscó la recolección de información para identificar las causas de un fenómeno, a través de la recolección de información para medir las características y propiedades de este fenómeno y sin relacionarlas entre sí. Por lo que, este estudio recabó información para poder describir las perspectivas de la implementación de robots en la industria manufacturera, cabe recalcar que no es correlacional, porque no se conoce la magnitud de asociación (Hernández et al., 2014).

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se enfoca en la recolección de información para dar una respuesta al planteamiento del problema. Según Hernández et al. (2014) se enfoca en cómo se recolectó la información. Sin embargo, el mismo autor menciona cómo la precisión, amplitud y profundidad dependerá de los resultados que se consigan a través de la encuesta (Hernández et al., 2014).

En efecto, esta investigación posee un diseño no experimental transversal, ya que buscó un análisis de la implementación de robots en la industria manufacturera, sin el control de alguna de sus variables, para conocer las perspectivas de los expertos en relación con los objetivos específicos, tomando en cuenta el año actual y el año 2035 (Hernández et al., 2014).

Se utiliza el método Delphi el cual es un método de prospectiva. Este método, según diversos, autores puede ser cualitativo o cuantitativo (Ramírez, 2009; Massaroli, Gue, Motta, Spenassato & Massaroli, 2017). Ya que funciona como técnica para predecir comportamientos a través de información y opiniones estructuradas, lo que permitió conseguir el objetivo planteado.

4.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis es la industria manufacturera con las categorías de industria alimentaria, de las cuales solo se tomaron en cuenta como unidad de análisis las que se muestran en la tabla 3.1. Tomando en cuenta que las más susceptibles son las empresas de más de 251 empleados.

Las unidades de observación fueron los expertos en el área de alimentos y procesos industrializados, las directrices de selección se desglosan en el apartado de “Población y muestra” de esta investigación.

4.3.1 Población y muestra

La población abarca los elementos que se toman en cuenta en base a nuestros objetivos, de los cuales se busca estadísticas que permitan obtener resultados concretos (Okoli & Pawlowski, 2004). Por lo cual, se analizó la industria manufacturera, con lo que se obtuvo una mayor amplitud en los datos recolectados.

La selección de la muestra se dio a través de un método de muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual, de acuerdo con Hernández et al. (2014), hace referencia a aquellas

muestras que se consiguen a través de la facilidad de acceso a ellas (Okoli & Pawlowski, 2004; Hernández et al., 2014).

Específicamente, en el método Delphi, autores mencionan que es necesario que la “muestra” desde ahora llamados “expertos” tenga un mínimo de 12 “expertos” (Hevia, Ortiz, & Peña, 2018). Otras opiniones se sitúan entre 7 a 30 individuos, según Landeta (2002), García y Fernández (2008) menciona de 15 a 25 (George & Trujillo, 2018).

Las características generales para el primer contacto establecidas por Cabreo (2020). Estos criterios generales para el primer acercamiento con los expertos fueron:

1. Conocimiento y manejo de información
2. Experiencia profesional/años de experiencia
3. Voluntad
4. Disposición (Cabero, Romero & Palacios, 2020).

Para la selección de expertos se obtuvo a través del “Coeficiente de competencia” descrito por Cabrero (2013), la cual se basa en la “autoevaluación de conocimiento acerca del tema de investigación”. La muestra aceptable de expertos debía cumplir con los siguientes puntos, algunos se encuentran envueltos en la “autoevaluación”:

1. Puntaje requerido en la autoevaluación de conocimientos relacionados con la industria alimentaria, robótica, mecatrónica o áreas afines a la industria 4.0.
2. Área de experiencia en industria alimentaria, robótica, mecatrónica o áreas afines a la industria 4.0.
3. Años en su área de experiencia con un mínimo de 5 años (Cabrero & Barroso, 2013).

4.4 Definición de variables de análisis

El objetivo fue medir el grado de impacto de cada variable en la implementación de robots en la industria alimentaria como se muestra en la tabla 4.1 y cuáles serán los indicadores para poder medirlas, dando respuestas a los objetivos específicos y por lo tanto, al general. Para posteriormente su análisis prospectivo de estos, cuya descripción se encuentra en el anexo 8.1.

Tabla 0.1
Desglose de objetivos, variables e indicadores

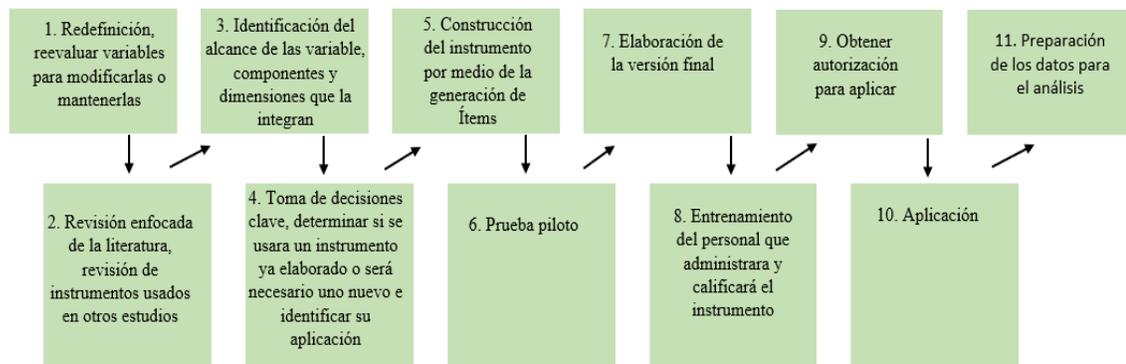
Objetivo general		Objetivo específico	Preguntas	Variables
Analizar las prospectivas de las principales adopciones tecnológicas a través del uso de robots susceptibles a emplearse dentro de los procesos industriales en la industria manufacturera, englobando únicamente a la industria alimentaria como en la de bebidas y tabaco en Yucatán.	1	Identificar las posibles implementaciones de robots en la industria manufacturera en Yucatán actualmente y con posibles implementaciones para el año 2035	¿Cuáles son las posibles implementaciones de robots en la industria manufacturera en Yucatán actualmente y con posibles implementaciones para el año 2035?	Implementación de robots en los procesos de la industria alimentaria.
	2	Identificar preferencias de tecnologías de la industria 4.0 que podrían emplearse en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035	¿Cuáles son preferencias de tecnologías de la industria 4.0 que podrían emplearse en la industria manufacturera en Yucatán?	Tipos de implementaciones de tecnologías en la industria manufacturera actualmente
	3	Identificar las principales tecnologías para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas	¿Cuáles son las principales tecnologías para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas?	Tipos de tecnologías aplicable a las normas en las industrias manufactureras
	4	Identificar las prospectivas de las ventajas y desventajas de la implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035.	¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de la implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035?	Prospectivas de la implementación de robots en la industria alimentaria
	5	Describir las principales características en las capacitaciones dentro de la industria manufacturera para una mejor adopción de robots en Yucatán	¿Cuáles son las principales características en las capacitaciones dentro de la industria manufacturera para una mejor adopción de robots en Yucatán	Capacitación en empleados
	6	Identificar las principales problemáticas de la implementación en robots en la industria manufacturera en Yucatán	¿Qué problemáticas han surgido a través de la implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán?	Problemáticas presentes en la adopción de robots en la industria alimentaria

Fuente: Elaboración propia

4.5 Descripción de las herramientas de recolección de información

Falcón y Herrera (2005) se refieren a la técnica de recolección de información como un procedimiento para la obtención de datos a través de un instrumento de recolección de estos. En esta investigación se utilizó un cuestionario, el cual se describe como una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativos de un colectivo más amplio, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación, con el fin de obtener mediciones cuantitativas de características objetivas y subjetivas de la población. El instrumento debe ser válido, confiable y objetivo, las fases que involucró la elaboración del instrumento de esta investigación se pueden resumir en 11 pasos, como se muestra en la figura 4.2 (Hernández et al., 2014).

Figura 0.1
Fases de la elaboración de un instrumento



Fuente: Elaboración propia, con base en Hernández et al., (2014).

4.5.1 Instrumentos de investigación y proceso de recolección de datos.

Los instrumentos de investigación se basaron en 3 cuestionarios como se muestra en la figura 19, diseñados para que las personas puedan llenarlo por sí solas en la plataforma de formularios de Google. De los cuales se utilizaron tres cuestionarios, abarcando desde el primer acercamiento a los expertos con base en características generales, hasta los resultados finales.

1. Cuestionario “Selección de expertos”:

Se elaboró este cuestionario para seleccionar a los sujetos de estudio, el cual se dividió como se muestra en la tabla 4.2, con base en la filosofía de la propuesta para la obtención del

“coeficiente de competencia experta”, este se muestra en el anexo 8.3 (Dosis, Bravo, Contreras, Soto & Mora, 2008; Vela, Fernández, Nogue & Jiménez, 2013; García & Fernández, 2008; Cabero & Barroso, 2013; Cabero et al., 2020).

Este cuestionario se basó en dos secciones, como se muestra en la tabla 4.2, teniendo en cuenta que expertos cuyo resultado sea inferior a 0.8 no serán aptos para el estudio (Oñate, 2001; García & Fernández, 2008; Mengual, 2011).

Tabla 0.2
Secciones del cuestionario “selección de expertos”.

Sección 1	Perfil académico/profesional
Sección 2	Autoevaluación del experto, Manejo y apropiación de la información la valoración dada por el experto con relación a la pertinencia del diseño propuesto, el cual emite su criterio, marcando con una equis (X) en el aspecto correspondiente, atendiendo a la siguiente escala: 5. Muy pertinente. 4. Bastante pertinente 3. Pertinente 2. Poco Pertinente 1. No Pertinente.

Fuente: elaboración propia, tomado de (Dosis, Bravo et al. 2008; Vela et al., 2013; García & Fernández, 2008; Cabero & Barroso, 2013.

Una vez que se seleccionaron a los expertos a través de “coeficiente de conocimiento”, se enviaron los cuestionarios que dieron respuesta a los objetivos. Estos dos, tienen los mismos ítems, pero el segundo tiene el resumen de los resultados del primero. Los títulos de estos cuestionarios son “Cuestionario #1” y “Cuestionario #2”

2. Cuestionario #1.

El cuestionario es con escala Likert de 5 puntos. Siendo esta una escala de tipo ordinal, por lo que las opciones fueron de totalmente desacuerdo a totalmente de acuerdo, con un punto intermedio de indiferencia (Morales, Urosa, & Blanco, 2003; Ramírez, 2009).

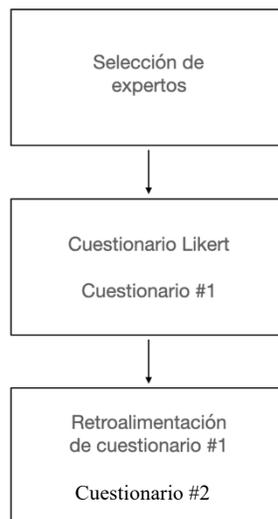
Este cuestionario se basó en las variables identificadas en la bibliografía consultada. La cual se basó en la funcionalidad de los robots dentro de la industria manufacturera y los factores que pueden intervenir en esta implementación. Se tomó la decisión de elaborar el instrumento de recolección de datos (cuestionario #1 y cuestionario #2), para poder adaptarlos a los temas abarcados a lo largo de esta investigación.

El instrumento fue validado mediante ju expertos y la confiabilidad del instrumento se determinó por el “Coeficiente de Validez de Contenido” por Nieto (2018) con base en una muestra representativa de tres individuos que trabajan en los sectores del objeto de estudio de esta investigación. El cuestionario se encuentra los anexos.

3. Cuestionario #2

Con base en la metodología Delphi se hizo una retroalimentación del “cuestionario #1” en donde se analizó la información y se elaboró un “cuestionario # 2”, el cual se muestra en el anexo 8.4. Diversos autores mencionan que con una sola retroalimentación es suficiente para obtener un consenso. Posterior a esto, se obtuvieron las respuestas a través de correo electrónico y se analizaron dichos resultados (Fernández, Rojas & Rossell, 2020; Mozuni & Jonas, 2017; Sinha, Smiyth & Williamson, 2011; Galán, 2011).

Figura 18.
Diagrama de aplicación de cuestionarios



Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Validez

La validez del instrumento de medición según Hernández et al. (2014), se refiere “al grado en que un instrumento mide realmente la variable que se pretende medir” (p.200). Esta investigación se tomó la “validez de juicio expertos”, para asegurar el grado en como las variables de interés son medidas a través del instrumento, todo esto respaldado por expertos en el tema, a los cuales se les envió una carta de presentación que se muestra en el anexo 8.2 (Hernández, et al., 2014; Solans, Pons, Adam, Grau, & Aymerich, 2019; Cabero & Barroso, 2013).

Las fichas de validación se basaron en el “Coeficiente de Validez de Contenido (CVC), el cual se muestra en el anexo 8.5. Permitiendo valorar el grado de acuerdo de los jueces con el instrumento elaborado. Se recomienda la participación de entre tres y cinco jueces, este método es para cuestionarios elaborados con escala Likert, cada ítem será evaluado por los jueces, según 5 de los 6 puntos que el autor menciona relevantes los cuales son:

1. Coherencia: El ítem mide alguna variable/categoría presente en el cuadro de congruencia metodológica
2. Claridad: El ítem es claro (no genera confusión o contraindicaciones)
3. Formato: La forma en cómo se presentan los ítems y la prueba en general
4. Escala: El ítem puede ser respondido de acuerdo con la escala que presenta el instrumento.
5. Relevancia: el ítem es ítem relevante para cumplir con las preguntas y objetivos de investigación (Frías, 2022).

4.5.3 Confiabilidad

La bibliografía muestra cómo la confiabilidad apoya a la obtención de resultados consistentes y coherentes. La confiabilidad se basó en el nivel de interrelación entre los resultados obtenidos del instrumento a través de la fórmula de Alfa de Cronbach (α), cuyo valor es de 0 a 1. Mientras más cercano a 1 sea el resultado mayor es la confiabilidad (Hernández et al., 2014).

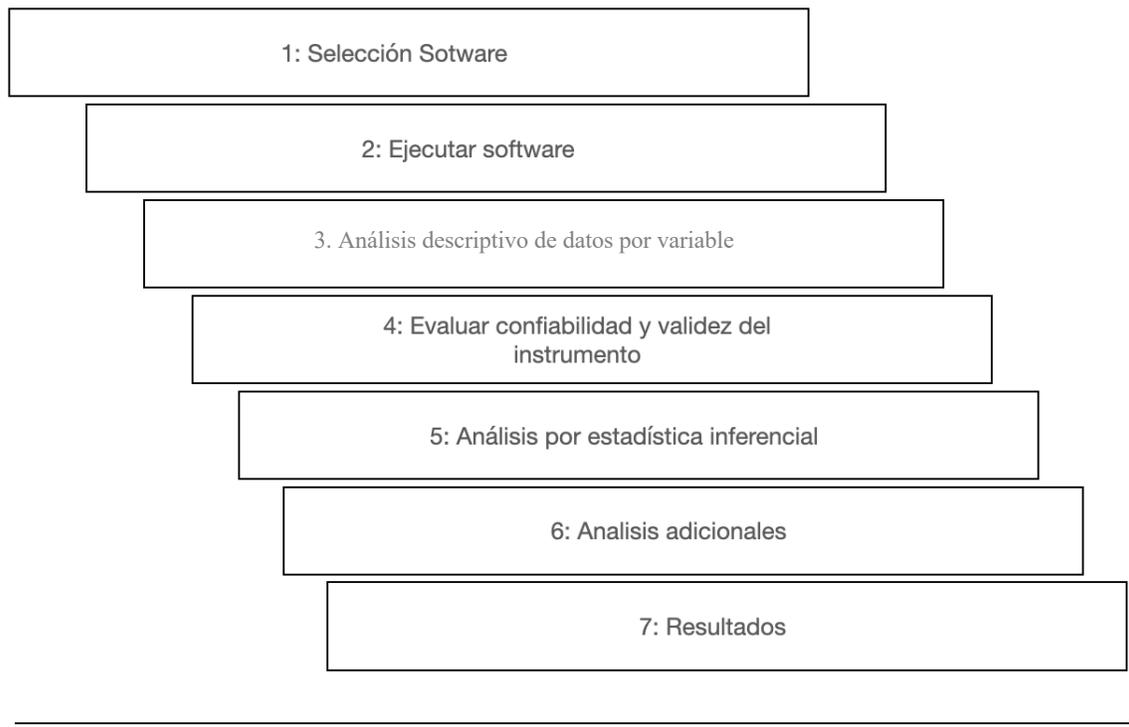
El alfa de Cronbach se calculó a partir de la correlación entre los ítems con el sistema SPSS el cual arroja el resultado de confiabilidad del 80%, el cual según el autor Frías es un resultado que demuestra una buena confiabilidad del instrumento (Frías, 2022).

4.6 Procedimiento de análisis de datos

El análisis de los datos se realizó por medio de un software, de esta forma adquiere mayor valor de comparación con los procedimientos de cálculos, evitando así el error humano, este proceso se muestra en la figura 4.8 (Hernández et al., 2014).

Figura 4.8

Proceso para efectuar un análisis estadístico



Fuente: adaptado de Hill y Jones, (2009).

Para la investigación, el análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 25 el cual es un software estadístico, donde se introdujeron los datos por variable a medir, para poder graficarlos, donde se obtuvo la distribución de frecuencias, histogramas, graficas circulares, entre otros, para poder realizar las interpretaciones necesarias por el investigador.

CAPÍTULO 5. ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos en la recolección de información. Esta información se desglosa con estadísticas que permiten una mejor visualización de los resultados.

A continuación, se muestran los resultados que se obtuvieron mediante los cuestionarios aplicados a los expertos tanto del área académica como empresarial. Se contactaron a 86 sujetos de los cuales solo 35 clasificaron como expertos de los cuales solo se obtuvo una adecuada respuesta de 13 expertos. Contemplando los resultados de los siguientes cuestionarios:

1. Selección de expertos (86 sujetos de estudio).
2. Cuestionario #1 (Elaboración propia) (13 expertos).
3. Cuestionario #2 (Retroalimentación del cuestionario #1).

5.1 Resultado “selección de expertos”

Este cuestionario se basó en los criterios de inclusión de Cabrero, 2013, de igual manera este cuestionario sirvió para identificar los sujetos de estudio, de 86 sujetos 35 entraron como expertos. En el cuestionario se obtuvo una homogeneidad entre hombres y mujeres, la mayoría de los sujetos de estudio son del sector empresarial. Menos de la mitad tienen más de 10 años de experiencia, pero la mayoría cuenta con una licenciatura.

Más de la mitad se considera con un buen grado de conocimiento, de igual manera el grado de análisis teórico, experiencia, estudios nacionales. Solo en estudios extranjeros se presenta un bajo grado de influencia.

5.2 Resultado cuestionario #2

A continuación, se muestra los resultados de la retroalimentación del cuestionario 2 en donde los resultados expresan el consenso de 13 expertos. Estas respuestas se obtuvieron a través de la plataforma llamada “Formulario de Google” y se analizó en el programa SPSS.

ÁNÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Objetivo #1 “Identificar las posibles implementaciones de robots en la industria manufacturera en Yucatán”.

En la tabla 5.1 muestra que la tecnología que más se emplearía para el año 2035 sería el BigData, según su capacidad de realizar actividades. Dentro de la industria manufacturera de alimentos en Yucatán.

Tabla 0.1

P.1 ¿Qué tecnologías involucradas en la industria 4.0, según su capacidad de realizar actividades de las que se presentan a continuación, considera que se emplearían dentro de la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035?

	BigData	Internet de las cosas	Sistemas ciber-físicos	Ciber seguridad	La nube	Impresión 3D	Robots autónomos	Integración de sistemas	Simulación
Media	4.85	4.00	4.69	4.54	4.85	4.92	4.62	4.38	4.62
Mediana	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Mínimo	3	3	3	3	4	4	3	3	3
Máximo	5	5	5	5	5	5	5	5	5
TDS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NDNDS	7.7	38.5	7.7	7.7	0	0	7.7	15.4	15.4
DA	0	23.1	15.4	30.8	15.4	7.7	23.1	30.8	7.7
TD	92.3		76.9	61.5	84.6	92.3	69.2	53.8	76.9

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

La tabla 5.2 muestra que el principal factor a tomarse en cuenta en la aplicación tecnología es la Inversión de capital.

Tabla 0.2

P.6 Al momento de determinar qué robots son los más adecuados, estos factores deben tomarse en cuenta

	La estrategia de la empresa	El foco de negocio	Inversión de capital	Seguridad	La interacción con el humano
Media	4.77	4.62	4.85	4.77	4.62
Mediana	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Mínimo	4	4	4	4	3
Máximo	5	5	5	5	5
TDS	0	0	0	0	0

ÁNÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

DS	0	0	0	0	0
NDNDS	0	0	0	0	7.7
DA	23.1	38.5	15.4	23.1	23.1
TD	76.9	61.5	84.6	76.9	69.2

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

En la tabla 5.3 el robot más susceptible a emplearse en la industria manufacturera en Yucatán relacionado a la capacidad de realizar actividades, el nivel de seguridad y la interacción con el humano es el manual.

Tabla 0.3

P. 21 Este tipo de robot es más susceptible a implementarse en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035, gracias a las actividades a realizar, el nivel de seguridad y la interacción entre humano (trabajador) y robots.

	Manual	Secuencia fija	Secuencia variable
Media	4.62	4.38	4.38
Mediana	5.00	5.00	5.00
Mínimo	3	3	2
Máximo	5	5	5
TDS	0	0	0
DS	0	0	7.7
NDNDS	7.7	15.4	7.7
DA	23.1	30.8	23.1
TD	69.2	53.8	61.5

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

En la tabla 5.4 se muestra 3 preguntas, la pregunta 2 señala que el uso de robots colaborativos será una opción de manufactura más segura demostrando cierta responsabilidad empresarial. En la misma tabla se muestra la pregunta 12, la cual muestra que en el 2035 existirá una autogestión relacionada a la manufactura inteligente. Por último, en esta tabla se encuentra la pregunta 25, en donde el resultado fue que entre las implementaciones más comunes será el uso de brazos robóticos en la industria manufacturera.

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tabla 0.4
Resultados preguntas 2,12, 25

P.2	El uso de cobots (robots colaborativos) en la industria manufacturera en el año 2035 presentará una opción de manufactura más segura en donde las empresas demuestren su cierta responsabilidad empresarial.		
P.12	En el 2035 la industria manufacturera en Yucatán podrá autogestionarse gracias a la manufactura inteligente, sin perder la responsabilidad empresarial.		
P.25	Para el año 2035 entre las implementaciones robóticas más comunes serán el uso de brazos robóticos en la industria manufacturera en Yucatán gracias a la capacidad de realizar trabajos más específicos.		
	P.2	P.12	P.25
Media	4.46	4.54	4.92
Mediana	5.00	5.00	5.00
Moda	5	5	5
Mínimo	3	4	4
Máximo	5	5	5
TDS	0	0	0
DS	0	0	0
NDNDS	15.4	0	0
DA	23.1	46.2	7.7
TD	61.5	53.8	92.3

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

Como resultado del objetivo #2 “identificar las preferencias de tecnologías de la industria 4.0 que podrán emplearse en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035”.

En la tabla 5.5 se muestra la pregunta 7 la mayoría piensa que en el 2035 la industria manufacturera en Yucatán contará con la infraestructura necesaria para emplear la impresión 3D. En esta tabla se muestra en la pregunta 28 que la industria manufacturera tendrá la capacidad de implementar el uso de robots. Por último, los resultados muestran que los robots más accesibles serán los de seis grados de libertad.

Tabla 0.5
Resultados Preguntas 7, 28, 31

P.7	En el año 2035 la industria manufacturera en Yucatán contará con la infraestructura (robots y maquinas) necesaria para emplear cotidianamente la manufactura aditiva (impresión 3D) para la obtención de productos personalizados.
P.28	En el 2035 la industria manufacturera de Yucatán tendrá la capacidad de implementar el uso de robots colaborativos para un adecuado manejo productos, esto gracias al adecuado uso de tecnologías.

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

P.31	Los robots de 6 grados de libertad se posicionarán para el año 2035 en la industria manufacturera de Yucatán como los más accesibles, aumentando su preferencia de compra ya que proporcionarán la infraestructura deseada para implementar otras tecnologías.		
	P.7	P.28	P.31
Media	4.69	4.62	4.38
Mediana	5.00	5.00	5.00
Moda	5	5	5
Mínimo	4	4	3
Máximo	5	5	5
TDS	0	0	0
DS	0	0	0
NDNDS	0	0	15.4
DA	30.8	38.5	30.8
TD	69.2	61.5	53.8

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

Los resultados del objetivo #3 “Identificar las principales tecnologías para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en la industria manufacturera para su empleo en el 2035”, fueron los siguientes. En la tabla 5.6 se muestra el resultado de la pregunta # 3 la cual señala que los robots contribuirán a una mejor homogeneidad de los productos. En la misma tabla, la pregunta # 8 nos dice que el uso de robots permitirá un menor desperdicio de insumos en la línea de manufactura de alimentos.

En esta misma tabla, está la pregunta 18 la mayoría no están totalmente de acuerdo en que el QR será usado para la trazabilidad de productos. La pregunta 22 nos dice que la mayoría piensa que el BigData será utilizado para un mejor cumplimiento de las NOM’s. La respuesta de la pregunta 26 señala que los robots disminuirán la cantidad de desperdicios en la industria manufacturera.

Tabla 0.6
Resultados preguntas 3, 8, 13, 18, 22, 26

P.3	En el año 2035 a través de la implementación de robots se contribuirá a una mejor homogeneidad de productos en la industria manufacturera para cumplir con las "Buenas Prácticas de Manufactura".
P.8	Gracias a la identificación adecuada de las sub-industrias, en el año 2035, los robots en la industria manufacturera en Yucatán ayudarán a un mejor cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas para evitar costos innecesarios por desperdicios.

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

P.13	Para el año 2035 en la industria manufacturera en Yucatán los sensores en puntos estratégicos serán utilizados por los robots para el control del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y aumentar la satisfacción del cliente.					
P.18	En el 2035 en la industria manufacturera en Yucatán se trazarán los productos a través del empleo del QR.					
P.22	En las 2035 tecnologías como el análisis de datos (Big data) ayudarán al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas, gracias al control de inventarios en la industria manufacturera en Yucatán, logrando una mayor satisfacción en el cliente.					
P.26	En el año 2035 a través del uso de robots se podrá tener un mayor cumplimiento en la inocuidad alimentaria según lo marcan las Normas Oficiales Mexicanas, lo cual provocará menor cantidad de desperdicios.					
	P.3	P.8	P.13	P.18	P.22	P.26
Media	4.38	4.54	4.38	4.23	4.77	4.77
Mediana	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00
Moda	5	5	5	4	5	5
Mínimo	3	3	3	3	4	3
Máximo	5	5	5	5	5	5
TDS	0	0	0	0	0	0
DS	0	0	0	0	0	0
NDNDS	15.4	15.4	15.4	15.4	0	7.7
DA	30.8	15.4	30.8	46.2	23.1	7.7
TD	53.8	69.2	53.8	38.5	76.9	84.6

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

Los resultados del objetivo #4 “Identificar las principales problemáticas de la implementación en robots en la industria manufacturera en Yucatán, se encuentran en la tabla 5.7. La pregunta nueve la mayoría considera que existirá un Darwinismo tecnológico debido a la rápida adopción tecnológica. La pregunta 14 la mayoría piensa que la innovación tecnológica se verá afectada por la falta de comunicación entre los departamentos. La pregunta 29 la mayoría señala como existirá una baja colaboración entre humanos y robots. La pregunta 32 la mayoría piensa que se dará una rápida adopción de robots en la industria manufacturera.

Tabla 0.7
Resultados preguntas 9, 14, 29, 32

P.9	Para el año 2035 el "Darwinismo tecnológico" (rezago tecnológico) se presentará como una problemática por la falta de adaptación de los robots dentro de la industria manufacturera de Yucatán.
P.14	Una de las principales problemáticas para el año 2035 en la industria manufacturera de Yucatán por la mala comunicación entre gerencia y operación, será la falta de interés por la innovación tecnológica.

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

P.29	En el 2035 una de las principales problemáticas al implementar los robots en la industria manufacturera en Yucatán será la baja colaboración entre robots y humanos lo cual provocará una baja conexión entre robot y entorno.			
P.32	En el 2035 las principales ventajas del uso de robots en la industria manufacturera en Yucatán será la rápida adaptación de mano de obra humana.			
	P.9	P.14	P.29	P.32
Media	4.85	4.62	4.38	4.69
Mediana	5.00	5.00	5.00	5.00
Moda	5	5	5	5
Mínimo	4	3	2	4
Máximo	5	5	5	5
TDS	0	0	0	0
DS	0	0	7.7	0
NDNDS	0	7.7	7.7	0
DA	15.4	23.1	23.1	30.8
TD	84.6	69.2	61.5	69.2

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

Los resultados del objetivo #5 “Describe las principales características en las capacitaciones dentro de la industria manufacturera para una mejor adopción de robots en Yucatán para el año 2035”, se muestran en las tablas 5.8 y 5.9. En la tabla 5.8, el resultado de la pregunta 5 muestra que la mayoría piensa que las capacitaciones en la adopción tecnológica deben englobar comprensión de las funciones y responsabilidad del trabajador hacia el proceso, la escolaridad igual se presenta como importante sin embargo se encuentra por debajo de estos dos.

En la tabla 5.8 el resultado de la pregunta 10 muestra como la mayoría piensa que la alta rotación de personal representara un problema en la adopción tecnológica.

Tabla 0.8
P.5 Para la adopción tecnológica se necesita una capacitación que tome en cuenta los siguientes aspectos

	Comprensión de las funciones	Responsabilidad del trabajador hacia el proceso	Mano de obra con un mínimo de 10 años de escolaridad	Conocimientos previos	Nivel educativo
Media	4.38	4.46	4.31	4.08	4.31

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Mediana	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Mínimo	1	2	1	1	1
Máximo	5	5	5	5	5
TDS	7.7		7.7	7.7	7.7
DS	0	7.7	0	7.7	
NDNDS	7.7	7.7	15.4	15.4	7.7
DA	15.4	15.4	7.7	7.7	23.1
TD	69.2	69.2	69.2	61.5	61.5

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

En la misma tabla se encuentre la pregunta 15 en donde la mayoría piensa que la falta de formalidad de las capacitaciones representara un problema. Por último, en esta tabla se encuentra la pregunta 19 la mayoría piensa que gracias a la capacitación constante el trabajo será más especializado.

Tabla 0.9
Respuestas preguntas 10, 15, 19

P.10	La alta rotación de personal en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035 representará una problemática al momento de capacitar y evaluar adecuadamente al personal.		
P.15	Una característica negativa para la implementación de capacitaciones en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035 es la falta de formalidad en la aplicación de las capacitaciones.		
P.19	Para el 2035 gracias a las capacitaciones el trabajo será más especializado en la industria manufacturera en Yucatán.		
	P.10	P.15	P.19
Media	4.77	4.62	4.62
Mediana	5.00	5.00	5.00
Moda	5	5	5
Mínimo	4	3	3
Máximo	5	5	5
TDS	0	0	0
DS	0	0	0
NDNDS	0	7.7	15.4
DA	23.1	23.1	7.7
TD	76.9	69.2	76.9

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del objetivo #6 “Identificar las perspectivas de las ventajas y desventajas de la implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035” se muestran en las tablas 5.10 y 5.11.

En la tabla 5.10, se encuentran los resultados de la pregunta cuatro en donde los costos de adquisición y capacitación representa las principales desventajas en la implementación robótica.

Tabla 0.10
Respuesta pregunta 4

P.4 Los siguientes costos representan algunas de las principales desventajas al momento de adoptar robots en la industria manufacturera en Yucatán				
	Costo de adquisición	Costo de capacitación	Costos de mantenimiento	Costo de instalación
Media	4.85	4.77	4.69	4.54
Mediana	5.00	5.00	5.00	5.00
Mínimo	4	3	4	3
Máximo	5	5	5	5
TDS	0	0	0	0
DS	0	0	0	0
NDNDS	0	7.7	0	7.7
DA	15.4	7.7	30.8	30.8
TD	84.6	84.6	69.2	61.5

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

En la tabla 5.11, están los resultados de la pregunta 11 en donde solo un poco más del 50% considera que sin la implementación tecnológica se dará una desventaja en la competitividad. En esta tabla se encuentra la pregunta 16, en donde la mayoría considera que las habilidades blandas juegan un papel importante en la implementación robótica. De igual manera, en la pregunta 20 la mayoría piensa que habrá una mayor desigualdad económica.

En la misma tabla, está la pregunta 23 en donde la mayoría piensa que la adaptabilidad se verá afectada por las malas capacitaciones. La pregunta 24 la mayoría considera que las economías emergentes se verán perjudicadas con el rápido crecimiento tecnológico. La pregunta 30 la mayoría piensa que si habrá un reemplazo masivo de mano de obra humana.

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La pregunta 33 la mayoría piense que existirá una dependencia tecnológica de parte de las industrias.

Tabla 0.11
Respuestas preguntas 11, 16, 20, 23, 24, 30, 33

P.11	La falta de implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035, podría ser una desventaja sobre la competitividad dentro del mercado, mostrando una baja adaptabilidad de este.						
P.16	En el año 2035 en la industria manufacturera en Yucatán las habilidades blandas podrían representar una ventaja importante en el nivel de adopción de robots.						
P.20	En el 2035 la baja adaptabilidad de la implementación robótica en la industria manufacturera en Yucatán contribuirá a una desigualdad económica entre la mano de obra especializada y poco especializada.						
P.23	En el 2035 las carencias de capacitación del personal ante la implementación de nuevas tecnologías afectarán a la productividad y será una desventaja competitiva, lo cual demostrará una baja adaptabilidad de estas tecnologías en la industria.						
P.24	En el año 2035 el desarrollo tecnológico podría presentarse como una desventaja ante las economías emergentes por la falta de adopción de estas.						
P.30	En el 2035 una de las desventajas de la implementación de robots será la posible pérdida de hasta un 70% de la mano de obra poco capacitada, lo cual impactará negativamente en el nivel socioeconómico.						
P.33	Debido al uso de robots en la industria manufacturera de Yucatán en el año 2035 una desventaja será la dependencia y susceptibilidad a la obsolescencia tecnológica, lo cual tendrá un impacto económico negativo en la empresa.						
	P. 11	P.16	P.20	P.23	P.24	P.30	P.33
Media	4.38	4.54	4.38	4.69	4.69	4.69	4.46
Mediana	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Moda	5	5	5	5	5	5	5
Mínimo	3	3	3	3	4	4	3
Máximo	5	5	5	5	5	5	5
TDS	0	0	0	0	0	0	0
DS	0	0	0	0	0	0	0
NDNDS	15.4	15.4	23.1	7.7	0	0	15.4
DA	30.8	15.4	15.4	15.4	30.8	30.8	23.1
TD	53.8	69.2	61.5	76.9	69.2	69.2	61.5

Fuente: Elaboración propia, *TDS= Totalmente desacuerdo; DS=Desacuerdo; NDNDS= Ni de acuerdo ni desacuerdo; DA= De acuerdo; TD= Totalmente de acuerdo.

5.3 Discusión: Identificar las implementaciones de robots en la industria manufacturera en Yucatán actualmente y con posibles implementaciones para el año 2035.

Con base en el primer objetivo se evalúa la variable “Implementación de robots en los procesos de la industria alimentaria”. El resultado fue el siguiente:

Al evaluar las tecnologías de la industria 4.0, las más susceptible para son el Big data, y la impresión 3D ambas tienen un 92.3 % de totalmente de acuerdo. Esto se compara con el autor Garrell & Guilera (2019), el cual hace mención en que en realidad todas las tecnologías envueltas en la industria 4.0 forman una estructura para el desarrollo de cualquiera de estas. De igual manera la capacidad de realizar actividades se apoya en la interconexión de estas tecnologías.

Los expertos señalan con un 84.6 % de totalmente de acuerdo que la inversión de capital es el factor que más influirá en la adopción de robots. Como menciona el autor González (2021), existen diversos factores que influirán en la adopción tecnología, siendo el principal el factor económico. Por lo tanto, ambas fuentes de información señalan que la inversión y el capital serán determinantes para esta adopción.

El 69.2 % está totalmente de acuerdo en que los robots manuales serán los más probables de ser implementados en la industria manufacturera en el 2035. El autor Garrell & Guilera (2019), concuerdan debido a la capacidad de realizar tareas parecidas a los humanos. Con lo anterior se identifica el uso de estos robots podrían ser los próximos a utilizarse en el 2035.

El 61.5% está totalmente de acuerdo en que los robots colaborativos serán empleados en la industria manufacturera. Como lo menciona el autor Peshkin (1999), estos robots complementan el trabajo de los humanos por lo cual desarrollan tareas de una mejor forma. Como resultado encontramos que los robots colaborativos son una buena opción para la industria manufacturera.

Solo un poco más de la mayoría considera que habrá una autogestión en la industria manufacturera. Si bien el autor Matos (2021), menciona la posible autogestión esto resulta ser complicado para empresas que no cuenten con una estructura digital. Con lo anterior encontramos que si bien existe la posible autogestión, las empresas que lo logren serán aquellas que se desarrollen sobre una estructura digital.

El 92.3 % está totalmente de acuerdo en que los brazos robóticos serán los que liderarán el uso de robots en las industrias manufactureras. Garrell & Guilera (2019), menciona estos robots como más adecuados para el manejo de alimentos. Por lo cual, se concluye que el Bigdata y la impresión digital darán paso a estructuras digitales en donde se puedan implementar brazos robóticos en las industrias manufactureras que cuenten con la capacidad de solventar la inversión.

5.4 Discusión: Identificar preferencias de tecnologías de la industria 4.0 que podrían emplearse en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035.

Con base al segundo objetivo se evalúa la variable “Tipos de implementaciones de tecnologías en la industria manufacturera posibles a emplearse”. Los resultados son los siguientes:

El 69.2 % está totalmente de acuerdo en que existirá una infraestructura adecuada dentro del sector manufacturero que permita el uso de robots e impresión 3D. Schatan (2020) menciona la importancia de la infraestructura digital para la implementación de estas tecnologías. Por lo tanto, es probable que en el 2035 la industria manufacturera tenga una infraestructura que le permita implementar nuevas tecnologías.

El 61.5% concuerda en que es muy probable que los robots colaborativos serán usados en la industria manufacturera. El autor Fegemu (2020), menciona que este tipo de robots son los más adecuados en el área de manufactura. Por lo que aún que más se podrán encontrar en esta área son los robots colaborativos.

El 53.8 % piensan que específicamente los robots de grados de libertad serán aquellos que lideren la implementación de robots. Rodríguez (2015), comenta que estos son los que

permiten mayor rango de movimiento relacionado al manejo de productos. Por lo que, entre las implementaciones tecnológicas posibles a emplearse se encuentran los robots con 6 grados de libertad podrán ayudar a proporcionar una mejor implementación de estos robots.

5.5 Discusión: Identificar las principales tecnologías para el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en la industria manufacturera para su empleo en el 2035.

Con base al tercer objetivo se evalúa la variable “Tipos de tecnologías aplicables a las normas en las industrias manufactureras”. Los resultados fueron los siguiente:

El 53.8 % está totalmente de acuerdo en que los robots permitirán una mejor homogeneidad. Esto de acuerdo con el autor Sarabia (2021), hace referencia a como el uso de robots disminuirá los errores de producción. Logrando con esto una mejor satisfacción en los clientes debido a la calidad de los productos.

El 69.2 % considera que la adecuada identificación de las industrias tendrá un impacto positivo en el mejor control de ellas. Byasa (2021) menciona las sub-industrias y sus actividades más comunes dentro de ellas. Con lo que se puede observar aquellas que son susceptibles de automatizaciones. El 53.8 % considera que en el 2035 será posible el uso de sensores para un mejor control de las NOM's.

Solo el 38.5 % está totalmente de acuerdo en que el QR se utilizara como una herramienta para la trazabilidad de productos. Intedya (2016), menciona como como esta herramienta ha mostrado una trazabilidad más rápida. Sin embargo los expertos no están totalmente de acuerdo con que esta sea la herramienta indicada.

El 76.9 % está totalmente de acuerdo en que el análisis de datos ayudará al cumplimiento de las NOM's. Cruz (2019) menciona como el uso de tecnologías permite un mejor control productos gracias a la capacidad de análisis que las tecnologías permiten. Por lo tanto El análisis de datos se posiciona como una de las tecnologías que más se emplearan en el 2035.

El 84.6 % está de acuerdo en que el uso de robots permitirá una mejor inocuidad alimentaria. El Gobierno de México, 2016 menciona como actualmente la inocuidad alimentaria no ha

sido alcanzada al 100 % por la deficiente manipulación de alimento. De ahí que el manejo de insumos a través de robots permita un mejor control de estos.

Por lo que el tipo de tecnologías aplicables a las normas establecidas para la industria manufacturera de alimentos se podrán lograr a través de la implementación de robots.

5.6 Discusión: Identificar las perspectivas de las ventajas y desventajas de la implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035.

Con base al cuarto objetivo se evalúa la variable “Problemáticas presentes en la adopción de robots en la industria alimentaria”. Los resultados fueron los siguientes:

El 84.6 % de los expertos están totalmente de acuerdo que entre las desventajas del rezago tecnológico, en México se presentara una adaptación débil en la industria manufacturera. Tal como lo menciona Perasso (2016), el cual menciona un darwinismo tecnológico debido a las innovaciones constantes en el mercado. Sin embargo, la identificación de la sub-industria en la cual se trabaje será una ventaja al identificar qué sector se verá más afectado por esto.

El 69.2% está de acuerdo en que el nivel de colaboración se verá afectado debido al poco interés en la innovación tecnológica, provocando una desventaja en la colaboración con tecnologías. Bearzotti (2018), da un enfoque a la innovación como un proceso lento y costoso en comparación con otras estrategias. Por lo cual, países como México que son catalogados como tercermundistas podrían no tener el nivel de capital necesario para estas innovaciones.

La mayoría con un 61.5 % está totalmente de acuerdo en que relacionado a un nivel bajo de comunicación entre gerencia y operación la colaboración entre estos no será la adecuada. Como mencionan los expertos en el cuestionario, estos dos indicadores reflejan ciertas desventajas en la implementación tecnológica. Esto concuerda con los autores Béjar & Jove (2020), los cuales ponen en perspectivas las desventajas de la implementación de robots y los procesos de adopción de estos.

El 69.2 % están totalmente de acuerdo en que las ventajas podrán verse influenciadas gracias a las capacitaciones constantes relacionadas con una adaptación rápida a nuevas tecnologías

según el autor Bearzotti (2018). Por lo tanto, los expertos concuerdan en que las ventajas serán notorias en un futuro si las empresas se enfocan en capacitar adecuadamente a su personal. Por lo que las problemáticas presentes en la adopción tecnológica estarán relacionadas a la baja capacidad de adoptarlas.

5.7 Discusión: Describir las principales características en las capacitaciones dentro de la industria manufacturera para una mejor adopción de robots en Yucatán en el año 2035.

Con base al quinto objetivo se evalúa la variable “Capacitación en empleados”. Los resultados fueron los siguientes:

El 69.2% considera que los aspectos fundamentales de la capacitación es la comprensión de las funciones, responsabilidad del trabajador hacia el proceso y mano de obra con un mínimo de 10 años, este último quedando como segundo lugar con tan solo un 7.7 % que está de acuerdo en comparación con el 15.4 de los dos primeros. Según el Safety Culture (2022), existen diversos aspectos a considerar en cualquier capacitación para la adopción de innovaciones dentro de la producción. Por lo que se tomó como indicador el nivel educativo, el cual permitirá a la empresa no solo el impartir la capacitación si no al empleado la capacidad de entenderla.

El 76.9 % está totalmente de acuerdo que la alta rotación de personal será una de las principales problemáticas al capacitar y evaluar adecuadamente al personal. Los autores Areous & Flores (2022), mencionan como la rotación constante de personal impide una adecuada capacitación. De ahí que las rotaciones de capital humano se ven reflejadas en las decisiones a futuro.

Según los resultados el 69.2% está totalmente de acuerdo en que la falta de formalidad en la aplicación de las capacitaciones será algo común en la implementación de nuevas tecnologías. El autor Morales (2018), menciona que aún que existen diversas capacitaciones, las formales son las más eficientes. Cabe recalcar que las capacitaciones informales suelen ser más comunes, al ser más fáciles y baratas de realizar.

El 76.9 % está totalmente de acuerdo en que es posible que se dé un trabajo más especializado gracias a las capacitaciones constantes. El autor Mooney (2019), se enfoca en el fomento del trabajo especializado para evitar la pérdida innecesaria de empleos poco cualificados. Por lo tanto, como se ha mencionado las capacitaciones en específico las formales son una característica que ayudará a evitar la pérdida masiva de trabajo.

5.8 Discusión: Identificar las principales problemáticas de la implementación en robots en la industria manufacturera en Yucatán.

Con base al sexto objetivo se evalúa la variable “Prospectivas de la implementación de robots en la industria alimentaria”. Esta variable cuenta con tres indicadores los cuales fueron evaluados en el cuestionario #1 y #2.

Con un 84.6 % es posible que el costo de adquisición y capacitación serán las principales problemáticas en la implementación de robots, destacándose el costo de adquisición. El autor Byasa (2021), considera que si bien se consideran diversos factores para la implementación de robots, se deben de tener en cuenta aquellos que lleguen a ser constantes representando un mayor gasto. De ahí la razón por la cual los expertos concluyeron que el costo de adquisición y capacitación serán las principales problemáticas en la adopción de robots.

El 53.8 considera probable que la falta de adopción robótica creara un menor nivel de adaptación con el paso de los años debido al rezago tecnológico. Diversos autores como Mendoza et al. (2019), mencionan que el uso de robots podría ser tomado como algo inevitable debido al rápido crecimiento de la producción. De estas prospectivas surge la necesidad de la innovación tomando como base la bibliografía que permita prever las mejores opciones para esto.

El 69.2 % está totalmente de acuerdo en que las habilidades blandas podrán representar una parte importante de la adopción robótica. El autor Basco et al. (2018), menciona como estas habilidades son las habilidades que más podrían influir en esta área. Por lo que es probable que estas sean las primeras habilidades que se busquen en la mano de obra.

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El 61.5 % está totalmente de acuerdo en que la implementación robótica será un paso hacia una desigualdad económica entre el capital humano. El Autor Perasso (2016), menciona como esta desigualdad económica estará relacionada a la falta de empleo para aquellos que no cuenten con las habilidades necesarias. Por lo tanto, este crecimiento a través de la implementación robótica podrá tener desventajas económicas.

El 76.9 % de los expertos expresan que es muy probable que las carencias de capacitación estarán involucradas en la baja adaptabilidad de nuevas tecnologías. Esto se ha mencionado por diversos autores, pero específicamente se toma como referencia los autores Areous & Flores (2020). Ya que esto representa un punto importante en las implementaciones que se darán en un futuro.

El 69.2 % está totalmente de acuerdo en que la falta de adopción tecnológica representará un impacto económico negativo en la industria en el 2035. Tal como lo menciona Perasso (2016), donde para mantenerse competitivos es necesario la adopción de innovaciones constantes. Es importante mencionar que existen diversas tecnologías, lo que o permite una mayor adaptabilidad al presentarse opciones que se apeguen a la empresa.

El 69.2 % está totalmente de acuerdo en que entre las problemáticas más destacables de la implementación robótica según los expertos esta la posible pérdida de hasta el 70% del trabajo poco calificado. Como bien mencionan los autores Areous & Flores (2020), esto refleja un impacto social elevado. Esto con la posibilidad de evitarse gracias a la capacitación constante de personal.

El 61.5 % está totalmente de acuerdo en que la obsolescencia tecnológica será una de las principales problemáticas. Esto según Prado, 2019 se verá relacionado a la rápida innovación a nivel mundial, lo cual reflejará una barrera para aquellas industrias que no puedan seguir el mismo ritmo de innovación. Por lo tanto, él un futuro probable de la adopción robótica muestra como al identificar la industria, las capacitaciones y el personal adecuado, puede haber una mejor implementación de los robots en la industria manufacturera alimentaria.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En conclusión, los resultados muestran cómo las posibles implementaciones para el año 2035, serían los robots colaborativos, ya que propiciaría un ambiente menos hostil. Esto gracias a la preferencia en el uso de diversas tecnologías que respalden el uso de robots, como el Big data y la nube. Representando un mejor control tanto de las NOM's como en la calidad de los productos dentro de esta industria.

El control de procesos se menciona como una ventaja en industrias que cuenten con una infraestructura digital. Junto con el uso de los robots colaborativos, que se proyectan como los más llamativos para el 2035. Por lo tanto, se debe tener en consideración tanto la estructura como la tecnología a usar.

Una de las características que se deben tener en consideración es la homogeneidad en la línea de producción, lo cual abrirá paso a una mejor calidad en los productos. Con lo que los usuarios o compradores tendrán un mejor resultado con su compra. Esto permite a la empresa lograr un mejor alcance en sus ventas.

Los expertos de igual manera concuerdan en que las principales ventajas se basarán en que la empresa mantenga una competitividad y un menor costo en la línea de manufactura. Por otro lado, la principal desventaja engloba los factores relacionados con el costo del uso de estos robots.

Según este análisis prospectivo la adopción tecnológica no tendrá éxito si no se emplean las capacitaciones constantes y formales en el área laboral, ya que actualmente existen diferentes dificultades basadas en la lenta adopción entre el personal humano y las tecnologías de la industria 4.0. Por lo cual, los procesos de adopción tecnológica en la industria manufacturera en Yucatán se podrían ver agilizados gracias a las capacitaciones formales constantes.

Por último, el uso de tecnologías según el estudio prospectivo parece algo inevitable, pero eso no significa que su uso garantice el éxito de la industria alimentaria. Mejor dicho, es una herramienta más, que provocará cambios tanto a nivel estructural como a nivel operativo. Por lo tanto, la rápida y correcta adopción de estas propiciará un desarrollo tanto como tecnológico, económico y social.

6.2 Recomendaciones

Actualmente la industria manufacturera alimentaria se encuentra en un crecimiento exponencial en donde las empresas han tenido que implementar tecnologías en sus procesos de producción. Estas implementaciones abren paso a nuevos procesos de manufactura que permite una producción más eficiente de alimentos. Esto con repercusión directa en la forma de trabajo que hoy en día se ha transformado debido a la interacción con los robots.

Sin embargo, en México el uso de robots por las industrias manufactureras se ha dado de una manera lenta comparado con otros países, por lo que la infraestructura necesaria para la adopción tecnológica debe de seguir una estructura que sea compatible con la industria manufacturera que busque adoptarla. Esto siendo posible cuando se genera una comunicación efectiva entre los procesos dentro de la línea de manufactura alimentaria. Para llegar a este punto se debe tener una estructura digital que permita la interconexión entre el uso de robots y tecnologías relacionadas.

De igual manera el atraso tecnológico se muestra como una preocupación en cualquier proceso de adopción de tecnologías específicamente el uso de robots. Por lo que, las empresas deben de enfocarse en procesos de capacitación mejor estructurados para dar paso a que sus empleados tengan las habilidades necesarias para el manejo adecuado de robots en los procesos de producción. Con lo que la recomendación son procesos de capacitación más estructurado se presenta como una recomendación para las empresas que opten por el uso de robots.

Para futuros estudios sería importante evaluar la adopción de robots en la industria manufacturera, para lograr estrategias precisas en la adopción de estas en la industria

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

manufacturera de alimentos. Esto podría mejorar la capacidad de las empresas para evolucionar sus procesos según las necesidades del mercado en México. Ya que este estudio solo evalúa los posibles escenarios futuros, sería importante evaluar el proceso de adopción que se presente en un futuro.

CAPITULO 7. REFERENCIAS

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Automatización y nuevas tareas: cómo la tecnología desplaza y restablece el trabajo. *Revista de perspectivas economicas*, 3-30.
- Amézquita , P., & Jiménez , Y. (2019). Revolución 4.0 o subdesarrollo 4.0. *Revista eficiencia*.
- Areous , B., & Flores Vaquiro, N. (2020). *Cambio tecnológico, mercado de trabajo y ocupaciones emergentes en México*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46181/S2000633_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Blanco, J. C. (enero de 2016). *Enciclopedia juridica* . Obtenido de <https://mexico.leyderecho.org/mano-de-obra/>
- Barrientos Avedaño, E., Areniz Arevalo, Y., Coronel Rojas, L., Cuesta Quintero, F., & Rico Bautista, D. (2020). Modelo de incursión en la industria 4.0 aplicado a la compañía alimenticia tu pan gourmet SAS: Estrategia para el renacer en la pandemia ocasionada por COVID-19 (SARS-CoV-2). *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 436-449.
- Basco , A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garneró , P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el futuro* . Buenos Aires: Inter-American Development Bank.
- Belén, V. S. (25 de septiembre de 2016). *Segunda revolución Industrial* . Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/segunda-revolucion-industrial.html>
- Bearzotti, L. (2018). Industria 4.0 y la gestión de la cadena de suministro: el desafío de la nueva revolución industrial. *Gaceta sansana*.

- Bejar Gonzáles, D. L., & Jove Castillo, E. L. (2020). *Estudio de tecnologías 4.0 en el sector de industria alimentaria*. Arequipa, San pablo: Facultad de Ingeniería y Computación.
- Berkowitz, D. E. (2012). Industria alimentaria. En *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (pág. Cap. 67).
- Berkowitz, D., Malagié, M., Jensen, G., Smith, J., Svagr, J., Spiegel, J., & Pant, N. (2012). *Industria alimentaria*. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo .
- Bestratén Belloví, M., Gavilanes Pérez, C., & Gómez-Cano, A. M. (2018). Revolución 4.0: el futuro está presente. Seguridad y Salud en el trabajo.
- Bonilla Sessler, D. P., Cervantes Acosta, P., & Lopez de Buen, L. (abril de 2011). *La inocuidad en los alimentos: un derecho del consumidor*. Obtenido de <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num1/articulos/alimentos/>
- Byasa. (24 de febrero de 2021). *Costo y beneficio de la implementación de brazo robotico en la industria* . Obtenido de <https://www.byasa.com.mx/costos-y-beneficios-de-la-implementacion-del-brazo-robotico-en-sus-industrias/>
- Caballero, R. (2016). *Tipos de Industrias*. Obtenido de https://www.academia.edu/26776924/4_2_Tipos_de_industrias
- Cabero, J., & Barroso, J. (2013). La utilizacion del juicio de expertos para la evaluacion de TIC: El coeficiente de competencia experta. *Bordón, ISSN: 0210-5934*, 65.
- Cabero Almenara, J., Romero Tena, R., & Palacios Rodríguez, A. (2020). Evaluation of teacher digital competence frameworks through expert judgement: the use of the Expert Competence Coefficient . *Journal of New Approaches in Educational Reserch* , 275-293.

- Campos, C. B. (junio de 2016). *Garras con Sensores Táctiles Intrínsecos para Manipular Alimentos con Robots*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68481/Blanes%20-%20Garras%20con%20sensores%20táctiles%20intr%C3%ADnsecos%20para%20manipular%20alimentos%20con%20robots.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castellanos Rivero, P., & Escott Mota, M. (2020). Evolucion de las habilidades laborales en la industria 4.0 y su impacto Financiro . *Revista Innova ITFIP*, 106-119.
- Caudel Medrano, M., & Lugo Melchor, O. Y. (junio de 2019). *La importancia d ela inocuidad y la trazabilidad alimentaria*. Obtenido de <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/La-importancia-de-la-inocuidad-y-trazabilidad-alimentaria/116>
- Cely, A. V. (1999). Metodología de los escenarios para estudios prospectivos. *Ingeniería e investigación*, (44), 26-35.
- Cortés, C., Landeta, J., & Chacón, J. (2017). El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *Revista Conciencia tecnológica*, 33-45.
- Cortés, H., & Sánchez, P. (2020). La industria alimentaria en México: comportamiento y distribución geográfica durante 1999-2014. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, Volumen 30.
- Correa, A. V. (11 de Mayo de 2021). *Inovaciones tecnológicas en la conservación de alimentos* . Obtenido de <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/d7549dcf-71c7-4d2f-9a10-90bb64f457ab/250178.pdf>
- Cruz, J. (2019). Replanteando el futuro de la tecnología de la industria alimentaria y cárnica. *La revista internacional del sector cárnico*, 17-26.

- Cuadros Contreras, R. (2008). Reflexiones sobre alteridad y técnica: la figura del robot humanoide en algunas transposiciones de la literatura al cine. *CS*, 247-264.
- DENUE. (2022). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Dosis, A., Bravo, P., Contreras, A., Soto, M., & Mora, I. (2008). Training and competences for primary care teams from the perspective of chilean experts. *Revista Panama Salud Pública*, 1-7.
- Eurobots. (2021). *ROBOTS SCARA MITSUBISHI RH 6FH3520 D1 S13*. Obtenido de <https://www.eurobots.com.mx/mitsubishi-rh-6fh3520-d1-s13-es.html>
- Floreiva, R. G. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0 . *Revista UIS ingeniería* , 177-191.
- Fabré, R. G. (2021). *Digitalización e Industria 4.0 en el Sector* . Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/436402/retrieve>
- Fegemu Automatismos S.L. (abril de 2020). *Diferencias entre robots colaborativos y robots industriales*. Obtenido de <https://www.fegaut.com/es/blog/diferencias-entre-robots-colaborativos-y-robots-industriales/0-346/>
- Fernández Ávila, D., Rojas, M., & Rossell, D. (2020). The delphi method in reumatology reserch: are we doing it right? *Revista colombiana de reumatología*, 1-13.
- Frías Navarro, D. (2022). *Apuntes de estimacion de fiabilidad de consistencia interna de los items de un instrumento de media*. Obtenido de <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Galán, M. (2011). Development and content validity of the new version of a petient classificaction instrument . *Enfermagem*, 58-66.

- Galindo, D. F., & Herrera, R. G. (2021). The Journey from Lean Manufacturing to Industry. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 294-299.
- Galván, A. R. (2016). *Fundamentos de Robótica*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/64483/secme-35753.pdf?sequence=1>
- García, I., & Fernández, S. (2008). Procedimiento de aplicación del trabajo creativo en grupo de expertos, *energía*. ISSN: 1815-5901, 46-50.
- Garrell, A., & Guilera, L. (2019). *La industria 4.0 en una sociedad digital*. Marge books.
- George Reyes, C., & Trujillo Liñan, L. (2018). Aplicación del Método Delphi Modificado para la Validación de un Cuestionario de Incorporación de las TIC en la Práctica Docente. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 113-135.
- Gil, L., Manyes, L., Font, G., & Berrada, H. (2019). Defensa alimentaria: revisión de herramientas y estrategias. *Revista de Toxicología*, <https://www.redalyc.org/journal/919/91967023002/91967023002.pdf>.
- Gobierno de México. (5 de octubre de 2016). *Una definición clara de inocuidad*. Obtenido de <https://www.gob.mx/senasica/articulos/una-definicion-clara-de-inocuidad-70674?idiom=es#:~:text=La%20Inocuidad%20se%20define%20como%20la%20caracter%20ADstica%20que,una%20lesi%C3%B3n%20al%20momento%20de%20consumir%20un%20alimento>.
- Gobierno de México. (2021). *Marco normativo para alimentos*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/marco-normativo-para-alimentos#:~:text=Norma%20Oficial%20Mexicana%20NOM-213-SSA1-2002%2C%20aplicable%20a%20productos%20c%C3%A1rnicos,de%20la%20pescad%20frescos%2C%20refrigerados%2C%20congelados%20y%20procesa>

- González, E. R. (2021). *Industria 4.0, automatización y robótica: aplicaciones un caso de estudio*. Obtenido de PUCP:
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/184687/Paper%2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grupo Nova Agora. (2017). *reducción de tiempos de inactividad en las lienas de envasado*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/180505-Reducir-tiempos-inactividad-lineas-ensado-alimentos-robotica-colaborativa.html>
- Halty Carrere, M. (1979). *Estrategias Tecnológicas para Paises en Desarrollo*. Obtenido de Repositorio prncipal CENDOC: <http://repositorio.colciencias.gov.co>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio , M. (2014). *Metodología de la investigación* . México, D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hevia, F., Ortiz Aguilar , W., & Peña Alvarez , M. (2018). Hipotesis neutrosófica para demostrar las alternativas analíticas en la determinacion de la cantidad de expertos con el modelo de comparacion a traves de la metodologia Deplhi. En *Neutrosophic Computing and Machine Learning* (págs. 88-103). New Mexico.
- Huidobro, M., Vera, A., & Aranda , M. (2020). Estrategias del sector público y privado para la implementación de la Industria 4.0 en México. *UPIICSA. Investigación Interdisciplinaria*, 13-31.
- ICATEY. (2022). *Nuevas inversiones y fuentes de empleo siguen llegando a Yucatán*. Obtenido de <https://icatey.yucatan.gob.mx/>
- Iglesias, E. (2013). Travesía del desarrollo en Yucatán . *Revista problemas del desarrollo*, 169-192.

- INEGI. (2019). *Censos económicos 2019*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/?msclkid=3a10d8bfd0c311eca6841d344b982d81>
- INEGI. (2020). *Escolaridad*. Obtenido de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/yuc/poblacion/educacion.aspx>
- SENASICA. (7 de junio de 2020). Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/inocuidad-alimentaria-en-mexico?idiom=es#:~:text=En%20nuestro%20pa%C3%ADs%20el%20encargado%20de%20vigilar%20la,cadena%20productiva%20de%20los%20alimentos%20es%20el%20SENASICA.>
- Intedya. (27 de abril de 2016). *Buenas prácticas de manufactura*. Obtenido de <https://www.intedya.com/internacional/103/consultoria-buenas-practicas-demanufactura-bpm.html>
- Llorente, C. L. (18 de diciembre de 2019). *Robotización, ¿sólo cambiará el empleo? Robotization, Will Only Change Employment?*
- Magaña, M. R. (2013). *Modelos de valuación empresarial y decisiones de inversión: industria de alimentos del estado de Yucatán*. Obtenido de <http://www.ciencianueva.unam.mx:8080/bitstream/handle/123456789/118/64.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Martínez Castañeda , M., & Feijo , C. (29 de abril de 2021). *La ciberseguridad alimentaria en China y sus implicaciones internacionales*. Obtenido de <https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2021/10/ari50-2021->

- martinez-fiejoo-ciberseguridad-alimentaria-en-china-y-sus-implicaciones-internacionales.pdf
- Martínez, A. M. (julio de 2020). *Retos en la implementación de industria 4.0: el caso de GKN driveline*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Adriana-Martinez-Martinez-2/publication/346006091_Capitulo_6_Retos_en_la_implementacion_de_Industria_40_el_caso_de_GKN_Driveline/links/5fb54c1192851c2994e44b54/Capitulo-6-Retos-en-la-implementacion-de-Industria-40-el-c
- Massaroli, A., Gue, J., Motta Lino, M., Spenassato, D., & Massaroli, R. (2017). he Delphi Method as a metodological framework for reserch in nurse. *Enferm*, 1-9.
- Matos, G. L. (2021). licaciones de la industria 4.0. *Revista Complejidades del Ágora Jurídica*, 78-89.
- Mejía Huidobro, M. A., Camacho Vera , A. D., & Marcelino Aranda , M. (2019). Estrategias del sector público y privado para la implementación de la industria 4.0. *Revista UPIICSA*, 13-31.
- Mendoza Shaw, F., Lozano Encinas, R., Ramírez Guardado, S., Zúñiga Mazón, E., Acosta Caperón, G., & Castro González , A. (2019). Análisis de la ikimplementación de un modelo de medición e incremento de la productividad con beneficios compartidos: caso industria manufacturera alimentaria, Hermosillo, Sonora, México. *Revista Global de negocios*, 37-50.
- Mengual, S. (2011). *La importancia percibida por el profesorado y el alumno sobre la inclusion de la competencia digittal en educacion superior*. Departamento de Didáctica General y Didácticas específicas de la Facultad de Alicate .

- Merida de Yucatán. (2017). *La industria en Yucatán*. Obtenido de <https://www.meridadeyucatan.com/la-industria-yucatan/?msckid=bb9e70d2d0be11ecb57f743150ebc4b9>
- Minian, I., & Martínez Monroy, Á. (2018). El impacto de las nuevas tecnologías en México. *Revista problemas del desarrollo*, 27-53.
- Montero, T. F. (2021). *Digitalización e industria 4.0 en el sector agroalimentario gallego*. Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/436402/retrieve>
- Mooney, P. (2019). La insostenible agricultura 4.0. *Grupo ETC*, 1-49.
- Morales, F. C. (2018). *Capacitación*. Obtenido de <https://definicion.edu.lat/economia/capacitacion-laboral.html>
- Moreno, L. (2019). Robotización, neofeudalismo e ingreso básico universal. *Nueva Sociedad*, 149-158.
- Morgado, L. d. (2020). *Tendencias y desafíos de la impresión 3D en el procesamiento de alimentos*. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/103891/DEL%20CASTILLO%20MORGADO%20LUCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mozuni, M., & Jonas, W. (2017). An introduction to the morphological delphi method for design: a tool for future-oriented desing reserch. *The journal of design, economics, and innovation*, 303-318.
- Muñoz, A. P. (2019). *Robots paletizadores cartesianos de tres ejes*. Obtenido de <https://www.dimensia.es/robots-paletizadores-cartesianos-de-tres-ejes#:~:text=El%20P.I.S.%20o%20Punto%20de%20Informaci%C3%B3n%20de%20salidas,robot%20cartesiano%20cuesta%20del%20orden%20de%2045.000%20euros>

- Nieto, N. T. (2018). Tipos de investigación . *Repositorio Institucional USDG*, 1-4.
- Olier Caparros, I., Aviles, O., & Hernandez Bello, J. (1999). Una introducción a la robótica industrial. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina. Revista de la Facultad de Ingeniería* , 53-67.
- Okoli, C., & Pawlowski, S. (2004). The delphi method as a reserch tool: an example, design considerations and applications. *ELSEVIER*, 15-29.
- Oñate, M. (2001). *Utilización del método Delphi en la pronosticación: Una experiencia inicial Aplicación del Método Delphi*. Obtenido de www.rioei.org/deloslectores/804Bravo
- Parra , C., Rhea, B., & Gómez , C. (2019). Methodological Procedures of the study of restoration process servuctivos. *Contaduria y Administración*, 1-22.
- Pedraza Guevara , S., & Chamna Flores , Y. (2021). La roobotica en el ambito laboral. *evista empresarial*, 26-51.
- Pedraza, G., Fernández, V., & Montañez, I. (2019). Determinar el factor clave en una cadena de suministro tradicional para iniciar el proceso de cambio de industria 4.0. *Pistas educativas*, 41 (133).
- Perasso, V. (2016). Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos. *Revista BBC mundo*, 12.
- Perdomo Perdomo , M., & Ordóñez Ávila , J. (2019). Simulación con robots colaborativos para prácticas de sistemas de información logística con estudiantes de ingeniería. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 116-119.
- Peréz, F., Broseta, B., Escribá-Esteve, A., Gómez, A., Hernández , L., Peiró, J., & Todolí, A. (2020). *Cambios tecnológicos, trabajo y actividad empresarial: El impacto*

- socioeconómico de la economía digital*. Madrid: Consejo Económico y Social (CES)(XXI Premio de Investigación del CES).
- Prado, R. V. (2019). Consecuencias económicas y sociales de la cuarta revolución industrial y estrategias pensadas para la adaptación de la actividad económica. *Revista aportes de la comunicacion y cultura*, 89-108.
- Ramírez, M. C. (2009). El método Delphi en la sinvestigaciones educacionales. La habana: Editorial Academia.
- Ramón, J., & Cajal, E. (2016). Industria 4.0, la gran oportunidad. *Economía Aragonesa*, 109-123.
- Red educativa . (2015). *Equipos de redacción profesional* . Obtenido de Clases de industrias: <https://cursosonlineweb.com/tipos-de-industrias.html>.
- Rendón Trejo , A., Morales Alquicira, A., & Guillén Mondragón, I. (2019). Industria 4.0 y la industria alimentaria. *Revista Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 895-911.
- Riquelme, R. (3 de Febrero de 2020). *El economista*. Obtenido de <https://www.economista.com.mx/tecnologia/robots-con-inteligencia-artificial-20200131-0081.html>
- Robles, C. T. (2020). ¿Qué es un robot? Análisis jurídico comparado de las propuestas japonesas y europeas . *Ediciones complutense*, 35-48.
- Robotnik Automation, S.L.L. (23 de febrero de 2021). *Robots colaborativos vs robots industriales, ¿qué necesita mi empresa?* Obtenido de <https://www.interempresas.net/Robotica-industrial/Articulos/346419-Robots-colaborativos-vs-robots-industriales-que-necesita-mi-empresa.html>

- Rodríguez , A., Ochoa , K., & Torres, P. (2021). Integración del internet de las cosas en la gestión de la cadena de suministro de alimentos: una revisión bibliométrica. *Tecnología a fondo* , 38-46.
- Rodríguez, M. (2015). ¿Sabes en robótica la diferencia entre grados de libertad y grados de movilidad? *Revista digital INESEM*.
- Rojas, H. A. (2014). *Ánalysis de la demanda de servicios de cloud computing y su impacto en el emprendimiento de la mediana empresade la industria alimentaria de Pichincha* . Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7488/6/UPS-QT06294.pdf>
- Romanos, B. (2022). *La gran revolución de la industria alimentaria*. Madrid: LID Editorial.
- Rozo García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 177-191.
- Rural, S. d. (7 de junio de 2020). Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/inocuidad-alimentaria-en-mexico?idiom=es>
- Schatan, C. (19 de junio de 2020). *La pandemia del COVID-19 en México y el mundo*. Obtenido de <http://centrotepoztlan.org/wp-content/uploads/2020/06/N%C3%BAmero-8.-C-Schat%C3%A1n-Cadenas-Productivas-y-COVID.-Junio-19-2020.pdf>
- Sachon, M. (2018). Los pilares de la industria 4.0. *Revista de Negocios IEEM*, 46-54. Obtenido de <https://www.hacerempresa.uy/wp-content/uploads/2018/10/IEEM-abril-Art-industria-4punto0.pdf>
- Safety Culture. (28 de abril de 2022). *Buenas practicas de Manufactura*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/bpm-buenas-practicas-de-manufactura/>

- Sarabia, A. F. (2021). *Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en la empresa "Miel & Sweet"*. Ecuador .
- Saucedo Martínez, J., Salais-Fierro, T., & Vasant, P. (2008). Industry 4.0 framework for management and operations: a review. *Journal of ambient intelligence and humanized computing*, 789-801.
- Secretaría de economía. (2010). *Industria alimentaria*. Obtenido de <http://2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/informacion-sectorial/industria-industria-alimentaria#:~:text=Respecto%20a%20la%20producci%C3%B3n%2C%20el%20Estado%20de%20M%C3%A9xico,producci%C3%B3n%20nacional%20de%20la%20industria>
- Secretaría de economía. (2021). *Industria alimentaria (subsector 311)*. Obtenido de <https://datamexico.org/es/profile/industry/food-manufacturing>
- Secretaría de Trabajo y Previsión Total. (2022). *Perfil laboral y económico laboral de Yucatán*. Obtenido de http://siel.stps.gob.mx:304/perfiles/perfiles_resumido/Yucatan.pdf
- Sectorial. (14 de marzo de 2019). *La cuarta revolución industrial*. Obtenido de <https://www.sectorial.co/articulos-especiales/item/220049-las-cuatro-revoluciones-industriales-de-la-historia-infograf%C3%ADa>
- SEFOET. (2022). *Población Económicamente Activa* . Obtenido de <http://www.sefoet.yucatan.gob.mx/secciones/ver/poblacion-economicamente-activa>
- Sinha, I., Smiyth, R., & Williamson , P. (2011). Using the delphi technique to determine which outcomes to measure in clinical trials: recommendations for the future based on a systematic review of existing studies. *PLos Med*, 8.

- Solans Doménech, M., Pons, J. M., Adam, P., Grau, J., & Aymerich, M. (2019). Development and validation of a questionnaire to measure reserch impact . *Reserch Evaluation* , 253-562.
- Suntaxi Correa, B. O., & Llanos Escobar , A. (febrero de 2013). *Diseño e implementación de un módulo complementario al roobot KIKA KR16 para la adaptación de una celda flexible de manufactura en el laboratorio de robótica industrial de la ESPE*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6698/1/AC-MECATR%C3%93NICA-ESPE-040727.pdf>
- Tecnologybit. (20 de octubre de 2017). *Historia d ela robotica* . Obtenido de <https://www.roboticaeducativa.pe/2017/10/20/historia-de-la-robotica/>
- Tena Luis, E., Ramírez Hernandez , J., & Sánchez Barreto, R. (2021). Panorama de la industria alimentaria, el consumo de alimentos y sus efectos en la salud en México. En *La dimensión global de las regiones y sus reconfiguraciones económicas y urbanas*. Ciudad de Mexico : Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional.
- Tornil Sin , S., & Gamiz Caro, J. A. (junio de 2014). *La robótica industrial en el ámbito de la automatización global: estado actual y tendencias*. Obtenido de <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/96/3273/a3273.pdf>
- Trejo, A., Mondragón , I., & Alquicira, A. (2021). Retos de la competitividad en las empresas cerveceras artesanales de México. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*.
- Uguina, J. M. (2017). El impacto de la robótica y el futuro del trabajo . *Revista de la facultad de derecho de México*, 149-174.

- UPY. (2021). *Yucatán referente a nivel nacional en formación para la Industria 4.0*.
Obtenido de <https://www.upy.edu.mx/single-post/yucat%C3%A1n-referente-a-nivel-nacional-en-formaci%C3%B3n-para-la-industria-4-0>
- Vela , J., Fernández-Cavia, F., Nogue , J., & Jiménez -Morales, M. (2013). Characteristics and fuctions for places brands based on a Delphi method. *Revista Latina de Comunicación Social*, 656-675.
- Whiting , K., & Carmona , L. G. (2019). Ecoeficiencia: estrategia para la competitividad y la ostenibilidad en la industria 4.0. *Revista Pre-til*, 9-19.

CAPITULO 8. ANEXOS

8.1 Variables

DESCRIPCIÓN TEÓRICA DE LAS VARIABLES**1. Nivel de implementación de tecnologías en la industria alimentaria:**

Proceso por el cual incorporamos la tecnología para monitorizar los procesos de negocio en nuestra organización, y todo ello de acuerdo con el Plan Estratégico previamente establecido (Gomez Fontanilla & Bellido, 2012)

2. Implementación de robots en los procesos de la industria alimentaria.:

Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a personas (Real Academia Española, 2017)

3. Nivel de normas en las industrias alimentarias:

Regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación. (Secretaria de Salud, 2015)

4. Problemáticas presentes en la adopción de robots en industrias alimentarias:

Proceso de apropiación de tecnología por los productores y considera el cambio cognoscitivo como prerrequisito (Cadena-Iñiguez , Guevara-Hernández, Argüello-Aguilar, & Rendón-Medel, 2018)

5. Niveles de capacitación en empleados relacionado a nuevas tecnologías:

Actividad enfocada a la constante preparación y formación de nuestros recursos humanos. En este sentido, es una permanente, y planificada, actividad basada en la preparación del personal que va a desempeñar una determinada actividad laboral. (Morales, 2018)

6. Prospectivas de la implementación de robots en la industria alimentaria:

La OCDE define a la Prospectiva Tecnológica como “Un conjunto de intentos sistemáticos para mirar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad, con el fin de identificar aquellas tecnologías genéricas emergentes que probablemente generarán los mayores beneficios económicos y/o sociales” (OCDE, 2017).

8.2 Carta presentación para juicio de expertos

Carta de presentación a expertos

Alumno: Alejandra Carlota González Coello

Presente

Asunto: validación de instrumento a través de juicio de expertos

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y, asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la Maestría en Planificación Empresarial y Desarrollo Regional en el Instituto Tecnológico de Mérida: con motivo de la realización del proyecto de investigación (TESIS), requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación. El título de la prueba a medir es: Prospectivas de la implementación robótica en los procesos de la industria alimentaria de Yucatán. Siendo imprescindible el contar con la aprobación de los docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en Mención, he considerado conveniente el recurrir a Ud. Ante su controlada experiencia en Investigación.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

1. Carta de presentación
2. Definición conceptual de las variables y dimensiones
3. Matriz operacional de las variables
4. Certificado de validez contenido de los instrumentos (este deberá ser enviado una vez contestado al correo electrónico alegonzalezcoello@hotmail.com)
5. Cuestionario que se aplicará a los expertos (sujetos de estudio)

Antes cualquier duda no dude en comunicarse al correo electrónico

alegonzalezcoello@hotmail.com.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted

8.3 Cuestionario selección de expertos

Pre-cuestionario para "Análisis prospectivo de la implementación robótica en los procesos de la industria alimentaria de Yucatán"

Reciba un cordial saludo,
de primera instancia mi nombre es Alejandra Carlota Gonzalez Coello. Me encuentro trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis profesional "**Análisis prospectivo de la implementación robótica**

en los procesos de la industria alimentaria de Yucatán", a través de una metodología Delphi, para la obtención de MAESTRO EN PLANIFICACIÓN DE EMPRESAS Y DESARROLLO REGIONAL, en el Instituto Tecnológico de Mérida (itmerida.mx), de la mano del Dr. Jorge Canto Esquivel. Usted ha sido seleccionado debido a su experiencia en el área, por lo tanto, quisiera pedir su apoyo para contestar algunas preguntas.

Si no puede contestar una pregunta o si la pregunta no tiene sentido para usted, por favor hágamelo saber, a través de un correo electrónico a alegonzalezcoello@hotmail.com. Esta investigación trata la información según el aviso de confidencialidad y protección de datos, el cual puede consultar en [Aviso de privacidad](#).

Nombre *

Tu respuesta _____

Correo electrónico *

Tu respuesta _____

Área de especialidad *

Tu respuesta _____

Años de experiencia en su área de especialidad *

menos de 5 años

más de 5 años

Marque en la casilla que le corresponde el grado de conocimiento que usted posee acerca de temáticas como las siguientes: Industria 4.0, Robots, Procesos de manufactura, capacitación laboral, tecnologías emergentes. Valorándose en una escala de 0 a 10 (considerando el 0 como no tener absolutamente ningún conocimiento y 10 de pleno conocimiento del estado de la cuestión).

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 7
- 8
- 9
- 10

Auto valore el grado de influencia que cada una de las fuentes que le presentamos a continuación ha tenido en su conocimiento y criterios sobre el tema de desarrollo de Industria 4.0, Robots, Procesos de manufactura, capacitación laboral, tecnologías emergentes. *

	Bajo	Medio	Alto
Análisis teórico realizad...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Experiencia obtenida en ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estudios/publicaciones ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estudios/publicaciones ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conocimiento propio ac...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Intuición del experto so...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Autorizo expresamente, como Titular de los datos sensibles que estos sean incorporados en una base de datos responsabilidad de Alejandra Carlota Gonzalez Coello con la finalidad de propósitos académicos.

- Si, autorizo
- No, autorizo

Fuente: Elaboración propia, recuperado de la (Cabero Almenara & Barroso Osuna , 2013)

8.4 Cuestionario 2

Cuestionario #2

Reciba un cordial saludo, este es el cuestionario #2, mi nombre es Alejandra Carlota González Coello. Me encuentro trabajando en un estudio que servirá para elaborar la tesis "**Análisis prospectivo de la implementación robótica en los procesos de la industria alimentaria de Yucatán**", a través de la metodología Delphi, para la obtención del grado de MAESTRO EN PLANIFICACIÓN DE EMPRESAS Y DESARROLLO REGIONAL, en el Instituto Tecnológico de Mérida (itmerida.mx), siendo mi asesor el Dr. Jorge Canto Esquivel. **Quisiera pedir su apoyo para contestar las siguientes preguntas, en donde 5 es que tan de acuerdo y 1 que tan en desacuerdo esta con la pregunta.**

Si no puede contestar una pregunta o si la pregunta no tiene sentido para usted, por favor hágamelo saber, a través de un correo electrónico a alegonzalezcoello@hotmail.com. Esta investigación trata la información según el aviso de confidencialidad y protección de datos, el cual puede consultar en [Aviso de privacidad](#).

1. Nombre completo (Apellido/Nombre)

2. 1. Qué tecnologías involucradas en la industria 4.0 ,según la capacidad de realizar actividades de I que se presentan a continuación, considera que se emplearían dentro de la industria manufacturer en Yucatán para el año 2035.

Selecciona todas las opciones que correspondan.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	NI de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No la conozco
Big data	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Internet de las cosas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistemas ciberfísicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ciber seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La nube	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impresión 3D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Robots autónomos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integración de sistemas horizontales y verticales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. 2. El uso de cobots (robots colaborativos) en la industria manufacturera en el año 2035 presentará una opción de manufactura más segura en donde las empresas demuestren su cierta responsabilidad empresarial.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota Totalmente de acuerdo

4. 3. En el año 2035 a través de la implementación de robots se contribuirá a una mejor homogeneidad de productos en la industria manufacturera para cumplir con las "Buenas Prácticas de Manufactura

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota Totalmente de acuerdo

5. 4. Los siguientes costos representan algunas de las principales desventajas al momento de adoptar robots en la industria manufacturera en Yucatán.

Selecciona todas las opciones que correspondan.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Costo de adquisición	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo de capacitación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo de mantenimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo de instalación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. 5. Para la adopción tecnológica se necesita una capacitación que tome en cuenta los siguientes aspectos:

Selecciona todas las opciones que correspondan.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Lo desconozco
Comprensión de las funciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Responsabilidad del trabajador hacia el proceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mano de obra con un mínimo de 10 años de escolaridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conocimientos previos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivel educativo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. 6. Al momento de determinar qué robots son los más adecuados, estos factores deben tomarse en cuenta.

Selecciona todas las opciones que correspondan.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	NI de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La estrategia de la empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El foco del negocio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inversión de capital	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La interacción con el humano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. 7. En el año 2035 la industria manufacturera en Yucatán contará con la infraestructura (robots y máquinas) necesaria para emplear cotidianamente la manufactura aditiva (impresión 3D) para la obtención de productos personalizados.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota Totalmente de acuerdo

9. 8. Gracias a la identificación adecuada de las sub-industrias, en el año 2035, los robots en la industria manufacturera en Yucatán ayudarán a un mejor cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas para evitar costos innecesarios por desperdicios.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota Totalmente de acuerdo

10. 9. Para el año 2035 el "Darwinismo tecnológico" (rezago tecnológico) se presentará como una problemática por la falta de adaptación de los robots dentro de la industria manufacturera de Yucatán.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota Totalmente de acuerdo

11. 10. La alta rotación de personal en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035 representará una problemática al momento de capacitar y evaluar adecuadamente al personal.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota Totalmente de acuerdo

12. 11. La falta de implementación de robots en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035 podría ser una desventaja sobre la competitividad dentro del mercado, mostrando una baja adaptabilidad de este.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

13. 12. En el 2035 la industria manufacturera en Yucatán podrá autogestionarse gracias a la manufactura inteligente, sin perder la responsabilidad empresarial.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Total de acuerdo

14. 13. Para el año 2035 en la industria manufacturera en Yucatán los sensores en puntos estratégicos serán utilizados por los robots para el control del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas para aumentar la satisfacción del cliente.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

15. 14. Una de las principales problemáticas para el año 2035 en la industria manufacturera de Yucatán por la mala comunicación entre gerencia y operación, será la falta de interés por la innovación tecnológica.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

16. 15. Una característica negativa para la implementación de capacitaciones en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035 es la falta de formalidad en la aplicación de las capacitaciones.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

17. 16. En el año 2035 en la industria manufacturera en Yucatán las habilidades blandas podrían representar una ventaja importante en el nivel de adopción de robots.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

18. 17. En el 2035 la industria manufacturera en Yucatán logrará una descentralización de producción a través de la manufactura aditiva (impresoras 3D), logrando un mayor nivel de interacción entre los clientes humanos y las tecnologías.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

19. 18. En el 2035 en la industria manufacturera en Yucatán se usará trazaran los productos a través del empleo del QR.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

20. 19. Para el 2035 gracias a las capacitaciones el trabajo será más especializado en la industria manufacturera en Yucatán.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

21. 20. En el 2035 la baja adaptabilidad de la implementación robótica en la industria manufacturera en Yucatán contribuirá a una desigualdad económica entre la mano de obra especializada y poco especializada.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota Totalmente de acuerdo

22. 21. Este tipo de robot es más susceptible a implementarse en la industria manufacturera en Yucatán para el año 2035, gracias a las actividades a realizar, el nivel de seguridad y la interacción entre humano (trabajador) y robots.

Selecciona todas las opciones que correspondan.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	NI de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Manual: cuando el operario controla directamente la tarea del manipulador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Con secuencia fija: es cuando se repite de manera invariable el proceso del trabajo programado previamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secuencia variable: cuando se puedan alterar algunas características de los ciclos del trabajo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

23. 22. En el 2035 tecnologías como el análisis de datos(Big data) ayudarán al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas, gracias al control de inventarios en la industria manufacturera en Yucatán, logrando una mayor satisfacción en el cliente.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totε Totalmente deacuerdo

24. 23. En el 2035 las carencias de capacitación del personal ante la implementación de nuevas tecnologías afectarán a la productividad y será una desventaja competitiva, lo cual demostrará un baja adaptabilidad de estas tecnologías en la industria.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totε Totalmente deacuerdo

25. 24. En el año 2035 el desarrollo tecnológico podría presentarse como una desventaja ante las economías emergentes por la falta de adopción de estas.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totε Totalmente deacuerdo

26. 25. Para el año 2035 entre las implementaciones robóticas más comunes serán el uso de brazos robóticos en la industria manufacturera en Yucatán gracias a la capacidad de realizar trabajos más específicos.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

27. 26. En el año 2035 a través del uso de robots se podrá tener un mayor cumplimiento en la inocuidad alimentaria según lo marcan las Normas Oficiales Mexicanas, lo cual provocará menor cantidad de desperdicios.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

28. 27. En el 2035 entre las principales ventajas del uso de robots en la industria manufacturera en Yucatán sería la disminución de carga de trabajo, lo cual reflejaría un impacto positivo a nivel soc

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

29. 28. En el 2035 la industria manufacturera de Yucatán tendrá la capacidad de implementar el uso de robots colaborativos para un adecuado manejo de productos, esto gracias al adecuado uso de tecnologías.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

30. 29. En el 2035 una de las principales problemáticas al implementar los robots en la industria manufacturera en Yucatán será la baja colaboración entre robots y humanos lo cual provocará una baja conexión entre robot y entorno.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

31. 30. En el 2035 una de las desventajas de la implementación de robots será la posible pérdida de hasta un 70% de la mano de obra poco capacitada, lo cual impactará negativamente en el nivel socioeconómico.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totale Totalmente de acuerdo

32. 31. Los robots de 6 grados de libertad se posicionarán para el año 2035 en la industria manufacturera de Yucatán como los más accesibles, aumentando su preferencia de compra ya que proporcionarán la infraestructura deseada para implementar otras tecnologías.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totalmente de acuerdo

33. 32. En el 2035 las principales ventajas del uso de robots en la industria manufacturera en Yucatán será la rápida adaptación de mano de obra humana.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totalmente de acuerdo

34. 33. Debido al uso de robots en la industria manufacturera de Yucatán en el año 2035 una desventaja será la dependencia y susceptibilidad a la obsolescencia tecnológica, lo cual tendrá un impacto económico negativo en la empresa.

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Totalmente de acuerdo

35. Autorizo expresamente, como Titular de los datos sensibles que estos sean incorporados en una base de datos, responsabilidad de Alejandra Carlota Gonzalez Coello con la finalidad de propósitos académicos.

Marca solo un óvalo.

Si, autorizo

No autorizo

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

8.5 Formato de evaluación de un instrumento por juicio de expertos para conocer su validez.

FORMATO DE EVALUACION DE UN INSTRUMENTO (INDICADORES GENERALES) PARA CONOCER SU VALIDEZ							
Evaluador:							
Fecha:		Instrumento:					
Indicadores							
COHERENCIA	El ítem mide alguna variable/categoría presente en el cuadro de congruencia metodológica						
CLARIDAD	El ítem es claro (no genera confusión o contraindicaciones)						
ESCALA	El ítem puede ser respondido de acuerdo con la escala que presenta el instrumento						
RELEVANCIA	El ítem es ítem relevante para cumplir con las preguntas y objetivos de investigación						
Escala de valores							
1= Inaceptable 2= Deficiente 3=Regular 4=Bueno 5= Excelente							
Contenido				Evaluaciones			
ITEM		OBSERVACIONES	1	2	3	4	5
1	Coherencia						
	Claridad						
	Escala						
	Relevancia						
2	Coherencia						
	Claridad						
	Escala						
	Relevancia						