

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA DE COMERCIO INTERNACIONAL**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN COMERCIO INTERNACIONAL**

***MACHINE LEARNING* COMO MEDIO DE
INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA
EXPORTACIÓN DE DISPOSITIVOS MÉDICOS EN
ZONAS FRANCAS DEL GAM COSTA RICA EN 2023**

Autor: Arianna Valeria Corrales Araya

Tutor: Fernelli Fallas Cerdas

San José, abril 2023

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada primeramente a mis papás quienes siempre han estado conmigo y me han apoyado durante todo este camino.

También dedico esta tesis a todas aquellas personas cercanas que siempre me alentaron a seguir y me ayudaron de diferentes maneras a llegar donde estoy el día de hoy.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por la oportunidad de estudiar y poder cumplir una meta más, por ser siempre mi guía y fortaleza en todo momento.

Agradezco infinitamente a mi familia quien siempre ha estado conmigo y me han motivado a concluir mis estudios.

Agradezco a las personas que han estado presentes en este largo camino y me han brindado sus buenos deseos.

Agradezco a todos los profesores por sus enseñanzas, su dedicación y compromiso durante toda la carrera.

Agradezco a mi tutor Fernelli Fallas quien tuvo siempre la disposición de ayudarnos en todo momento, por su paciencia, compromiso y palabras de aliento.

Finalmente, hago un agradecimiento a mi persona, por tantos años de esfuerzo, dedicación, disciplina y muchísima paciencia para lograr una de mis mayores metas la cual fue concluir con éxito mi carrera en comercio internacional.

RESUMEN EJECUTIVO

Costa Rica se ha caracterizado por ser uno de los países de Centroamérica que ha dedicado muchos esfuerzos para atraer innovación y tecnología a los diferentes sectores, es un país que se preocupa por atraer inversión extranjera directa con el fin de generar mejores oportunidades de empleo y un desarrollo social y económico. Entre los sectores más importantes se encuentra el de dispositivos médicos, el cual, representa el número más alto de las exportaciones de bienes del país, por lo consiguiente, trae consigo una gran responsabilidad de seguir siendo altamente competitivos.

Esta investigación, titulada: *Machine Learning como medio de Inteligencia Artificial para la exportación de dispositivos médicos en Zonas Francas del GAM Costa Rica en 2023*, tiene como objetivo general analizar el campo de *Machine Learning* como medio de IA con el fin de dar respuesta al planteamiento de la investigación el cual se basa en determinar si realmente estas empresas utilizan las tecnologías ya mencionadas en sus procesos de exportación y en caso de no hacerlo, ¿cuáles serían los pasos a seguir para incorporarlo en el momento que se presente la necesidad?

El enfoque bajo el cual se desarrolló este estudio fue cualitativo, se siguió un diseño de investigación fenomenológico con el que se recopiló información a través de consultas en fuentes primarias y secundarias para sustentar la data, así como mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de doce personas que cuentan con amplio conocimiento en el campo de informática y aplicación de nuevas tecnologías a los procesos internos de las organizaciones de dispositivos médicos como lo son los procesos comerciales, logísticos o de exportación.

Finalmente, de todo el trabajo se obtuvo como conclusión principal, y dando respuesta a la pregunta de investigación, que solo algunas de las empresas de dispositivos médicos de Zonas Francas del GAM utilizan en 2023 sistemas basados en *Machine Learning* y en áreas muy específicas debido al costo de implementación tan alto que tiene. Ante esto, surge como recomendación buscar mayor participación por parte de las empresas exportadoras de dispositivos

médicos a elaborar planes para los años posteriores donde se considere el uso de aprendizaje automático como medio de IA.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: PROBLEMA	13
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos específicos	16
Antecedentes	17
Tesis Internacionales:	17
Tesis Nacionales	21
Proyecciones	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	28
Inteligencia Artificial	28
Origen de la Inteligencia Artificial	29
Clasificación de inteligencia artificial.	30
Basada en funcionalidad.	31
Basada en capacidades.	31
Ámbitos de aplicación de la IA	33
<i>Machine Learning</i> como medio de IA	35
Tipos de enfoques de machine learning	37
Aprendizaje supervisado.	37
Aprendizaje no supervisado.	38
Aprendizaje de refuerzo.	39
Necesidades para implementar <i>machine learning</i>	40
Retos de implementación de <i>machine learning</i>	40
Cadenas de suministro	41
<i>Machine Learning</i> en las cadenas de suministro del mundo.	41
<i>Machine Learning</i> en la cadena de suministros de Costa Rica.	43
Desarrollo tecnológico de <i>Machine Learning</i>	46
Desarrollo tecnológico de <i>Machine Learning</i> en Costa Rica	47
Capacitación de <i>Machine Learning</i> en Costa Rica	48
<i>Machine Learning</i> en exportaciones	50

Clientes y ventas.	50
Compras y Abastecimiento.	51
Transporte de mercancía.	52
Depósitos de aduanas o almacén.	53
Sector aduanero.	54
Puertos y embarcaciones.	54
Facilitación del comercio internacional	55
Dispositivos Médicos	59
Tecnología e innovación del sector de dispositivos médicos	61
Comportamiento y tendencias de consumo de los principales países importadores	62
Organizaciones regulatorias del sector de dispositivos médicos	64
Tipos de dispositivos médicos	66
Dispositivos médicos en Costa Rica.	68
Cadena global de valor de dispositivos médicos	68
Exportación de dispositivos médicos en Costa Rica	71
Norma técnica para dispositivos médicos	72
Aspectos importantes en la logística de dispositivos médicos	73
Transporte de dispositivos médicos.	74
Embalaje para el transporte de dispositivos médicos.	75
Clasificación arancelaria de dispositivos médicos.	76
Documentos para exportación de dispositivos médicos	78
Factura Comercial.	79
Lista de empaque.	79
Manifiesto de carga.	80
Declaración Única Aduanera (DUA).	80
Certificado de Origen.	81
Carta de porte aéreo AWB/ BL.	82
Zonas Francas en Costa Rica	82
Zonas francas del GAM	83
Ley de Régimen de Zonas Francas	85
Requisitos de ingreso.	86
Base legal y características.	87

Operaciones dentro del Régimen.	87
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	91
Enfoque	91
Cualitativo	91
Diseño	92
Fenomenológico	92
Población y Muestra	93
Población	93
Muestra.	94
Unidades de Análisis	97
Instrumento	100
Entrevista.	100
Proceso de Recolección de Datos	101
Fuentes de Información	102
Fuente Primaria	102
Fuente Secundaria	104
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS	105
Unidad de Análisis 1: Vinculación	106
Categoría 1: Predicción de demanda	107
Descripción.	107
Análisis.	108
Categoría 2: Automatizar	108
Descripción.	108
Análisis.	109
Categoría 3: Optimizar	110
Descripción.	110
Categoría 4: Reducción de costos	111
Descripción.	111
Análisis.	112
Categoría 5: Competitividad	112
Descripción.	113
Análisis.	113

Categoría 6: Retos de implementación	114
Descripción.	114
Análisis.	115
Unidad de Análisis 2: Características	116
Categoría 1: Análisis de datos	116
Descripción.	116
Análisis.	117
Categoría 2: Atención al cliente	118
Descripción.	118
Análisis.	119
Categoría 3: Tiempos de entrega	119
Descripción.	119
Análisis.	121
Categoría 4: Seguridad	121
Descripción.	122
Análisis.	123
Categoría 5: Toma de decisiones	124
Descripción.	124
Unidad de Análisis 3: Plan de acción	126
Categoría 1: Metodología	126
Descripción.	126
Análisis.	128
Categoría 2: Capacitación	129
Descripción.	129
Análisis.	131
Categoría 3: Actualización	131
Descripción.	131
Análisis.	133
Categoría 4: Departamentos	133
Descripción.	133
Análisis.	134
Categoría 5: Seguimiento	135

Descripción.	135
Análisis.	137
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
Conclusiones	138
Recomendaciones	141
CAPÍTULO VI: PROPUESTA	144
Objetivo general	144
Objetivos específicos	144
Perspectiva teórica	144
Propuesta	145
REFERENCIAS	154
APÉNDICE	155
Anexos	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Clasificación de la Inteligencia Artificial	32
Ilustración 2 Proceso de Chatbot	35
Ilustración 3 Aprendizaje supervisado	38
Ilustración 4 Aprendizaje por refuerzo	39
Ilustración 5 Iniciativas del sector público que aceleran la transición hacia la cadena de suministro 4.0	43
Ilustración 6 Porcentaje del valor agregado producido por las Cadenas Globales de Valor de Régimen especial de Costa Rica para los años 2016-2017	69
Ilustración 7 Página principal de plataforma web	146
Ilustración 8 Modelo de búsqueda predeterminado	147
Ilustración 9 Sectores	148
Ilustración 10 Recursos	149
Ilustración 11 Contactos	150
Ilustración 12 Capacitación	151
Ilustración 13 Soluciones especializadas	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Autoridades Reguladoras de Dispositivos Médicos	61
Tabla 2 Subpartidas arancelarias del sector de equipo médico, profesional y para uso científico.	72
Tabla 3 Operaciones dentro del Régimen	84
Tabla 4 Muestra	91
Tabla 5 Cuadro de unidades	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Fase de adopción de macrodatos, análisis de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático	52
Gráfico 2 Principales beneficios de la introducción de los macrodatos, análisis de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático	53
Gráfico 3 Principales obstáculos a la adopción de los macrodatos, el análisis de datos, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático	54
Gráfico 4 Consumo mundial de dispositivos médicos por países	58
Gráfico 5 Ingresos globales de la industria de tecnología médica de 2011 a 2024 (en miles de millones de dólares)	58
Gráfico 6 Valor Agregado Exportado 2017	65
Gráfico 7 Porcentaje de Crecimiento de los meses de enero de cada año en comparación con el año anterior en el período 2018-2022	67
Gráfico 8 Cantidad de zonas francas en el GAM	79
Gráfico 9 Empresas del RZF según sector productivo.	80

CAPÍTULO I: PROBLEMA

Actualmente, a nivel mundial la tecnología ha dado pasos agigantados en distintas áreas obligando de esta manera a que todos los sectores económicos deban reinventarse e invertir en equipos, capacitación, recursos, entre otros, para cumplir con la demandante tarea que la tecnología ha impuesto en la última década. Las empresas y los colaboradores de estas se ven más obligadas a estar constantemente actualizando sus conocimientos y a la espera del último cambio tecnológico que permita ser más competitivo en este mundo globalizado. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2022) se afirma lo siguiente:

En apenas veinte años han llegado a cerca del 50 % de la población del mundo en desarrollo, y han transformado las sociedades. Al mejorar la conectividad, la inclusión financiera, el acceso al comercio y a los servicios públicos, la tecnología puede ser un gran elemento igualador. (parr.1).

Dicho lo anterior, en el caso de Costa Rica se deben destacar los esfuerzos que se han hecho para posicionar al país como un lugar capacitado y abierto a las nuevas tecnologías, lo cual ha permitido que las empresas extranjeras inviertan y se posicionan en diferentes zonas francas, principalmente concentradas en el Gran área metropolitana, generando de esta manera grandes oportunidades de empleo y desarrollo. Según una publicación de CINDE (2018) se afirma lo siguiente: “Empresas de Zonas Francas generan el 72% de las exportaciones de servicios de alto valor agregado del país.” (párr. 1). Lo cual genera, de esta manera grandes oportunidades de empleo y desarrollo.

Sin embargo, limitando cada vez más esta información y enfocándose en un área más específica como lo es la tecnología aplicada al comercio, donde por su grandeza se requieren conocimientos más avanzados. Por eso, las tecnologías son fundamentales para el desarrollo de sistemas y herramientas que colaboren con el bienestar de las empresas. Además, imponen un reto para el país y las compañías porque deben ser muy selectivos a la hora de seleccionar un equipo de trabajo capacitado.

La IA (Entiéndase IA como Inteligencia Artificial) y *Machine Learning* (Aprendizaje automático) suponen de una alta responsabilidad a la hora de aplicarse a cualquier sector, por lo que entidades como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) impulsan iniciativas como la fAIr LAC Costa Rica donde se tiene como objetivo promover, educar, regular el desarrollo y uso ético de la inteligencia artificial.

Dentro de esta iniciativa se busca velar por la integridad de todos los sujetos que participan en la utilización de tecnologías aplicadas a los dispositivos médicos, por esta razón se elabora un documento por Ulate (2021) llamado: La importancia de establecer un marco orientador de política pública para el uso responsable y ético de la inteligencia artificial y su aplicación en Costa Rica, se refuerza la necesidad que existe y la importancia de capacitación y educación a través de lo siguiente:

Como parte de su estrategia de desarrollo, es esencial que el país incorpore con prontitud políticas públicas estratégicas que promuevan el desarrollo y uso responsable de la IA. Se debe actuar con rapidez, pues Costa Rica está perdiendo competitividad en el desarrollo y educación en IA frente a los países de la región. Según un índice sobre la IA elaborado por la Universidad de Stanford (Stanford University, 2019), de los países analizados en el año 2019 Costa Rica ocupaba el último lugar tanto en la penetración relativa de habilidades en IA, como en la cantidad de ocupaciones en ese campo. Esta situación requiere una intervención estratégica prioritaria. (pág. 13).

En relación con lo anterior, se plantea la siguiente interrogante: ¿Las empresas de zonas francas del GAM en Costa Rica implementan el *Machine Learning* como medio de inteligencia artificial para la exportación de dispositivos médicos?

Justificación

La presente investigación tiene como propósito aportar conocimiento del uso de *Machine Learning* como medio de IA aplicado al sector de exportación de dispositivos médicos en Costa Rica y como esto aporta beneficios a la economía del país. Este sector se ha caracterizado por ser estratégico, además está enfocado en velar por el crecimiento, el desarrollo y el avance tecnológico en pro de ofrecer mejores opciones a la industria comercial y médica, a su vez también ha impulsado fuertemente las relaciones comerciales y la inversión extranjera directa como lo son las empresas de dispositivos médicos que se encuentran dentro de las zonas francas del país. Según un comunicado de prensa publicado por el Ministerio de Comercio Exterior (COMEX, 2021) se indica que:

Costa Rica se consolida cada vez más como uno de los mejores destinos a nivel mundial para los fabricantes de ciencias de la vida. Actualmente, es el segundo país de América Latina en exportación de dispositivos médicos controlando el 24 % del mercado regional, solo superado por México.

El futuro de Costa Rica es muy prometedor en cuanto a materia de dispositivos médicos y tecnologías como la IA y *Machine Learning*, actualmente cuenta con un clúster de dispositivos médicos el cual se ha consolidado para generar más oportunidades de desarrollo e investigación en esta área, este se conforma por diferentes empresas del sector y con el apoyo de CINDE. A través de esta iniciativa se busca posicionar al país como un líder en materia de tecnología e investigación lo que permite para efectos de este trabajo estimar algunas proyecciones al 2023 en cuanto a materia de exportación de dispositivos médicos y aplicaciones de tecnologías.

También se pretende a través de esta investigación dar a conocer implicaciones que tiene este sector a la hora de capacitar al personal o en general conseguir personas o equipos de trabajo ya capacitadas en *Machine Learning* o IA, donde además estos cumplan con los requisitos adecuados para aplicar estos conocimientos a un área que requiere de mucha responsabilidad. Según el documento publicado por Ulate (2021) en la página oficial del BID se refuerza la importancia que tiene este punto para el futuro de Costa Rica:

La incorporación y uso responsable de la IA está completamente alineada con la visión de desarrollo del país que Costa Rica persigue. La IA representa una oportunidad para que la economía costarricense dé un salto importante en términos de innovación y valor agregado, y ubique al país en la vanguardia regional de talento. Por medio de la IA, Costa Rica podría casi triplicar la productividad laboral e incrementar el PIB hasta en un 7,8 %. (pág. 13)

Para efectos de esta investigación también se espera abarcar definiciones y conceptos sobre inteligencia artificial y *Machine Learning* con el fin de comprender mejor el mundo que estas tecnologías engloban y los muchos usos que se le dan en materia comercial. Al ser una rama muy tecnológica y avanzada abarca temas muy actualizados que podrían incluso ser temas muy desconocidos para muchos o del cual no tengan un conocimiento amplio y por lo tanto no sepan el gran impacto que esto está generando a nivel actual y futuro para estas empresas.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el campo de *Machine Learning* como medio de IA para la exportación de dispositivos médicos en zonas francas del GAM Costa Rica en 2023.

Objetivos específicos

Examinar las empresas de zonas francas del GAM que podrían vincular IA y *Machine Learning* para la exportación de dispositivos médicos.

Determinar las características principales sobre la aplicación de *Machine Learning* como medio de IA en la exportación de dispositivos médicos.

Identificar el plan de acción que podrían tomar las empresas de dispositivos médicos a la hora de incluir *Machine Learning* como medio de IA para la exportación.

Diseñar una plataforma web que potencie el uso de *machine learning* en los procesos de exportación de las empresas.

Antecedentes

Tesis Internacionales:

La primera tesis internacional consultada es la de Pimentel Ramírez (2020) con el tema “*La Inteligencia Artificial y su influencia en la eficiencia del comercio internacional, 2020*”, la realiza para la Universidad San Ignacio de Loyola y opta por el grado académico de Licenciatura. De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Determinar la influencia que tiene la Inteligencia Artificial (IA) en el Comercio Internacional.

Además, los siguientes objetivos específicos: Determinar la influencia que tiene el *Machine Learning* en la eficiencia del Comercio Internacional. Determinar la influencia que tiene la Robótica con IA en la eficiencia del Comercio Internacional. Determinar la influencia que tienen los Asistentes Virtuales en la eficiencia del Comercio Internacional. La metodología que se emplea es la cuantitativa y se trabaja mediante el uso del siguiente instrumento: cuestionario, con este se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión que da respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que se ha determinado que la influencia del *Machine Learning* en la eficiencia del Comercio Internacional es positiva, ya que se tiene como sustento el hallazgo del coeficiente de correlación de Spearman que fue de 0.478. Además, basándonos en los resultados de las encuestas, las empresas peruanas de Comercio Internacional se muestran, casi en su totalidad, muy positivas respecto al *Machine Learning* y su influencia.

También, creen que pueden beneficiarse de esta herramienta, quieren capacitarse para conocer más sobre el ML y sus usos, afirman un potencial uso del ML en todas las áreas de las empresas y ven un futuro positivo para su adopción en las empresas de comercio internacional. Para lo anterior, se recomienda a las empresas de comercio internacional capacitar a sus colaboradores, especialmente de puestos altos, para que puedan entender al mercado y puedan

adoptar estas nuevas tecnologías y lograr beneficiarse de las resaltantes y útiles herramientas que estas ofrecen hoy en día.

Según la tesis realizada por Pimentel Ramírez se puede confirmar que la IA y el *Machine Learning* son grandes aliados del comercio internacional ya que pueden ser aplicados en todas las áreas de la cadena de suministros para facilitar el intercambio comercial y ser más eficientes en los procesos. Estas tecnologías llegaron a cambiar el futuro y en un ámbito como lo es comercio internacional es indispensable mantenerse actualizado e informado de cualquier avance para así poder impulsar el desarrollo comercial.

La segunda tesis internacional consultada es la de Chávez Toledo (2018) con el tema Gestión logística en almacenamiento, distribución y transporte de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios en laboratorios de las áreas de farmacia y laboratorio del Centro de Salud de Characato – Arequipa, 2017, la realiza para la Universidad Católica de Santa María y opta por el grado académico de Maestría.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Determinar la eficacia de la cadena de suministros en cuanto a la gestión logística en almacenamiento, distribución y transporte de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios en laboratorios de las áreas de farmacia y laboratorio del Centro de Salud de Characato - Arequipa 2017. Además, propone los siguientes objetivos específicos: Determinar la eficacia de la cadena de suministros en cuanto a la gestión logística en el Centro de Salud de Characato – Arequipa.

De acuerdo con el párrafo anterior, también se busca identificar las deficiencias de la gestión en logística en almacenamiento en el Centro de Salud Characato – Arequipa y describir el cumplimiento sobre la gestión logística de distribución y transporte en el Centro de Salud Characato – Arequipa. La metodología que se emplea es la cuantitativa la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: Método de Alfa de Cronbachse (método utilizado para medir la consistencia interna de un conjunto o grupo de ítems) se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que la Gestión Logística en Almacenamiento en el Centro de Salud “Characato” – Arequipa, en un 97,22 % es REGULAR. Esto ocurre en los procesos de recepción, almacenamiento, política de calidad y capacitación; este último como parte de los procedimientos, donde según los resultados, los trabajadores si reciben capacitación, pero su ejecución no es realizada, especialmente en el área de logística donde se almacena el material de laboratorio.

Para lo anterior se recomienda realizar un proyecto de inversión que permita mejorar la infraestructura del área de logística de tal manera que el almacenamiento sea acorde a las BPA. En síntesis, la tesis anterior analiza detalladamente la eficiencia de varias áreas de la cadena de suministro del Centro de Salud Characato y concluye con que se necesitan de muchas mejoras y más capacitación. De acuerdo con lo anterior, es importante que cualquier área dedicada a la salud cuente con el espacio adecuado, un sistema de logística bien integrado y mucha capacitación ya que los dispositivos médicos deben ser tratados como objetos de mucho cuidado y buenas prácticas sanitarias a la hora de su distribución.

La tercera tesis internacional consultada es la de Álvarez Vanoli (2021) con el tema “*Industria 4.0: Impacto de la Inteligencia Artificial y el Internet of Things en las Cadenas de Suministro*”, la realiza para la Universidad de San Andrés y opta por el grado académico de Licenciatura. De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Estudiar el impacto que puede tener el uso del IoT (Internet de las cosas y de las cosas) e Inteligencia Artificial en la cadena de suministro de empresas industriales.

Además, los siguientes objetivos específicos: Estudiar el IoT y la Inteligencia Artificial desde una mirada empresarial. Presentar maneras concretas en que diferentes empresas aplican estas tecnologías y el impacto que tuvieron. Analizar la factibilidad de la aplicación de las tecnologías en un caso específico. La metodología que se emplea es la cualitativa la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: revisión bibliográfica, entrevistas, estudio de casos, se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que como se ha visto a lo largo del trabajo, la Industria 4.0 plantea un cambio de paradigma en cuanto a la organización, ejecución y evaluación de las cadenas de suministro. A través del procesamiento con Inteligencia Artificial de los datos generados por IoT, se pueden cubrir las necesidades de las cadenas de suministro actuales y alcanzar los objetivos de las empresas.

Para lo anterior se recomienda que las organizaciones tendrán la necesidad de digitalizar sus cadenas de suministro e incorporar los conceptos de la Industria 4.0 para mantenerse en el mercado. La tesis anterior plantea la importancia de implementar tecnología inteligente en la cadena de suministros lo cual ayuda a que las empresas que lo utilicen agilicen sus procesos y sean más eficaces a la hora de comercializar. Actualmente, la tecnología debe estar aplicada en cualquier sector que una empresa se desempeñe ya que por el contrario sería una empresa muy desactualizada y que posiblemente en un proceso de comercialización y distribución le tomaría más tiempo del debido.

La cuarta tesis internacional consultada es la de Soto Bustamante (2016) con el tema “*Exportación de dispositivos médicos al Perú*”, la realiza para la Universidad ESUMER y opta por el grado académico de Profesional Negocios Internacionales. De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Desarrollar una guía práctica para la exportación desde Colombia de dispositivos médicos, implantes osteosíntesis, hacia Perú.

También, los siguientes objetivos específicos: Realizar un análisis sobre los requisitos para la exportación a Perú de acuerdo con lo necesario en cuanto vistos buenos, normas técnicas, y de régimen arancelario y aduanero, como también obtener la información de producción mundial de dispositivos médicos, generalidades económicas del país peruano. Identificar la documentación requerida para la exportación de los dispositivos médicos, ante los entes que regulan las exportaciones.

Siguiendo con el párrafo anterior, establecer los parámetros y procedimientos para la realización de la guía de exportación de dispositivos médicos de Industrias Médicas Sampedro

S.A.S, detallando paso a paso todo lo que la compañía debe tramitar. La metodología que se emplea es la cualitativa, la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: recolección de datos sobre temas económicos y comerciales, se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que en la actualidad se presentan opciones viables de entablar relación comercial con Perú, por lo cual debe aprovecharse, ya que es claro que debe seguirse unos parámetros como los de seguridad sanitaria, que pueden ser los de Invima, estándares de calidad, y procedimientos de fácil resolución para llevar a cabo la importación. Con esto, se alude a que los parámetros impuestos por Perú son fáciles de adoptar y de este modo llegar con el producto a ese país.

Para lo anterior se recomienda establecer otros estudios que aborden la importancia a Perú, identificando que es un país con el cual se puede tener una relación comercial, sobre todo en los dispositivos médicos, porque tal y como ya se ha expuesto los traen de países más lejanos, lo cual es un mayor costo, así que debe identificarse como puede plantearse tal relación comercial, resultando beneficioso para ambas partes.

En síntesis, esta investigación hace un estudio de las oportunidades de negocio que tiene Perú para la exportación de dispositivos médicos y que tan factible podría llegar a ser. Es importante siempre investigar las medidas regulatorias y sanitarias de cada país como se hace en esta investigación, más en temas asociados a la salud. También se debe velar por un buen cumplimiento de todos los requisitos de exportación y requerimientos adicionales que podrían exigir las aduanas en cada país de destino.

Tesis Nacionales

La primera tesis nacional consultada es la de Zúñiga Ugalde (2019) con el tema “*Estudio técnico de las características y la oferta de servicios tecnológicos basados en tecnología de Machine Learning en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica en el periodo de mayo 2017 a junio 2018*”, la realiza para la Universidad Técnica Nacional y opta por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería de *Software*.

De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Elaborar un estudio técnico de la oferta de servicios tecnológicos digitales con *machine learning* por medio de las empresas proveedoras que permita el análisis de sus características principales en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica durante el periodo mayo 2017 a junio 2018, y los siguientes objetivos específicos: Establecer la oferta de servicios tecnológicos digitales basados en *machine learning* existentes en la Gran Área Metropolitana, para lograr la sectorización de las empresas proveedoras de servicios mediante un planteamiento de características técnicas, funcionales y organizativas.

Identificar las empresas proveedoras que ofertan servicios tecnológicos digitales basados en *machine learning*, por medio de recopilación de información, que permita la definición total de la población al periodo estudiado. Analizar las características técnicas, funcionales y organizativas del *machine learning* que se encuentran en la oferta de servicios tecnológicos digitales de las empresas identificadas para la evaluación del desarrollo tecnológico. Generar un informe de resultados que permita la comprensión de las características técnicas, funcionales y organizativas de la oferta de servicios tecnológicos digitales basadas en *machine learning*, para la vinculación con las áreas económicas impactadas por la tecnología.

La metodología que se emplea es un enfoque cualitativo y cuantitativo, el cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: investigación por internet, encuestas y recopilación de datos se procura encontrar respuesta al problema de investigación. Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que la tecnología de *machine learning* se puede aplicar en cualquier tipo de área económica siempre y cuando se cuente con una fuente de datos almacenada, ya sea en la nube o servidores grandes que se pueda obtener modelos que permitan un beneficio sustancial.

Para lo anterior se recomienda tener bases de datos optimizadas, filtradas y ordenadas, que permitan desarrollar los procesos de implementación de *machine learning* de manera eficiente. Previendo un gasto de tiempo en el ordenamiento y filtrado de los datos. Como recomendación general, es de importancia tener datos de calidad más que una gran cantidad de datos almacenados. Esta tesis realizada por Zúñiga Ugalde se enfoca en la oferta de mercados basados en *machine*

learning y destaca la importancia que tiene conocer dicha oferta ya que determina el avance tecnológico que está teniendo el país y la ventaja competitiva que genera la utilización de esta tecnología en los diferentes productos y servicios.

La segunda tesis nacional consultada es la de Flores y Villalobos (2022) con el tema “*Análisis de la competitividad de las empresas del sector de dispositivos médicos que operan en Zona Franca El Coyol durante el periodo 2014-2019*”, la realiza para la Universidad Técnica Nacional y opta por el grado académico de Licenciatura en Comercio Exterior. De esta investigación se desprende el objetivo general: Analizar la competitividad de la Zona Franca el Coyol especializada en el sector de dispositivos médicos, durante el periodo 2014-2019.

Además, los siguientes objetivos específicos: Estudiar las generalidades de la Zona Franca Coyol y el sector de dispositivos médicos a través de análisis documental y entrevistas a los representantes de esta zona franca con la finalidad de que se conozca su evolución, historia, casos de éxito y principales retos. Explorar la labor de CINDE por medio de análisis documental y entrevista a la representante del sector ciencias de la vida, con el fin de conocer su aporte al sector de dispositivos médicos durante el periodo 2014-2019.

De acuerdo con el párrafo anterior, también se espera investigar el término competitividad y los factores que la integran por medio del análisis documental con el propósito de que se analice la competitividad de Zona Franca Coyol. La metodología que se emplea es la cualitativa y cuantitativa la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: análisis, comparaciones, recolección de datos y otras herramientas de investigación que permitan crear un informe con datos, se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que en cuanto al análisis del factor capacidad tecnológica y productiva, se obtiene información que permite indicar que Zona Franca Coyol es altamente competitiva, ya que cuenta con tecnología de alta calidad, la cual la posiciona como el primer parque inteligente de Latinoamérica. Por otro lado, esto se ve reflejado gracias al impacto en las empresas que alberga, ya que incrementa su capacidad productiva por medio del uso de energías renovables.

Para lo anterior se recomienda a Zona Franca Coyol, en cuanto al factor de capacidad tecnológica y productiva, continuar con el desarrollo e impulso de energías limpias para el desarrollo del parque industrial y servir de ejemplo así para otras zonas francas del país y la región. La tesis anterior plantea un análisis de competitividad de las empresas de dispositivos médicos en la Zona Franca Coyol lo cual es un aporte significativo para la presente investigación ya que este parque es uno de los que se deberán analizar ya que pertenece al GAM de Costa Rica.

También, de acuerdo con el párrafo anterior se puede destacar que este es uno de los más importantes por su gran capacidad tecnológica y la gran cantidad de empresas que trabajan de una u otra manera con dispositivos médicos, según esta investigación se encuentran alrededor de 29 empresas que se dedican a este sector y muchas de ellas contribuyen significativamente con las exportaciones y el desarrollo económico del país.

La tercera tesis nacional consultada es la de Acosta Steller (2019) con el tema “*Análisis del papel de la inversión extranjera directa en la evolución del sector de dispositivos médicos, específicamente en exportaciones de Costa Rica hacia Canadá (2015- 2017)*”, la realiza para la Universidad Internacional de las Américas y opta por el grado académico de bachillerato. De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Analizar el papel de la inversión extranjera directa en la evolución del sector de dispositivos médicos, específicamente en exportaciones de Costa Rica hacia Canadá (2015-2017).

También se obtienen los siguientes objetivos específicos: Describir el desarrollo histórico del sector de dispositivos médicos en Costa Rica. Determinar los modelos de inversión extranjera directa en Costa Rica. Examinar las tendencias de las exportaciones de los dispositivos médicos en Costa Rica. Analizar la inversión extranjera directa en el sector de dispositivos médicos para la exportación entre Costa Rica y Canadá. La metodología que se emplea es la cualitativa, la cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: entrevista, consulta de documentos realizados por CINDE y PROCOMER, se procura encontrar respuesta al problema de investigación.

Se obtiene la siguiente conclusión que da respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que la era de los dispositivos médicos es una etapa muy importante para el comercio costarricense, pues hace veinte años atrás no se podría pensar que un país, tan pequeño como Costa Rica podría llevar a cabo la creación de aparatos tan sofisticados, que se comercializan alrededor del mundo. Por lo anterior, se recomienda a los países que poseen inversión extranjera directa el apoyo para la creación de clúster en Costa Rica, con el fin de traer mucho más desarrollo, así como recursos necesarios para las empresas ya existentes, la calidad de sus productos sea mucho más elevada, así como la competitiva.

Según esta investigación la inversión extranjera se ha incrementado en los últimos años y la industria de dispositivos médicos ha sido clave para la economía del país. También, se menciona dentro de esta investigación el apoyo al clúster en Costa Rica el cual está conformado por representantes de las empresas de dispositivos médicos y trabaja de la mano con CINDE en función de fortalecer este sector a través de iniciativas para el desarrollo del país.

La cuarta tesis nacional consultada es la de Arias, Chaverri, León y Rojas (2020) con el tema “Análisis de la evolución de la inversión extranjera directa en el sector ciencias de la vida en Costa Rica desde 2005 al 2017”, la realiza para la Universidad Nacional y opta por el grado académico de licenciatura. De esta investigación se desprende el siguiente objetivo general: Analizar la evolución de la inversión extranjera directa en el sector ciencias de la vida en Costa Rica, entre el periodo 2005 – 2017, sus impactos y sus desafíos a futuro.

También se obtienen los siguientes objetivos específicos: Describir la evolución de la Inversión Extranjera Directa en Costa Rica 2005 - 2017, especialmente en el sector de ciencias de la vida. Determinar la relación existente entre la inversión extranjera directa en el sector ciencias de la vida y las exportaciones de manufacturas de Costa Rica. Establecer los principales desafíos que enfrenta o podría enfrentar el sector ciencias de la vida en Costa Rica. Elaborar recomendaciones para la atracción de inversión extranjera directa a futuro.

La metodología que se emplea es mixta el cual, mediante el uso de los siguientes instrumentos: la revisión y análisis de documentos y materiales escritos, observación participante

y la entrevista semiestructurada se procura encontrar respuesta al problema de investigación. Se obtiene la siguiente conclusión dando respuesta al objeto de estudio de la investigación, cuando el autor indica que Costa Rica ha demostrado para las corporaciones tener una parte de productividad y eficiencia que no la ven en otros sitios donde tienen igual producto.

De acuerdo con el párrafo anterior, estamos viendo que hay empresas que la única planta o sitio donde manufacturan ciertos dispositivos es Costa Rica. Para lo anterior se recomienda que el gobierno promueva el desarrollo y propicie en el país el crecimiento de iniciativas y empresas que satisfagan las demandas del sector, principalmente en cuanto a temas de suplidores y servicios, esto es por ejemplo facilitando el establecimiento de laboratorios, centros de investigación privados -proceso sumamente difícil en el país; así como institutos y empresas de ensayos médicos y prototipado.

Esta tesis demuestra que Costa Rica ha venido creciendo desde hace muchos años atrás, desde el 2005 al día de hoy ha dado pasos muy importantes en el tema de la inversión extranjera directa, cada vez vemos que las grandes empresas de tecnología y dispositivos médicos apuestan en la mano de obra de calidad que ofrece el país y la capacitación en estas áreas. Esto ha permitido que el comercio se vea fuertemente impulsado y ayude a la economía del país, sin embargo, cada vez más se necesita seguir creciendo lo cual es un tema que se espera se siga fortaleciendo de parte del Gobierno de Costa Rica.

Proyecciones

- De acuerdo con el primer objetivo esta investigación examinará aquellas empresas que podrían vincular *Machine Learning* como medio de inteligencia artificial dentro de las zonas francas del Gran Área Metropolitana, comprender de qué manera podría impactar a la organización y también el proceso que deberían llevar durante el día a día para implementar estas tecnologías en las exportaciones de dispositivos médicos que son exportados desde Costa Rica.

- Se espera determinar aquellas características principales del *Machine Learning* como medio de IA las cuales son de gran importancia para comprender mejor de qué tratan estas tecnologías, como podrían ser utilizadas en cada una de las etapas de exportación y en cuál de ellas el efecto podría ser de mayor ayuda dentro de las empresas para impulsar la exportación de los dispositivos médicos a diferentes partes de mundo desde las zonas francas de Costa Rica.
- Teniendo en cuenta el tercer objetivo, esta investigación busca poder identificar el plan de acción que podrían tomar las empresas de dispositivos médicos a la hora de incluir *Machine learning* como medio de IA en las exportaciones. Dentro de este plan de acción se espera encontrar temas relacionados a las áreas de capacitación, metodología, necesidades y estudios de mercado, estrategias, entre otros, que sean implementados para el desarrollo y comercialización a través de estas tecnologías.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Inteligencia artificial

Inteligencia artificial es un término que ha venido tomando fuerza a través de los años y que escuchamos frecuentemente en la actualidad. Por lo cual, conocer su definición es muy importante para comprender de qué se trata, dónde y cómo se aplica de acuerdo con la necesidad que exista. Según A. Boden (2016) en su libro *Inteligencia Artificial* la describe como: “Inteligencia Artificial (IA) tiene por objeto que los ordenadores hagan la misma clase de cosas que puede hacer la mente.” (párr.1).

Muchas de las grandes empresas de tecnología realizan constantes estudios acerca de IA y trabajan para implementarlo en muchas áreas con el fin de facilitar la vida de miles de personas alrededor del mundo, no solo de personas, sino que también trabajan para mejorar y agilizar los procesos administrativos, productivos y operativos de compañías que manejan gran cantidad de datos y procesos. Microsoft (2022) define la IA de la siguiente manera:

La inteligencia artificial es la capacidad de un sistema informático para imitar las funciones cognitivas humanas, como el aprendizaje y la resolución de problemas. A través de la IA, un sistema informático usa matemáticas y lógica para simular el motivo que usan los usuarios para aprender de la nueva información y tomar decisiones. (párr.2).

La definición que se tiene con respecto a inteligencia artificial es muy directa y sencilla de comprender a simple vista, ya que se puede resumir a que siempre tiene como objetivo imitar la mente y el comportamiento humano. Sin embargo, para lograr esto se deben realizar muchos estudios previos, trabajos de ingeniería, investigación y múltiples análisis que transforman este término en algo que puede ir más allá de lo que muchas personas pueden llegar a imaginar.

Origen de la inteligencia artificial

Los primeros esfuerzos que se realizaron de IA iniciaron en el periodo de 1945 a 1956, sin embargo, para esta época temas como computadoras digitales y el funcionamiento del cerebro humano no estaban tan claros. En 1950 se plantea la primera teoría a través de una prueba realizada por Turing según plantea IBM (2020):

Alan Turing publica *Computing Machinery and Intelligence*. En este artículo, Turing, famoso por descifrar el código ENIGMA de los nazis durante la Segunda Guerra Mundial, propone responder a la pregunta "¿pueden pensar las máquinas?" e introduce la prueba de Turing para determinar si una computadora puede demostrar la misma inteligencia (o los resultados de la misma inteligencia) que una persona. El valor de la prueba de Turing se ha debatido desde entonces. (párr.2).

Esta prueba consistía en colocar a un humano y a una máquina en habitaciones diferentes. Un observador les hace una serie de preguntas a uno y a otro a través de la puerta. Si pasado un cierto tiempo el observador no era capaz de determinar quién es el humano y quién la máquina, se podría concluir diciendo que la máquina posee inteligencia. Hoy es más común ver este tipo de patrones, los sistemas se encargan de imitar muchos de los comportamientos humanos casi a la perfección. Más adelante, IBM (2020) relata lo siguiente:

En 1967- Frank Rosenblatt crea el perceptrón Mark 1, la primera computadora basada en una red neuronal que “aprendió” mediante prueba y error. Apenas un año después, Marvin Minsky y Seymour Papert publican un libro titulado *Perceptrones*, que se convierte en el trabajo de referencia en redes neuronales y, al menos por un tiempo, en un argumento contra futuros proyectos de investigación de redes neuronales. (párr.4)

En 2016 se pone a prueba la capacidad de análisis y decisión que tiene la IA a través de un programa informático que se desarrolló para jugar el juego de mesa *Go*. De acuerdo con IBM (2020) se menciona lo siguiente:

El programa AlphaGo de DeepMind, impulsado por una red neuronal profunda, vence a Lee Sodol, el campeón mundial de Go, en un partido de cinco juegos. La victoria es significativa dado el gran número de movimientos posibles a medida que el juego progresa (¡más de 14,5 billones después de solamente cuatro movimientos!). Más tarde, Google compra DeepMind por \$400 millones de dólares. (párr.9)

La historia de la inteligencia artificial es realmente amplia, ya que lleva décadas de estudios, avances científicos, tecnológicos, análisis de muchas teorías, creación de sistemas, entre otros. No cabe duda de que ha revolucionado el mundo entero si se ve desde cómo se comporta actualmente la humanidad a través de las aplicaciones que se utilizan en la vida cotidiana, la manera en que operan las grandes empresas, el impacto en las economías, la comercialización, los medios de comunicación, la conexión con el mundo entero y aún más.

Clasificación de inteligencia artificial.

La IA tiene múltiples definiciones y teorías que se han realizado por décadas, inclusive en la actualidad se siguen estudiando, por esta razón decir que una sola es la correcta no sería adecuado, puesto que esta se mantiene en constante cambio; sin embargo, muchas de las teorías coinciden en muchos aspectos y poseen elementos similares que caracterizan la IA. Según un documento de investigación llamado *Inteligencia Artificial: aplicaciones a la defensa Olier y Corchado* (2022) menciona lo siguiente:

Siguiendo este esquema de Douglas Hofstadter se podría decir que son tres los mecanismos que se encierran detrás de la IA: razonar, decidir, y planificar las acciones provenientes de la toma de decisiones, considerando siempre las incertidumbres sobre el resultado que existe en todo proceso de decisión. Pues todo proceso de decisión es habitualmente complejo, tan complejo como sea el entorno en que haya que tomar esas decisiones, siempre inmersas en gran incertidumbre. (p. 9).

Basada en funcionalidad.

La inteligencia artificial basada en funcionalidad se enfoca en ámbitos reales y no hipotéticos, por esta razón, de acuerdo con Hewlett Packard Enterprise (2019) se explica cómo funciona cada una de ellas con respecto a la memoria y la imitación de emociones o comportamientos humanos todo a través de tecnología y diferentes algoritmos, estos permiten que la experiencia sea más real y natural. A continuación, se explica de la siguiente manera:

- Máquina reactiva: esta inteligencia artificial no tiene poder de memoria y no tiene la capacidad de aprender de las acciones pasadas. La *Deep Blue* de IBM recae en esta categoría.
- Teoría limitada: al agregar memoria, esta inteligencia artificial usa información pasada para tomar mejores decisiones. Las aplicaciones comunes como las de localización de GPS recaen en esta categoría.
- Teoría de la mente: esta inteligencia artificial sigue en desarrollo, con el objeto de tener una comprensión muy profunda de la mente humana.
- Inteligencia artificial autoconsciente: esta inteligencia puede entender y evocar emociones humanas y también tener propias. (párr.7)

Basada en capacidades.

El aprovechamiento por medio de capacidades de inteligencia artificial da sentido y consistencia a las aplicaciones de negocio y ayuda a mejorar el proceso de toma de decisiones, basado en el conocimiento aprendido a partir de los datos. Esto permite el desarrollo empresarial y un mejor desempeño de las organizaciones, por esta razón se cita a Hewlett Packard Enterprise (2019) que explica las capacidades que permiten obtener los beneficios mencionados anteriormente:

- *Artificial Narrow Intelligence (ANI)*: sistema que realiza tareas programadas definidas de forma estrecha. Esta inteligencia artificial tiene una combinación

de memoria limitada y reactiva. La mayor parte de las aplicaciones de inteligencia artificial actuales recae en esta categoría.

- *Artificial General Intelligence* (AGI): esta inteligencia artificial es capaz de enseñar, aprender, entender y rendir como un humano.
- *Artificial Super Intelligence* (ASI): esta inteligencia artificial realiza tareas mejor que los humanos por su capacidad superior de procesamiento de datos, memoria y toma de decisiones. Hoy en día no existen ejemplos en el mundo real. (párr.8)

Ambas categorías están muy relacionadas a lo que se ve y se escucha diariamente, la interacción que se tiene con las computadoras, los dispositivos móviles a través de gran cantidad de aplicaciones que facilitan la vida de los usuarios, la tecnología que se aplica en los edificios, en los centros comerciales, centros de entretenimiento, centros de abastecimiento, cadenas logísticas, los cuales brindan muchas experiencias que inclusive ya pasan desapercibidas. En la Ilustración 1 se puede encontrar esta información de manera resumida:

Ilustración 1 Clasificación de la inteligencia artificial

Máquina reactiva



Máquina con memoria limitada



Máquina con teoría de la mente



Máquina con autoconciencia



Nota: Centro Europeo de Postgrado (CEUPE, 2022)

Ámbitos de aplicación de la IA

La IA es una tecnología tan amplia y avanzada que se puede aplicar a múltiples áreas y sectores de maneras diferentes con el propósito de facilitar o colaborar con el trabajo que realizan los seres humanos. Al respecto, Rouhiainen afirma que (2018), “Las tecnologías basadas en la IA ya están siendo utilizadas para ayudar a los humanos a beneficiarse de mejoras significativas y disfrutar de una mayor eficiencia en casi todos los ámbitos de la vida”. (pág. 17).

Según Rouhiainen (2018) algunas de las aplicaciones que ha tenido la IA en los últimos años siendo estas las de mayor crecimiento son:

Reconocimiento de imágenes estáticas, clasificación y etiquetado: estas herramientas son útiles para una amplia gama de industrias.

Mejoras del desempeño de la estrategia algorítmica comercial: ya ha sido implementada de diversas maneras en el sector financiero.

Procesamiento eficiente y escalable de datos de pacientes: esto ayudará a que la atención médica sea más efectiva y eficiente.

Mantenimiento predictivo: otra herramienta ampliamente aplicable en diferentes sectores industriales.

Detección y clasificación de objetos: puede verse en la industria de vehículos autónomos, aunque también tiene potencial para muchos otros campos.

Distribución de contenido en las redes sociales: se trata principalmente de una herramienta de *marketing* utilizada en las redes sociales, pero también puede usarse para crear conciencia entre las organizaciones sin ánimo de lucro o para difundir información rápidamente como servicio público.

Protección contra amenazas de seguridad cibernética: es una herramienta importante para los bancos y los sistemas que envían y reciben pagos en línea. (pp.17-18)

Esta es una pequeña lista de los muchos sectores en donde la IA puede ser aplicada, realmente esta tecnología puede ser diseñada e implementada en el área que sea necesaria con una función determinada. Su versatilidad permite adaptarse a las necesidades de cada sector con el fin de facilitar trabajos y procesos y servir de apoyo a muchos especialistas en campos como por ejemplo la salud, más allá de querer reemplazar el factor humano se puede decir que busca ser un complemento de este. También IBM (2020) menciona algunos de los ámbitos en los que la IA se encuentra presente:

Reconocimiento de voz: Muchos dispositivos móviles incorporan el reconocimiento de voz en sus sistemas para realizar búsquedas de voz, por ejemplo, *Siri*, o proporcionar más accesibilidad en relación con los mensajes de texto.

Servicio al cliente: Los *chatbots* en línea están sustituyendo a los agentes humanos por la ruta del cliente. Responden a preguntas frecuentes de diferentes temas (como el envío) o proporcionan asesoramiento personalizado, realizan venta cruzada de productos o sugieren tallas para los usuarios, cambiando la forma de interactuar con los clientes en los sitios web y las plataformas de redes sociales.

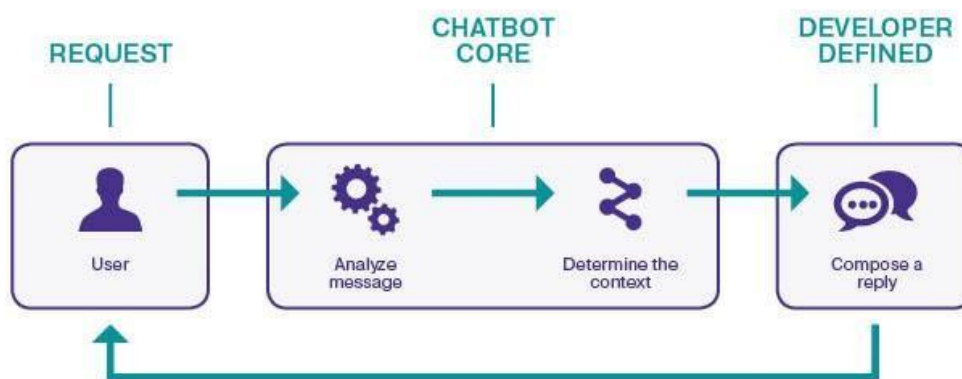
Visión artificial: Esta tecnología de IA permite que las computadoras y los sistemas obtengan información significativa de imágenes digitales, videos y otras entradas visuales, y que actúen con base en ellas. Es impulsada por redes neuronales convolucionales, la visión artificial se puede aplicar en el etiquetado de fotos en redes sociales, las imágenes radiológicas en la salud y los vehículos autónomos en la industria automotriz.

Comercio de acciones automatizado: diseñado para optimizar las carteras de acciones, las plataformas de comercio de alta frecuencia impulsadas por IA hacen

miles o incluso millones de operaciones por día sin intervención humana. (párr.13-17).

La IA es, sin duda, un complemento para la industria comercial. Los seres humanos no están diseñados para ser productivos 24/7, por lo cual la tecnología permite impulsar los procesos productivos a escalas mucho más grandes a diferencia de si lo hiciera un grupo de personas que solo podrían trabajar un tiempo determinado. Las máquinas, las páginas web, el mundo digital facilita la comunicación, el intercambio de bienes y servicios hacen difícil pensar en un mundo donde esto ya no sea posible y donde, más bien, se esperan mayores avances. En la Ilustración 2. se presenta de manera resumida el proceso que realiza un *chatbot*:

Ilustración 2 Proceso de *Chatbot*



Nota: Ellucian (2022)

***Machine Learning* como medio de IA**

Machine Learning o aprendizaje automático es un campo que pertenece a la IA. De acuerdo con Microsoft (2022): “La inteligencia artificial y el aprendizaje automático están estrechamente relacionados y conectados. Debido a esta relación, cuando examinamos la inteligencia artificial frente al aprendizaje automático, en realidad examinamos su interconexión”. (párr.1).

Al escuchar el término *Machine Learning* automáticamente se podría asociar a algo complejo y difícil de comprender, sin embargo, actualmente es importante que las personas se vayan familiarizando cada vez más con este tipo de conceptos porque, si bien no es algo que se escuche todos los días a menos de que se trabaje en esa área específica, inconscientemente nos acompaña a través de los dispositivos que utilizan tecnología y que constantemente estamos manipulando.

Para comprender mejor el término *Machine Learning* se toma la interpretación que hace Hewlett Packard Enterprise (2019):

El aprendizaje automático (ML) es una subcategoría de inteligencia artificial que se refiere al proceso por el cual los PC desarrollan el reconocimiento de patrones o la capacidad de aprender continuamente y realizar predicciones basadas en datos, tras lo cual realizan ajustes sin haber sido programados específicamente para ello. (párr.1).

Es importante para las empresas establecer objetivos claros a la hora de iniciar con la implementación de *Machine Learning*, dado que se debe realizar todo un trabajo de recolección y preparación de datos para que luego este sea entrenado. Si el objetivo está bien definido es muy probable que esta herramienta facilite mucho el trabajo, ya que por su capacidad de aprendizaje y predicción brinda confiabilidad, además de impulsar el crecimiento tecnológico del área en donde se esté implementando.

En la guía detallada para implementar algoritmos de *Machine Learning* con *python* por Russel (2018) describe lo siguiente: “El Machine Learning es la práctica de programación de computadoras para aprender de los datos”. (párr.1). Además, BBVA (2019) brinda una definición más amplia y explica cómo trabaja el *Machine learning* a través de una publicación llamada “*Machine Learning: ¿Qué es y cómo funciona?*” donde menciona lo siguiente:

El machine learning, o aprendizaje automático, es una rama de la inteligencia artificial que permite que las máquinas aprendan sin estar programadas para este

propósito específico. Una habilidad esencial para crear sistemas que no solo sean inteligentes, sino autónomos y capaces de identificar patrones en los datos para convertirlos en predicciones. Esta tecnología está presente actualmente en un sinnúmero de aplicaciones, como las recomendaciones de Netflix y Spotify, las respuestas inteligentes de Gmail o el habla natural de Alexa y Siri. (párr.1).

Actualmente, imaginarse sin este tipo de aplicaciones parece imposible, las personas alrededor del mundo se han acostumbrado a utilizar todas estas herramientas de manera diaria, esto permite que las conexiones sean cada vez más sencillas y hasta más reales, en tiempo real y de alta calidad. Estas herramientas permiten a las empresas agilizar miles de procesos a través de una computadora o máquinas industriales, la IA y el aprendizaje automático se han convertido en una parte esencial de la vida humana.

Tipos de enfoques de *Machine learning*

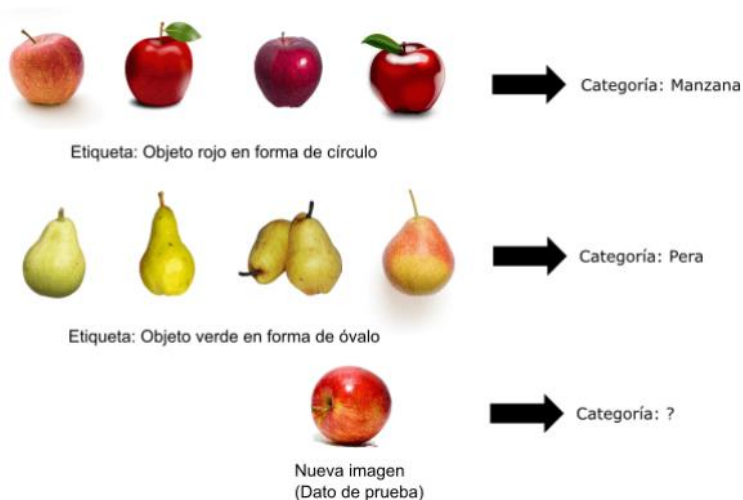
Existen diferentes tipos de enfoques de *Machine Learning* los cuales dependen del tipo de necesidades que esté presentando un sector o una empresa en específico, por eso es importante definir la necesidad y como se planea darle solución para que estos enfoques sean correctamente adaptados y cumplan con el objetivo principal, el cual generalmente se atribuye a la facilitación de procesos. De acuerdo con IBM (2022), estos son los tipos de enfoques que se le atribuyen al *Machine Learning*:

Aprendizaje supervisado.

El aprendizaje supervisado comienza típicamente con un conjunto establecido de datos y una cierta comprensión de cómo se clasifican estos datos. El aprendizaje supervisado tiene la intención de encontrar patrones en datos que se pueden aplicar a un proceso de analítica. De acuerdo con IBM (2022), “Estos datos tienen características etiquetadas que definen el significado de los datos. Por ejemplo, se puede crear una aplicación de *machine learning* con base en imágenes y descripciones escritas que distinga entre millones de animales.” (párr.4).

La idea de este aprendizaje supervisado es que este pueda realizar búsquedas entre gran cantidad de datos y obtenga el resultado de acuerdo con lo que se le está solicitando, para esto se debe antes entrenar de manera que pueda asociar ciertos patrones de acuerdo con las imágenes antes presentadas. Por ejemplo, en un grupo de manzanas y peras, que este sea capaz de identificar cuál es la manzana y cuál es la pera si se le solicita. En la Ilustración 3 se presenta un ejemplo de aprendizaje supervisado:

Ilustración 3 Aprendizaje supervisado



Nota: Centro Europeo de Postgrado (CEUPE, 2022)

Aprendizaje no supervisado.

El aprendizaje no supervisado se utiliza cuando el problema requiere una cantidad masiva de datos sin etiquetar. Por ejemplo, las aplicaciones de redes sociales, tales como *Twitter*, *Instagram* y *Snapchat* tienen grandes cantidades de datos sin etiquetar. Según IBM (2022) “La comprensión del significado detrás de estos datos requiere algoritmos que clasifican los datos con base en los patrones o clústeres que encuentra. El aprendizaje no supervisado lleva a cabo un proceso iterativo, analizando los datos sin intervención humana.” (párr.5).

En otras palabras, el aprendizaje no supervisado no necesita de un entrenamiento como tal, sino que más bien este hace predicciones según los datos ya almacenados y la etiqueta de

alguna manera relacionándolos. Este tipo de aprendizaje es más utilizado para aquellas situaciones en donde no se posee una gran cantidad de datos y se necesita que este comience a realizar sus propios análisis.

Aprendizaje de refuerzo.

El aprendizaje de refuerzo es un modelo de aprendizaje conductual. El algoritmo recibe retroalimentación del análisis de datos, conduciendo al usuario hacia el mejor resultado. Según IBM (2022) “El aprendizaje de refuerzo difiere de otros tipos de aprendizaje supervisado, porque el sistema no está entrenado con el conjunto de datos de ejemplo. Más bien, el sistema aprende a través de la prueba y el error.” (párr.6). Por lo tanto, una secuencia de decisiones exitosas conduce al fortalecimiento del proceso, porque es el que resuelve el problema de manera más efectiva.

Este tipo de aprendizaje se da cuando se pone a interactuar a una máquina con el mundo real y le permite que a través de prueba y error este aprenda y almacene los datos para que en un futuro pueda hacer predicciones más acertadas con la información que guardó, si este obtiene resultados positivos almacena la información de lo contrario buscará nueva información para acertar y guardar ese comportamiento. En la Figura 4. se presenta un ejemplo de aprendizaje por refuerzo:

Ilustración 4 Aprendizaje por refuerzo



Nota: Aprende Machine Learning (2020)

Necesidades para implementar *machine learning*.

Las necesidades se refieren a aquellos elementos esenciales o prioritarios que se utilizan para la creación o fabricación de productos y servicios con *Machine learning* y que generan para las empresas una oportunidad de mejora dentro de las áreas ya sea comerciales o administrativas. Al respecto, Clarke (2018) se refiere a la importancia de la implementación de *Machine learning* cuando menciona:

Las organizaciones necesitarán llegar mucho más rápido o habrán perdido una oportunidad crítica para sus negocios. De hecho, mi apuesta es que veremos un cambio a la definición de software en los próximos 3-5 años a medida que las organizaciones se den cuenta de que su capacidad para evolucionar y escalar su centro de datos cada vez más diverso y distribuido, depende de tener una infraestructura increíblemente dinámica. (párr.2).

La competencia comercial es cada vez más grande, por lo cual las empresas deben velar por actualizarse constantemente. En un sector tan amplio como el comercio internacional es indispensable que frecuentemente innoven con tecnología y dediquen sus esfuerzos hacia la mejora continua, estos son un complemento de las empresas y este es un ámbito que se encuentra evolucionando diariamente. Entre más avanzadas estén estas herramientas mayores beneficios se pueden esperar para aportar ventajas competitivas dentro de las compañías que lo implementen.

Retos de implementación de *Machine learning*

Para iniciar se define implementación según la Real Academia Española (2022) como: “Poner en funcionamiento o aplicar métodos, medidas, etc., para llevar algo a cabo”. Algunos de los retos que una empresa podría enfrentar son aquellos que van desde procesos administrativos, cantidad y manejo de información, presupuestos, coordinación de diferentes asuntos y actividades, manejo de personal, incertidumbre, entre otros.

Siguiendo con la idea del párrafo anterior, estos retos son inevitables a la hora de implementar algo nuevo en una compañía, son procesos naturales por los que se deben atravesar si

se quiere optar por mejores recursos. Siguiendo con lo expuesto por González (2021), algunos de los retos que presentan las empresas al implementar *Machine Learning* son:

Uno de los principales obstáculos que estamos viendo en la implementación de *Machine Learning* en las empresas es, precisamente, que no tienen claro cómo empezar a usarlo y muchas veces tampoco entienden las ventajas que supone. Este último punto se despeja cuando mostramos ejemplos y explicamos lo más didácticamente posible la tecnología. En cambio, el primero cómo empezar a integrarlo en la empresa, es más complicado porque supone poner los pies en el suelo y empezar a trabajar con una tecnología innovadora. La innovación tiene sus riesgos, pero estamos convencidos de que el *Machine Learning* ha llegado para quedarse y que va a revolucionar las sociedades tanto como lo ha hecho el móvil. (párr.2).

Es importante que las empresas tengan claro para qué quieren implementar *Machine Learning* como medio de IA y además tener claro las ventajas que esto traería a la hora de incluirlo ya que implica un esfuerzo en todas las áreas de la organización. Si bien su eficacia no es algo que se pueda asegurar es importante saber hacia dónde se quiere dirigir esta tecnología para trabajar de lleno en eso, de hecho, en el caso de la exportación de dispositivos médicos es aún más por la responsabilidad que supone para los compradores.

Cadenas de suministro

Para iniciar es importante definir que es una cadena de suministro o *supply chain*, estas son un conjunto de actividades que abarcan desde el diseño de un producto o servicio hasta la entrega a los consumidores finales. Novacargo (2022) afirma lo anterior cuando menciona que “La cadena de suministro abarca desde el proceso de selección de materia prima, su procesamiento para transformarlo, la fabricación propiamente del producto, su transportación y distribución hasta la entrega al consumidor o destino final.” (párr.2).

***Machine Learning* en las cadenas de suministro del mundo**

Las cadenas de suministro cada vez son más grandes a nivel mundial, por lo tanto la complejidad y la exigencia que estas tienen son cada vez mayores. Además, las cadenas de suministros abarcan muchas áreas que son fundamentales dentro de un proceso comercial, por ejemplo la parte de procesos, operaciones, clientes, temas organizacionales, distribución, inventarios, entre otros muchos aspectos que se deben tomar en consideración. Por esta razón, la inteligencia artificial y *machine learning* han llegado a ser el mejor aliado en las cadenas. En relación con esto, Calatayud y Katz (2019) se refieren en su libro Cadena de Suministros 4.0 a lo siguiente:

Mediante la implementación de algoritmos aplicados a la captura masiva de datos, provenientes de múltiples fuentes vinculadas a las actividades de todos los agentes participantes en la cadena, será posible alcanzar un nuevo umbral en los niveles de servicio y en la eficiencia operacional de estas cadenas. (p.14)

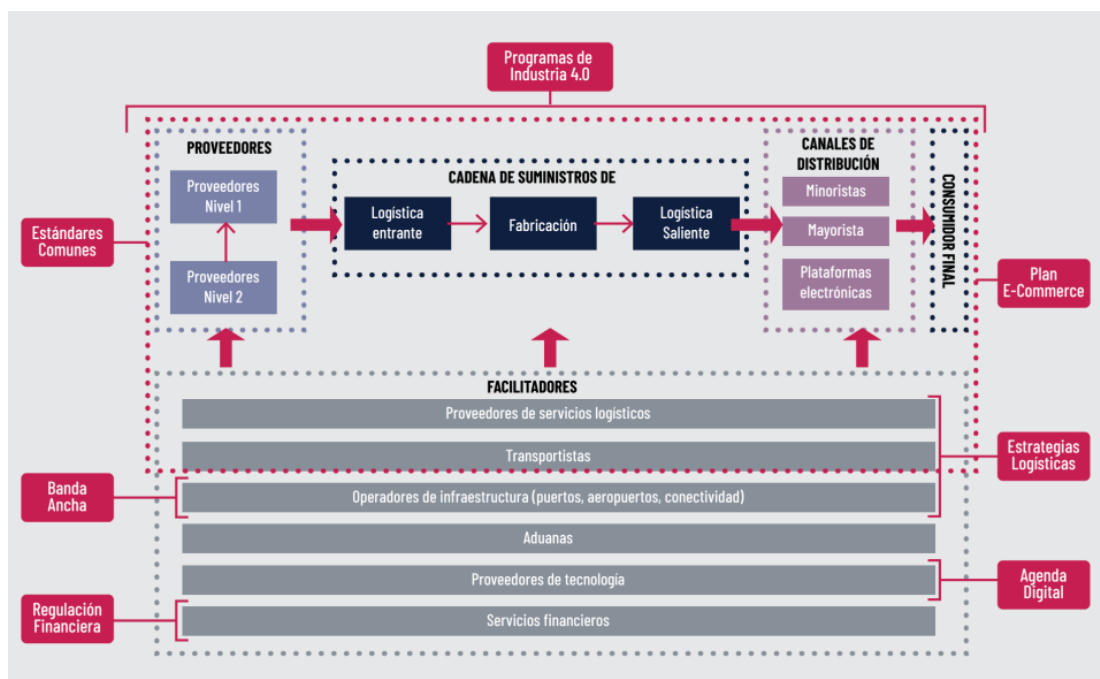
La implementación de la inteligencia artificial y *Machine learning* en el marco de una estrategia amplia de transformación de la cadena de suministro a nivel mundial permite mejorar considerablemente procesos clave; por ejemplo, predicciones de demanda, gestión logística en depósitos, plantas y puertos inteligentes, distribución y gestión de transportes, seguridad de las mercancías y ciberseguridad. Sobre esto, Calatayud et al. (2019) citan lo siguiente:

Hay numerosos ejemplos de ello en la literatura académica, tanto para la solución de problemas específicos en la gestión de una cadena de suministro (enrutamiento de vehículos, localización de inventario y selección de proveedores) como para la solución de múltiples problemas que ocurren de manera simultánea (optimización de inventario y de estrategia de distribución al mismo tiempo). (p.15).

Con el reconocimiento sobre la transición hacia la actualización tecnológica de las cadenas de suministro enfrenta una serie de barreras, los gobiernos de países avanzados, en algunos casos en colaboración con el sector privado imparten programas e iniciativas que permitan reducir estos obstáculos. Según lo que menciona Calatayud et al. (2019), la experiencia de países

industrializados indica que es mediante la formulación de planes nacionales de Industria 4.0 que los gobiernos definen estrategias para estimular la digitalización de procesos productivos y logísticos.

Ilustración 5 Iniciativas del sector público que aceleran la transición hacia la cadena de suministro 4.0



Nota. Elaborado por Calatayud et al. (2019)

Machine Learning en la cadena de suministros de Costa Rica.

Costa Rica es un país que se ha destacado a nivel de Centroamérica por su desarrollo en temas económicos y sociales, también es un país fuerte en intercambios y relaciones comerciales. Por tal razón se ha visto obligado a dedicar esfuerzos en ofrecer herramientas tecnológicas a las empresas con el fin de fortalecer las cadenas de suministro. En relación con lo anterior, un comunicado de CRECEX (2022) menciona:

Se destaca la importancia de utilizar tecnologías que ofrezcan automatización, inteligencia y resiliencia. Para ello, las empresas pueden valerse de: sistemas de

hiper automatización 2.0 que, haciendo uso de inteligencia artificial (IA) y machine learning, identifican, examinan y automatizan rápidamente los procesos comerciales y de TI; robots, vehículos y drones autómatas, que realicen las tareas físicas con mayor eficiencia y seguridad y que, a su vez, puedan conectarse con otros equipos automatizados agilizando los procedimientos; así como es necesario implementar un gemelo de la cadena de suministro digital, es decir, contar con una representación digital de la cadena de suministro física, lo que facilita la toma de decisiones y permite un funcionamiento armonioso en toda la cadena. (párr.2).

Las empresas costarricenses que se dedican a la exportación de productos deben velar por tener una cadena de suministro adecuada, mantener un manejo óptimo para que dentro del proceso exista la menor cantidad de errores posibles y cumplir con los tiempos programados de las entregas a los clientes. Según CINDE (2021) en Costa Rica, las compañías tienen el reto de enfocarse en buscar sistemas que sean eficientes para agilizar los procesos comerciales, los métodos de entrega, el seguimiento de los productos, la comunicación con los clientes y todo lo que implique una relación comercial.

Por lo mencionado anteriormente, la presión es cada vez mayor sobre las empresas líderes de la cadena de suministros, pero cabe destacar que ya se han visto grandes avances y esfuerzos a mejorar estos procesos a través de aplicaciones tecnológicas de automatización e inteligencia. En CINDE (2021) se mencionan algunas de las aplicaciones de *Machine Learning* e IA que son utilizadas en Costa Rica dentro de la cadena de suministros:

- Hiperautomatización: combinación de tecnologías como el *Machine learning* (ML), la inteligencia artificial (IA) y la *robotic process automation* (RPA). Se espera que estas combinaciones permitan la creación de una CS autónoma.
- Digital Supply Chain Twin (DSCT): representación digital de la CS, utilizada para tomar decisiones locales y de extremo a extremo (E2E), permitiendo decisiones alineadas horizontal y verticalmente en toda la red. Se deriva de los datos relevantes a lo largo de la cadena y su entorno operativo.

- Experiencia y aplicaciones inmersivas: permiten la interacción virtual mediante dispositivos portátiles, gafas inteligentes, 5G y otros que brindan la infraestructura necesaria (combinación de procesamiento gráfico, IA y otras tecnologías).
- *Edge Ecosystems*: aplicaciones de procesamiento de datos que permiten reasignar y volver a planificar en puntos de la CS donde las cosas y las personas producen o toman decisiones. Por ejemplo, tecnologías para rastrear y monitorear condiciones o requisitos de temperatura en fases del ciclo de vida de un producto.
- Seguridad de la cadena: reúne un enfoque más integral para abordar los riesgos de seguridad (falsificaciones o el ciberdelito) de manera E2E en toda la CS. Con estas redes conectadas digitalmente como un objetivo de muchas organizaciones, se prevé una nueva generación de soluciones de tecnología de seguridad.
- Gobernanza social-ambiental: las tecnologías actuales permiten rastrear el origen de productos, como el aceite de palma o la soya, y alinearse con los objetivos corporativos de biodiversidad y cambio climático.
- IA y análisis integrados: capacidades de software que brindan informes en tiempo real, visualización de datos interactivos, análisis e inteligencia avanzados directamente en una aplicación empresarial. Por ejemplo, los controles de robots móviles aprovechan los análisis integrados para optimización de las operaciones.
- Inteligencia de datos aumentada: combinación de tecnologías que facilitan el procesamiento de datos avanzado y permiten la entrega de información, predicciones y sugerencias de interés; lo cual facilita la toma de decisiones. (párr. 1-9).

Un sistema de este tipo dentro de una empresa que maneja cientos de datos y gran cantidad de procesos como por ejemplo empresas del sector de dispositivos médicos, les permite alinear

todas las áreas facilitando y ordenando por ejemplo la parte administrativa, financiera, comercial, control de calidad, producción, etc. Mora (2021): “Se debe priorizar en cual eslabón de la cadena es donde más cerca estamos de alcanzar la digitalización y donde está más valor aporte e ir actuando, dedicando recursos económicos, sistemas y personas”.

Desarrollo tecnológico de *Machine Learning*

El aprendizaje automático o *machine learning* se ha desarrollado cada vez más a través de los años y se ha convertido en un pilar fundamental a nivel mundial, conforme pasa el tiempo esta tecnología brinda cada vez más opciones y de la mano con otras tecnologías trabaja para crear nuevas experiencias para los usuarios. Según Hinestroza (2018) en su estudio del *machine learning* a través de los tiempos y los aportes a la humanidad, expresa:

Algunos sectores como el informático, salud, corporativo y de transporte. En el transcurso de las últimas décadas han encontrado la solución a esta ardua tarea de aprendizaje y predicción en una de las cuantas disciplinas procedentes de la inteligencia artificial; esta materia o herramienta informática es el machine learning.
(p.3)

Se puede decir que el desarrollo de *machine learning* es una herramienta en la vida de las personas y las organizaciones. Según Calvo, Guzmán y Ramos (2018) mencionan que “Las técnicas de aprendizaje automático (o Machine Learning) están experimentando un auge sin precedentes en diversos ámbitos, tanto en el mundo académico como en el empresarial, y constituyen una importante palanca de transformación.” (p.6). Aunque esto representa muchos retos todavía no hay duda de que el impacto de su implementación en la mayoría de los casos es positivo. También Calvo *et al* hace referencia a que:

Desde hace unos años están apareciendo numerosas iniciativas para la transformación tanto de los procesos como de los sistemas utilizados por las empresas, lo que impacta en definitiva en la forma de trabajar. Estas iniciativas surgen tanto en el ámbito de la empresa privada como en el sector público, y se

fundamentan en la combinación de infraestructuras físicas con elementos novedosos provenientes del desarrollo en la tecnología digital y la biotecnología. (p.13)

Desarrollo tecnológico de *Machine Learning* en Costa Rica

Costa Rica es un país que ha hecho grandes esfuerzos por innovar en tecnología y mantener a nivel mundial una posición abierta al crecimiento, expansión y desarrollo, esto le ha permitido atraer mucha inversión extranjera directa que ha abierto un sinfín de oportunidades en grandes empresas tecnológicas, a través de esto el país se ha visto obligado a dedicar esfuerzos a la enseñanza, capacitación y preparación en muchos ámbitos, entre esos la IA y *Machine Learning*. En una publicación realizada por Procomer (2018) hace referencia a lo siguiente:

Las empresas costarricenses deben mantenerse alineadas con el uso de tecnologías para ofrecer nuevos servicios, mejorar sus procesos, fidelizar a sus clientes y con esto lograr un sólido posicionamiento de sus servicios a nivel internacional. La inteligencia artificial y el *big data* son algunas de ellas, que cada vez más impactan en diversas áreas como la educación, transporte y otros. (párr.3).

La IA y *machine learning* han contribuido fuertemente en el desarrollo comercial de Costa Rica, además de que uno de los sectores más importantes del país corresponde a las ciencias de la vida, las empresas de dispositivos médicos contribuyen de gran manera a la economía y ha posicionado al país como el #1 en competencias digitales para IA en Latinoamérica. Según lo respalda CINDE (2022): “IA/*Machine Learning* es una mega tendencia top 5 entre las empresas del sector de ciencias de la vida en Costa Rica”.

El avance y el desarrollo ha sido grande, el esfuerzo que ha realizado el país en actualización tecnológica, la inclusión de IA y *machine learning* ha tenido como resultado que muchas empresas internacionales vean a Costa Rica como un país estratégico donde se cuenta con las capacidades y aptitudes para desempeñar carreras de alta demanda en el mundo de la tecnología, sin embargo, es un tema que no puede parar, de acuerdo con CINDE (2022) se espera que:

En 2025, la inteligencia artificial (IA) se convertirá en la tecnología más determinante de todas. Pero a diferencia de las olas anteriores de las nuevas tecnologías, la IA impactará a todos los niveles de gestión, desde la primera línea de contacto hasta la alta gerencia. Hora de abrir campo al análisis, la simulación y prueba de hipótesis asistida, que puede transformar positivamente la toma de decisiones, la estrategia y la innovación en toda la empresa. (párr.3).

Esto demuestra que aún queda mucho camino por recorrer en el ámbito de las tecnologías y la aplicación de IA y *machine learning*, lo cual abre un mundo de posibilidades para las empresas que se animan a integrar estos recursos en sus productos y servicios, con el fin de seguir creciendo, innovando y aportando a Costa Rica un mayor desarrollo, a las miras del mundo entero y a la espera de que muchas más empresas extranjeras continúen invirtiendo y permitiendo que la población costarricense siga aumentando sus capacidades y conocimientos.

Capacitación de *Machine Learning* en Costa Rica

Existen varias entidades que se encargan de brindar o publicar programas de capacitación y velar por que constantemente se realicen actividades con el fin de brindar conocimiento a las personas que quieran aprender sobre *Machine Learning* e IA. Una de ellas corresponde a PROCOMER para el año actual inició un programa de capacitación para las empresas que deseaban aportar más conocimiento a sus colaboradores en materia de *Machine Learning*, este consistió en lo siguiente según PROCOMER (2022):

Con este objetivo, el inciso a) del artículo 21 de ley de régimen de zonas francas, habilita un incentivo de capacitación, entrenamiento y formación, enfocado en lo estratégico que resulta asociarse con las empresas que invierten en Costa Rica, en la labor de generación de capacidades laborales. Ello por cuanto existe fuerte evidencia que sustenta cómo la presencia de este tipo de empresas en el país ha permitido elevar el nivel de preparación del recurso humano nacional, gracias a la transferencia de conocimiento y tecnología. (párr.2).

En Costa Rica existen varias entidades como Universidades, empresas públicas y privadas que brindan capacitación en *Machine Learning*, reconocen la importancia y la necesidad de lo que ocurre actualmente en el mundo laboral y comercial y las necesidades que este exige. De acuerdo con información publicada por el TEC (2019) se encuentran cursos de especialización en materia de *Machine Learning* donde su objetivo consistió en lo siguiente:

El aprendizaje automático (Machine Learning) es un área de la Inteligencia Artificial que se dedica a estudiar cómo construir sistemas de computación que aprenden sin tener que programarlos para ello. El aprendizaje automático ha permitido que ahora tengamos prototipos de autos que se conducen “solos”, el reconocimiento de voz, búsquedas más efectivas en Internet, entender el genoma humano y el desarrollo de la robótica. El aprendizaje automático también se utiliza para identificar patrones de datos provenientes de bases de datos convencionales o de Big Data. En esta especialización los estudiantes conocerán técnicas de aprendizaje automático para encontrar patrones y análisis. (p.1).

La Universidad Cenfotec se especializa en carreras tecnológicas, esta también brinda cursos donde las personas se pueden especializar específicamente en *Machine Learning* y su título es muy bien reconocido, dentro del curso se abarcan temas como los siguientes, según Cenfotec (2022): “En este curso aprenderá a utilizar métodos de *machine learning* para la identificación de patrones en conjuntos de datos. El curso abarca desde la utilización de técnicas de clasificación supervisada y no supervisada, utilizando la herramienta Python”.

La capacitación es importante ya que *Machine Learning* e IA son áreas tecnológicas que requieren de mucho conocimiento para que sea implementado de manera eficiente y segura, son tecnologías que deben ser tomadas con mucha responsabilidad dependiendo del sector en donde vaya a ser aplicado. Con base en un comunicado de COMEX (2021) se resalta la importancia la importancia de la capacitación:

La inteligencia artificial es una tecnología que en los últimos años ha experimentado un crecimiento exponencial, y aún tiene un enorme potencial de beneficiar a los

seres humanos, las culturas, las sociedades y el medio ambiente. Sin embargo, un uso irresponsable podría acarrear riesgos y desafíos, profundizando las brechas existentes, en temas étnicos, de género y otros. (párr.6).

Machine Learning en exportaciones

El proceso de exportación comprende un conjunto de etapas en los cuales el *machine learning* y la inteligencia artificial pueden estar presentes para facilitar y optimizar cada una de ellas. Alrededor del mundo las empresas ya aplican estas tecnologías para crear procesos de exportación más eficientes. Según un artículo de la Universidad Internacional de Valencia (2018) menciona que: “Las empresas deben saber con quién están haciendo negocios de importación y exportación y, para ello, han de permanecer atentos a los clientes, proveedores o socios comerciales, para evitar que violen las restricciones comerciales.” (párr.6).

Por lo anterior la VIU (2018) menciona que: “Debido a sus capacidades de aprendizaje, la inteligencia artificial puede mejorar los resultados, reduciendo la cantidad de revisiones y aportes humanos adicionales necesarios para alinearse con los requisitos que exige la ley”. (párr.2). Las empresas en general se enfrentan a mercados de exportación muy competitivos por lo que es necesario que puedan prever e identificar con precisión los factores que influyen y buscar oportunidades de mejora para las áreas con más necesidad.

El comercio genera muchos contratos y, debido a que la formulación de estos acuerdos requiere mucho tiempo y dinero, a menudo se descuida el seguimiento, a excepción de las ocasiones en que se presenta un problema. Pero la inteligencia artificial puede transformar documentos comerciales, a menudo enredados en términos legales, en documentos útiles que pueden ayudar a las empresas a operar más fácilmente dentro de los parámetros del contrato, e incluso reducir el riesgo de problemas legales en operaciones de importación y exportación. (VIU,2018, párr.3).

Clientes y ventas.

El *machine learning* se caracteriza por tener la capacidad de almacenar una gran cantidad de datos, esto permite que una empresa que se dedica a la exportación de mercancías pueda incorporar sistemas que brinden pronósticos para la previsión de la demanda el cual es un campo del *machine learning* que permite analizar y detectar patrones en el histórico de ventas y permiten identificar si existe una caída o un incremento en las mismas. Según Prodware (2023), una consultora de negocios que trabaja con las tecnologías empresariales de Microsoft se refiere a lo siguiente al utilizar una de sus aplicaciones:

Demand Forecasting es una solución lista para usar sobre tu ERP (planificación de recursos empresariales) que mejora y amplía las capacidades de predicción de la demanda basadas en machine learning y analítica avanzada. Permite operativizar la predicción de la demanda a partir de los datos del ERP, visualizar los resultados y los indicadores de precisión y sensibilidad de los modelos, facilitando la toma de decisiones y la planificación de compras y producción. (párr.1)

Muchas empresas de tecnología ofrecen sistemas a otras compañías dedicadas a la exportación o importación de bienes que sirven para facilitar la comunicación con los clientes, automatizar procesos, gestionar documentos y de esta manera brindar un servicio más personalizado y de mayor calidad. En un proceso de exportación estas áreas son indispensables, ya que son la base para mantener relaciones comerciales a largo plazo y mantener una correcta administración de las ventas, coordinación con los agentes, órdenes de compra y seguimiento de pedidos. Intel (2022) hace referencia a lo anterior cuando menciona que:

Las soluciones tradicionales de previsión de la demanda a menudo resultan en un compromiso entre la experiencia del cliente y los niveles de inventario. Los algoritmos de aprendizaje automático ayudan a habilitar nuevas formas para que la empresa maximice las experiencias de los clientes al reducir los incidentes de falta de existencias y los costos de inventario. (párr.1).

Compras y Abastecimiento.

De acuerdo con Mora (2021) a través del periódico *El Financiero* menciona que: “Las actividades de compras se consume mucho tiempo de personal operativo actividades de “carpintería”, donde el proceso de análisis es sumamente bajo y las actividades repetitivas”. (párr.5). Por esta razón la automatización de actividades es ideal para poder utilizar sistemas de *machine learning*. También Mora (2021) establece los beneficios que se pueden obtener al implementarlo:

Una gran oportunidad que se tiene en esta sección de compras es en el monitoreo del tráfico internacional de los bienes, tener una adecuada sincronización entre los eventos de las compras internacionales con la debida trazabilidad y la interfase entre el operador de la carga y los sistemas de las empresas es un tema pendiente que generaría mucho valor. Los sistemas de costeo deben estar sincronizados con los sistemas de tracking para tener todos los elementos listos, costos, impuestos y fletes previamente incorporados para cuando llegue la mercadería a las empresas. (párr.6).

Transporte de mercancía.

La aplicación de *machine learning* en el transporte de mercancías de acuerdo con DHL (2022) menciona que algunas de las ventajas de tener un transporte predictivo es la reducción de costos y la reducción del tiempo de viaje, esto a través de aplicaciones que indican cuales son las rutas optimizadas según el tránsito o el clima brindando mayor seguridad.

Cuando se habla de transporte de mercancías es importante resaltar que dentro de una exportación existen muchos medios de transporte que participan en el proceso, por esta razón existen diferentes sistemas que se adaptan a las necesidades de cada uno de los medios y trabajan con *machine learning* e inteligencia artificial. A través del *hub* del puerto de Barcelona llamado PierNext (2021) menciona que esta tecnología ha permitido en el transporte marítimo:

Crear una base de datos de las pautas de navegación de la flota mercante en su conjunto y del comportamiento individual de una embarcación. Esta información potencia posibles casos de uso, como la previsión de la densidad y frecuencia del tráfico, escenarios de riesgo en aguas restringidas o la detección de comportamientos anormales que ayudan a evitar colisiones. (párr.2).

Según el informe de Fraunhofer CML Kretschmann, Zacharias, Klöver, Hensel (2021) mencionan que la punta de lanza de la introducción del *machine learning* en el sector ha sido la obligación de equipar a los buques con Sistemas de Identificación Automática (AIS, por sus siglas en inglés), el sistema de seguimiento de buques que permite su identificación unívoca, así como su posición, rumbo y velocidad.

Depósitos de aduanas o almacén.

Los depósitos aduaneros están involucrados en el proceso de exportación, de acuerdo con CONTRANS (2022) lo define de la siguiente manera:

Depósito aduanero (también conocido como DA) es un espacio que funciona como un almacén o local reconocido y controlado por las autoridades aduaneras que permite el almacenamiento de las mercancías no comunitarias (o comunitarias con beneficios a la exportación). (párr.2).

Debido a que forman parte de este proceso existe la necesidad de que también se integren sistemas para optimizar y monitorear las operaciones desde el momento en que las mercancías y los materiales ingresan hasta que salen. Por esta razón empresas como SAP (2022) menciona la importancia del uso de sistemas de gestión de almacenes como WMS el cual trabaja mediante de *machine learning* e inteligencia artificial y como este puede otorgar visibilidad en tiempo real del inventario que maneja el almacén y brindar herramientas para los procesos de retiro, embalaje y utilización de los recursos, entre otros.

Un sistema de gestión de almacenes es un software que ayuda a las empresas a gestionar y controlar las operaciones diarias de los almacenes, desde el momento en que los bienes y materiales entran en un centro de distribución o cumplimiento hasta el momento en que salen. (párr.2).

Sector aduanero.

León (2021) menciona que “Microsoft participó en la Cumbre Tech-Con de la OMA, liderada por la Organización Mundial de Aduanas que reunió a más de 1100 asistentes de 183 administraciones de aduanas de todo el mundo, que colectivamente procesan alrededor de un 98% del comercio mundial”. (párr.1). En esta cumbre se resaltó la importancia de la digitalización en el sector aduanero y se examinaron varias propuestas donde la aplicación de automatización de datos e inteligencia artificial facilitan el trabajo de las entidades aduaneras. Por ejemplo, se cita a León (2021):

Aumento de las capacidades de conciencia de la situación fronteriza: incorporación de antecedentes criminales en las inspecciones portuarias; monitorear drones cooperativos y no cooperativos; automonitoreo de contenedores, sensores, detección de amenazas y alertas en los contenedores; acceso autorizado, movimiento y tránsito en los puertos, todo activado por infraestructuras inteligentes en la nube. (párr.6)

Según León (2021) también existen otras herramientas utilizadas en aduanas como las siguientes: “Azure Machine Learning, aprovechado por partners como Quantexa para mejorar las resoluciones de entidades, necesarias para combatir delitos de fraude financiero y fiscal”; como también: “Un sistema sin contacto de captura de datos y gestión de registros que alimenta un cuaderno de próxima generación para funcionarios de aduanas”. (párr.1-5).

Puertos y embarcaciones.

Según *World Energy Trade* (2020), el uso de *machine learning* ya se aplica en puertos para aumentar la productividad de estos, tomando en cuenta lo anterior se obtiene la siguiente información:

Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) de Alemania es uno de los primeros puertos del mundo en desarrollar soluciones para sus terminales de contenedores de Hamburgo que utilizan aprendizaje automático (o Machine Learning como lo indican las siglas ML) para predecir el tiempo de permanencia de un contenedor en la terminal. (párr.1).

Angela Titzrath, presidenta de la Junta Ejecutiva de HHL a través de *World Energy Trade* (2020), menciona: “Avanzar en la digitalización está cambiando la industria de la logística y nuestro negocio portuario con ella. Las soluciones de aprendizaje automático nos brindan muchas oportunidades para aumentar las tasas de productividad y capacidad en las terminales”. (párr.3).

También Serral (2021), director del departamento de sistemas de información del Port de Barcelona, comenta mediante la página de AndSoft Transportation & Logistics Software el potencial que tiene implementar *machine learning* y los beneficios que otorga:

La automatización y mejora de cierta operativa diaria, como el movimiento de contenedores y la reducción del tiempo de espera de los camiones que acceden a las instalaciones portuarias. A nivel de infraestructuras, los modelos predictivos pueden ayudar a pronosticar el crecimiento del volumen de tráfico para poder adaptar adecuadamente. (párr.7).

Facilitación del comercio internacional

La facilitación del comercio internacional se refiere según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL,2023): “La facilitación del comercio implica la simplificación

y armonización de los procedimientos y flujos de información asociados con la importación y exportación de bienes”. (párr.1). También la Organización Mundial del Comercio (OMC,2022) se refiere a lo anterior cuando menciona que:

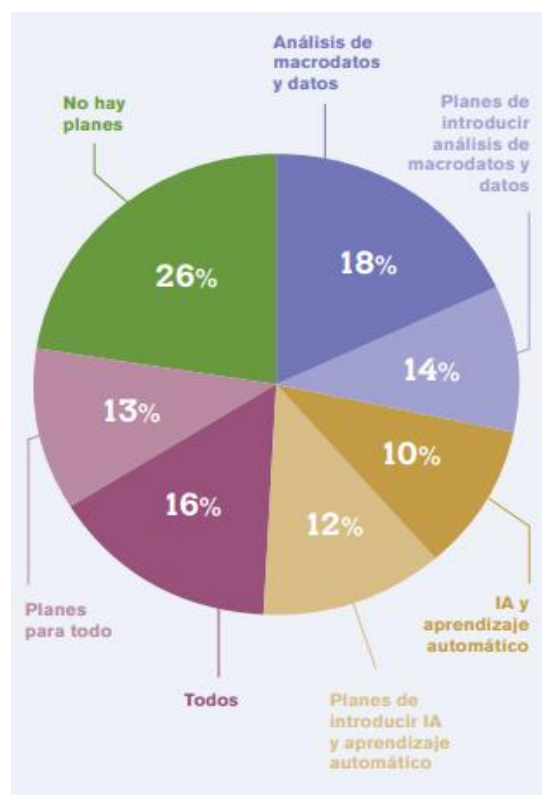
La aplicación del Acuerdo sobre Facilitación del Comercio (AFC) ya ha dado como resultado una mayor eficiencia en las aduanas, una recaudación de ingresos más eficiente y un mejor acceso a nuevas oportunidades de exportación, y ha aumentado la transparencia en las prácticas aduaneras, ha reducido los requisitos de documentación y ha disminuido los trámites burocráticos. (p.7)

Según una publicación realizada por la OMC (2022) llamada *El papel de las tecnologías avanzadas en el comercio transfronterizo: una perspectiva aduanera* afirman que las tecnologías avanzadas pueden mejorar la eficiencia de la tramitación aduanera y facilitar la circulación de las mercancías a través de las fronteras, en esta publicación se analizaron las ventajas y las áreas de oportunidad que tienen las autoridades aduaneras al utilizar tecnologías; por ejemplo, la inteligencia artificial y aprendizaje automático. Con respecto a lo anterior se menciona lo siguiente:

Las autoridades aduaneras han adoptado tecnologías de análisis avanzadas. Alrededor de la mitad utilizan una combinación de macrodatos, análisis de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático. Quienes no los utilizan actualmente tienen previsto hacerlo en el futuro. La mayoría de las autoridades aduaneras ven los claros beneficios de las tecnologías avanzadas, en particular en lo que respecta a la gestión de riesgo y la identificación de perfiles de riesgo, la detección de fraudes y el logro de un mayor cumplimiento. (p.3).

De acuerdo con una encuesta realizada a los 183 miembros de la Organización Mundial de Aduanas (OMA) sobre la adopción de tecnologías como inteligencia artificial y aprendizaje automático entre otras tecnologías, presentada en el informe citado anteriormente por la OMC (2022) se obtienen los siguientes datos a través del Gráfico 1:

Gráfico 1 Fase de adopción de macrodatos, análisis de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático



Nota: Organización Mundial del Comercio (OMC,2022)

En el gráfico presentado anteriormente se puede notar que el 44 % de los encuestados apuesta por aplicar tecnologías que incluyan análisis de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático mientras que el resto pretende utilizarlo en un futuro y solo un 26 % no tiene planes de implementarlo. También, en este acuerdo presentado por la OMC (2022), se presentan datos acerca de los beneficios que se obtienen al implementar estas tecnologías en las aduanas como medio de facilitación comercial:

Gráfico 2 Principales beneficios de la introducción de los macrodatos, análisis de datos, inteligencia artificial y aprendizaje automático



Nota: Nota: Organización Mundial del Comercio (OMC,2022)

En el gráfico anterior se observa que la mayor cantidad de beneficios son la mejora de la gestión de riesgo y la identificación de perfiles de riesgo, la detección del fraude y el cumplimiento, las auditorías aduaneras y la identificación de anomalías que son áreas de suma importancia para la seguridad de las exportaciones. Sin embargo, la adopción de este tipo de procesos también representa una serie de retos los cuales se presentan gráficamente según la OMC (2022):

Gráfico 3 Principales obstáculos a la adopción de los macrodatos, el análisis de datos, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático



Nota: Organización Mundial del Comercio (OMC,2022)

Es importante notar que la falta de conocimientos especializados y los costos son los que encabezan el gráfico anterior. Estos datos se pueden percibir como oportunidades de mejora para que en un futuro próximo se promueva la capacitación, se implementen estrategias para que la adopción de estas tecnologías sea más eficiente y se puedan aprovechar los múltiples beneficios que otorgan en los procesos de importación y exportación.

Dispositivos médicos

Es importante para iniciar este apartado comenzar por definir qué son los dispositivos médicos, de acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS,2022):

Los dispositivos médicos se consideran un componente fundamental de los sistemas de salud; los beneficios que pueden proporcionar continúan aumentando ya que son esenciales para prevenir, diagnosticar, tratar y rehabilitar enfermedades de una manera segura y efectiva. Los pasos que implican la fabricación, regulación, planificación, evaluación, adquisición y administración de dispositivos médicos son complejos pero esenciales para garantizar su calidad, seguridad y compatibilidad con los entornos en los que se utilizan. (párr.1).

Los dispositivos médicos han ido evolucionando a través del tiempo con el fin de colaborar en la atención médica y mejorar la salud de los pacientes. Además, estos permiten que se puedan tomar decisiones más rápidas a la hora de diagnosticar una enfermedad e incluso ayudan a la detección de dicha enfermedad lo cual facilita a los médicos muchas de sus funciones permitiéndoles de esta manera dar una atención más rápida y eficaz.

Asimismo, la OPS (2022) brinda una definición más específica la cual se encuentra en un documento llamado “Software como dispositivo médico” dónde se refiere a dispositivos médicos de la siguiente manera:

“Dispositivo médico” significa todo instrumento, aparato, implemento, máquina, artefacto, implante, reactivo para uso in vitro, software, material u otro artículo similar o relacionado, destinado por el fabricante a ser utilizado, solo o en combinación, en seres humanos para uno o varios de los siguientes fines médicos:

- diagnóstico, prevención, seguimiento, tratamiento o alivio de una enfermedad;
- diagnóstico, seguimiento, tratamiento, alivio o compensación de una lesión;
- investigación, reemplazo, modificación o soporte anatómico o de un proceso fisiológico;
- soporte o mantenimiento de las funciones vitales;
- control de la concepción;
- desinfección de dispositivos médicos;
- suministro de información por medio del examen in vitro de muestras obtenidas del cuerpo humano;

y cuya acción principal prevista no se efectúe por mecanismos farmacológicos, inmunitarios o metabólicos en el cuerpo humano o en su superficie, pero a cuya función pueda ser facilitada por estos mecanismos. (p.3).

En resumen, los dispositivos médicos son aquellos instrumentos de uso medicinal que serán utilizados para mejorar la salud de los pacientes, detección de enfermedades o bien corregir padecimientos, siempre de la mano de médicos especialistas que aprueben y supervisen su uso. Además, deben cumplir con todas las regulaciones y requisitos sanitarios que establezca el país en función de que la distribución de estos productos se maneje con la responsabilidad que le compete.

Tecnología e innovación del sector de dispositivos médicos

El sector de dispositivos médicos se ha caracterizado por ser uno de los sectores con más avances tecnológicos que buscan mejorar la calidad de vida de las personas alrededor del mundo a través de tecnología muy avanzada como lo es la inteligencia artificial. SIEMENS (2022) explica que “Las mega tendencias globales, como la conectividad de dispositivos y las terapias y dispositivos médicos altamente personalizados y dispositivos, están forzando cambios a un ritmo acelerado”. (párr.1). La tecnología se puede aplicar a gran cantidad de dispositivos médicos, la FDA (2022) menciona algunos ejemplos de cómo puede ser utilizada:

Las nuevas tecnologías se están aplicando a todos los tipos de dispositivos, ya sean implantables o portátiles, o se utilicen en casa o en los centros de salud. Los avances pueden ofrecer una atención más segura, oportuna y cómoda. Por ejemplo, los pacientes con un dispositivo cardíaco implantado pueden ser controlados a distancia, lo que puede reducir el número de visitas a la consulta del médico. Los diabéticos disponen de nuevas opciones para controlar sus niveles de azúcar en sangre, ya que algunos medidores de glucosa y bombas de insulina pueden comunicarse entre sí. (párr.2).

Existen muchas empresas dedicadas a la aplicación de tecnología de alta calidad en el sector salud y que operan a nivel mundial, un ejemplo de ello es la empresa ubicada en la Zona Franca Coyol, la cual es una de las empresas de dispositivos médicos más grandes de Costa Rica llamada

Medtronic, es líder a nivel mundial en la manufactura y aplicación de tecnología en estos productos. De acuerdo con CINDE (2022):

Sus tecnologías y terapias tratan 70 condiciones de salud e incluyen dispositivos cardíacos, robótica quirúrgica, bombas de insulina, herramientas quirúrgicas y más. Específicamente, en el sitio de manufactura de Coyol, Medtronic fabrica dispositivos para cirugías de columna que se distribuyen a todas las regiones del mundo. (párr.3).

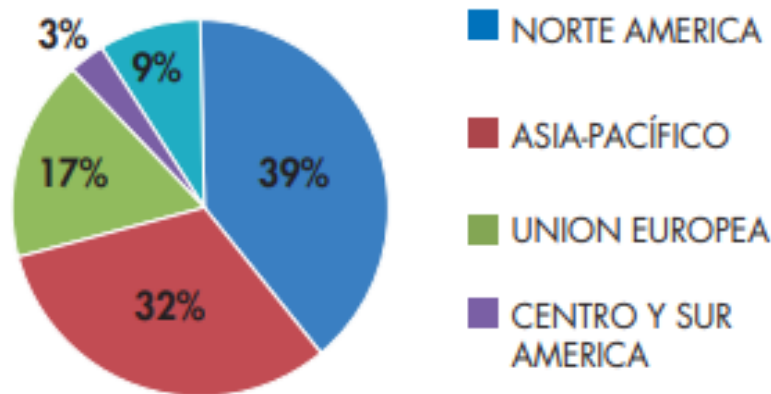
Comportamiento y tendencias de consumo de los principales países importadores

El mercado de dispositivos médicos ha crecido aceleradamente durante los últimos años, siguiendo tendencias tecnológicas de los mercados del sector salud que buscan mejorar el bienestar de las personas. De acuerdo con un estudio que se realiza en la Universidad Autónoma del Caribe llamado tendencias y características de los mercados para la exportación e importación de dispositivos biomédicos se hace un análisis de las tendencias de consumo y el comportamiento que tienen los países en el mundo. Según Borja et al. (2020) se obtiene la siguiente información:

A nivel Latino Americano, países como Perú, Chile y Brasil cerraron el 2017 con muy buenos estándares en esta industria del mercado. En Brasil las importaciones de equipos y dispositivos médicos en el 2017 estuvo alrededor de 3.1 millones de dólares. Hubo un incremento del 1%, puesto que este año tuvo una participación del 15% y del año anterior estaba en 14%. En el caso de Chile las importaciones tuvieron un valor de más de 1,4 mil millones de dólares con un aumento del 15 % con respecto al año 2016. (p.111).

El sector de dispositivos médicos a nivel general es uno de los mercados más dinámicos y crecientes, según menciona Borja et al. (2020): “Para el año 2020, se estima que el consumo mundial de dispositivos biomédicos crezca en una tasa promedio anual del 5.5%”. (p.112) También se muestra a continuación el gráfico 4 donde se observa para ese mismo año el porcentaje del consumo mundial de dispositivos médicos:

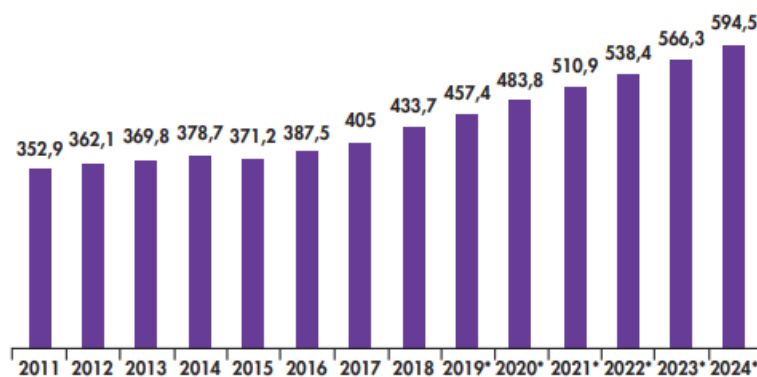
Gráfico 4 Consumo mundial de dispositivos médicos por países



Nota: Elaborado por Borja et al. (2020)

En este mismo documento Borja et al. (2020) citando a Technavio Research (2018) muestra un pronóstico de los siguientes cinco años realizado en Reino Unido, el cual revela que entre los años 2019 y 2023 puede haber un 10 % de crecimiento anual de los ingresos globales proporcionados por la industria de dispositivos médicos. A continuación, se muestra gráficamente las cifras que contemplan años anteriores y posteriores:

Gráfico 5 Ingresos globales de la industria de tecnología médica de 2011 a 2024 (en miles de millones de dólares)



Nota: Elaborado por Borja et al. (2020)

Es un sector bastante importante, dado que tiene grandes efectos en la economía de los países, además a nivel social procura velar por la salud de las personas alrededor del mundo y se mantiene en mejora continua a través de los avances tecnológicos. Según las conclusiones del análisis realizado por Borja et al. (2020) se determina lo siguiente:

El mercado de los dispositivos biomédicos con aplicaciones tecnológicas cada vez está aumentando, esto se debe a que mantiene una demanda creciente y sostenida, ya que las evoluciones de las enfermedades y el aumento de los usuarios con necesidades que se deben resolver son cada vez más. (p.120)

Organizaciones regulatorias del sector de dispositivos médicos

Los dispositivos médicos son considerados como uno de los componentes fundamentales en los sistemas de salud, puesto que estos permiten la prevención y el diagnóstico de enfermedades, así como su rehabilitación en muchos casos. Por lo anterior, existen entidades que intervienen en diferentes temas y en especial en la regulación con el fin de garantizar que sean dispositivos seguros y de buena calidad. Una de las entidades más importantes que interviene en la elaboración y distribución de dispositivos médicos es la OPS (2022) la cual trabaja de la siguiente manera:

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), a través de la Unidad de Medicamentos y Tecnologías Sanitarias, brinda apoyo y fortalece la capacidad de los países de la Región de las Américas en los temas de Regulación de dispositivos médicos, Gestión de Tecnologías Sanitarias y Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS); a través de reuniones y talleres regionales, cooperación técnica, intercambio de información, capacitación a través de cursos en línea, entre otros. (párr.1).

La OPS colabora con los Estados Miembros de la Región de las Américas y vela por garantizar eficacia y seguridad en los dispositivos que son utilizados por las personas alrededor del mundo. Es importante que cada país tenga un ente regulador que supervise constantemente la manipulación y el uso de estos productos. De acuerdo con la Coalición Interamericana para la

Convergencia Regulatoria en el sector de tecnología médica se muestran los principales miembros reguladores de dispositivos médicos:

Tabla 1 Autoridades reguladoras de dispositivos médicos

ANMAT: Administración de medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica de Argentina	ANVISA: Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria de Brasil
Health Canada	ISP: Instituto de Salud Pública de Chile
Ministerio de Salud de Costa Rica	INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos de Colombia
CECMED: Autoridad Reguladora de Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos de la República de Cuba	ARCSA: Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria de Ecuador
DNM: Dirección Nacional de Medicamentos de El Salvador	ARSA: Agencia de Regulación Sanitaria de Honduras
COFEPRIS: Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de México	Dirección Nacional de Medicamentos de Panamá
Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de Paraguay	DIGEMID: Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas del Perú
DIGEMAPS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República Dominicana	USDA: La Administración de Alimentos y Fármacos de los EE. UU. (FDA) es la agencia de los Estados Unidos que regula los dispositivos médicos

MSP: Ministerio de Salud Pública de Uruguay	SACS: Servicio Autónomo de Contraloría Sanitaria de Venezuela
--	---

Nota: Elaboración propia con datos de Coalición Interamericana (2022)

Tipos de dispositivos médicos

En materia de dispositivos médicos se encuentra una lista sumamente amplia de productos, debido a esto es importante conocer las categorías donde se agrupa cada uno de ellos, debido a que, dependiendo del área de salud que se esté tratando, se utilizaran diferentes implementos. También esto cambiará dependiendo del nivel de atención médica que se requiera. De acuerdo con la OPS (2021) se agrupan de la siguiente manera aquellos dispositivos para el primer nivel de atención:

- Lista principal, conformada por 223 dispositivos médicos. Ejemplo: Brazaletes para medición de presión, regulador de oxígeno, tubuladuras para gases medicinales, electrodos para ECG.
- Módulo de diagnóstico por imágenes, conformado por 30 dispositivos médicos. Ejemplo: ecógrafo portátil, equipo de rayos X portátil, reveladora de placas, sistema de rayos X digital con accesorio.
- Módulo de laboratorio, conformado por 29 dispositivos médicos. Ejemplo: hemocitómetro, microscopio óptico, antisuero, tira reactiva multiparámetros.
- Módulo de odontología, conformado por 69 dispositivos médicos. Ejemplo: cánulas intravenosas, Ionómero de vidrio, silla odontológica con soporte para la cabeza, cilindro de oxígeno.

Estos tipos de dispositivos además de ser clasificados por el tipo de área médica son también categorizados en grupos que dependen del nivel de riesgo que se esté presentando. En un

documento del Instituto de Salud Pública de Chile creado por Valdés (2017) se explica a qué se refiere con el nivel de riesgo cuando menciona lo siguiente:

La clasificación según riesgo de cada equipo o dispositivo depende de numerosos factores como la duración del contacto del dispositivo médico con el organismo humano, el grado de invasividad, si el dispositivo médico le aporta medicamentos o energía al paciente, si está destinado a tener un efecto biológico en el paciente, si se usan solos o en combinación, pueden influir en la clasificación del dispositivo médico. (p.4).

Dicho esto, es importante conocer el tipo de dispositivo y a qué categoría corresponde según sus niveles de atención médica y riesgos. También es importante resaltar que dependiendo del país los grupos de clasificación o listas de dispositivos médicos podrían cambiar según las necesidades de ese momento en específico. De acuerdo con Flores y Villalobos (2022) algunos ejemplos son:

Clase I: Aquellos instrumentos médicos que tienen un riesgo bajo o moderado para el paciente, el 47 % de los dispositivos está en la clasificación I y el 95 % de estos están exentos de procesos regulatorios. Algunos ejemplos de esta clase de dispositivos son:

- Vendas elásticas.
- Estetoscopios manuales.

Clase II: Son dispositivos que tienen un riesgo moderado para el paciente, el 43 % de los dispositivos pertenece a esta categoría. Algunos ejemplos de esta clase de dispositivos son:

- Agujas.
- Bombas de infusión para medicamentos intravenosos.

Clase III: Estos dispositivos son de alto riesgo para el paciente, ya que de estos depende la salud o supervivencia del usuario, un 10 % de los dispositivos médicos pertenecen a esta categoría. Algunos ejemplos de esta clase de dispositivos son:

- Marcapasos.
- Estimuladores cerebrales profundos. (pp. 106-107)

Dispositivos médicos en Costa Rica.

La industria de dispositivos médicos en Costa Rica es clave para el país ya que es un sector que ha crecido exponencialmente a través de los años y brinda al país muchos beneficios económicos y sociales. De acuerdo con COMEX (2021) se afirma lo anterior con el siguiente comunicado:

Costa Rica suma más de 30 años de experiencia supliendo a la industria global de dispositivos médicos a nivel mundial. Actualmente, alberga a 6 de las 10 compañías de dispositivos médicos más importantes, logrando generar, con corte al cierre del 2020, 38.248 puestos de trabajo. (párr. 6).

Es importante para el país mantener este mercado actualizado y enfocado en el crecimiento a través de mayores relaciones comerciales, atracción extranjera y avances tecnológicos que permitan optimizar los procesos de las empresas para que los dispositivos médicos se comercialicen de una manera más eficiente. En el comunicado realizado por COMEX (2021) se menciona : “El sector de equipo de precisión y médico, aparte de liderar las exportaciones de bienes y destacar al país a nivel latinoamericano, es una industria intensiva en conocimiento que permite el desarrollo y especialización del talento humano”. (párr.5).

Cadena global de valor de dispositivos médicos

Todo producto y servicio es parte de una cadena de valor, por tal razón, comprender de qué tratan y cómo se incorporan beneficia a la producción de mejores productos, aumenta la cantidad de empleo y brinda las herramientas para crear mejores resultados. Para iniciar con este apartado es necesario conocer el significado de cadena global de valor, al respecto la guía general para el

desarrollo de cadenas de valor por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), Nutz y Sievers (2016) definen lo siguiente:

Una cadena de valor describe la gama de actividades que se requiere para llevar un producto o servicio desde su concepción, pasado por las fases intermedias de la producción y la entrega hasta los consumidores y su disposición finales después de su uso. El término cadena de valor se utiliza generalmente con una connotación de desarrollo frente a la productividad, el crecimiento y la creación de empleo en el sistema de mercado, a diferencia del término cadena de suministro que se aproxima a la cadena desde la perspectiva de un comprador. (p.24).

Dicho lo anterior, es importante para efectos de esta investigación conocer cómo se comportan los dispositivos médicos dentro de la cadena global de valor en Costa Rica, debido a que el peso que este sector tiene determina en gran manera las exportaciones del país. Con base en lo dicho por Salas (2021): “El sector aporta una importante contribución al crecimiento de las exportaciones proveniente de productos de alta y moderada complejidad, el consumo promedio importado corresponde a un 52,2 %”. (p.125).

A continuación, se presenta la ilustración 6 que permite visualizar el nivel de valor agregado que ha generado el sector dentro de la cadena a pesar del hecho de que esta pertenece al régimen especial de zonas francas:

Ilustración 6 Porcentaje del valor agregado producido por las Cadenas Globales de Valor de Régimen especial de Costa Rica para los años 2016-2017

	2017	2016
Implementos médicos y dentales	70,0	70,2
Comidas, platos preparados	7,2	0,1
Equipo eléctrico y de maquinaria	5,9	8,4
Procesamiento de frutas y vegetales	4,6	6,1
Productos de electrónica y de óptica	2,3	3,2
Productos de plástico	1,5	2,5
Productos de caucho	1,6	2,3
Otras	6,9	7,2

Nota: Elaborado por Banco Central de Costa Rica (2021)

Como expresa Salas (2021), resulta medular visualizar, en relación con los niveles de integración de esta industria, a la cadena global de valor que refiere al valor agregado exportado que se comprende como el porcentaje extra que el país específico agrega en el marco de su proceso de producción. Por lo anterior, se observa en el gráfico 6 el comportamiento que tienen los dispositivos médicos como valor agregado exportado:

Gráfico 6 Valor Agregado Exportado 2017
(Exportaciones – Consumo Intermedio Importado)



Nota: Elaborado por Banco Central de Costa Rica (2021)

La capacidad que tiene el sector de dispositivos médicos en concreto, y más ampliamente toda la oferta de Ciencias de la Vida en el marco de las exportaciones del país, constituye una ventana de oportunidad para la diversificación, exploración y complejización de la industria exportable costarricense. Como lo hacen notar Monge y Rivera (2022) al mencionar que “También en los últimos diez años el sector cobra relevancia a nivel macroeconómico dentro de las principales CGV en que participa el país, especialmente en la generación del valor agregado de las actividades manufactureras”. (p.49) Además, Monge y Rivera (2022) citando al Banco Central de Costa Rica (BCCR, 2021) afirman:

La CGV de manufactura representa 3,2 % del PIB, con un 70 % producido en implementos médicos y dentales. Adicionalmente, el sector médico aporta un 57 % del valor agregado exportado, este último entendido como la diferencia entre las exportaciones y el consumo intermedio importado. (p.49).

Exportación de dispositivos médicos en Costa Rica

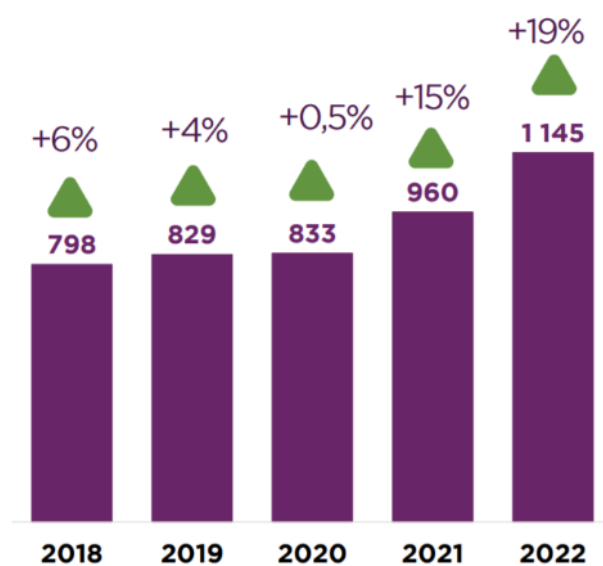
En Costa Rica el sector de dispositivos médicos es uno de los más importantes, como plantea PROCOMER (2020) se menciona: “Equipo de precisión y médico es el principal sector exportador de bienes, al 2019 su participación fue de 32 % y exportó \$3.699 millones, un 12 % más que en el 2018.” (párr.4). Los datos anteriores reflejan el gran trabajo que hacen las empresas dedicadas a este sector.

Según datos más recientes publicados por PROCOMER (2022), los datos correspondientes a las exportaciones de dispositivos médicos a inicios del 2022 demostraron ser muy positivos para el país. “Costa Rica arrancó el 2022 con un crecimiento de 19 % en las exportaciones de bienes, alcanzando la cifra de \$1.145 millones exportados durante el mes de enero”. (párr. 1). Además, en el mismo enunciado se resalta que esos números corresponden al crecimiento más alto en los últimos cinco años. El gerente general de PROCOMER, Pedro Beirute Prada, explica lo siguiente con base a los datos registrados en las exportaciones:

Estamos ante un sector exportador que continúa renovándose y buscando oportunidades. Los datos que hoy presentamos son meritorios y un reflejo del trabajo en la diversificación de mercados y exportaciones que tiene como único fin seguir abriendo más oportunidades en los mercados internacionales para nuestros exportadores. (párr.9)

A continuación, se muestra un gráfico que hace referencia al crecimiento significativo que ha tenido Costa Rica en los últimos años en la exportación de dispositivos médicos:

Gráfico 7 Porcentaje de crecimiento de los meses de enero de cada año en comparación con el año anterior en el período 2018-2022



Nota: Elaborado por PROCOMER (2022)

Finalmente, según datos de PROCOMER (2022), Costa Rica registró en el último trimestre del 2022 los siguientes números: “Acumulado al primer trimestre 2022, las exportaciones costarricenses de dispositivos médicos alcanzaron 1.293 millones de USD” (párr.3), lo cual demuestra que las exportaciones que se hacen del sector de dispositivos médicos tienen un gran impacto en la economía costarricense y también dan esperanza de que el país siga obteniendo mayores alcances para los años posteriores.

Norma técnica para dispositivos médicos

Para garantizar dispositivos médicos seguros y fiables, es necesario que estos sean regulados mediante certificaciones o lo que se conoce como normas ISO. De acuerdo con el Instituto de Normas Técnicas (INTECO, 2019) la norma que le compete a este sector es la ISO 13485 Dispositivos Médicos – Sistema de Gestión de Calidad – Requisitos para fines Reglamentarios.

El sector de manufactura de dispositivos médicos es uno de los más regulados, los requisitos regulatorios deben garantizar que los fabricantes diseñen y produzcan dispositivos médicos seguros y aptos según su propósito, para evitar potenciales eventos adversos en los usuarios y pacientes. El Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) de un fabricante de dispositivos médicos es la base para demostrar y mantener la conformidad con los requisitos del cliente y los requisitos reglamentarios aplicables. (párr.3)

Además, tal como menciona INTECO (2019), esta norma se vincula con otra para reforzar la seguridad, al respecto explica: “INTE/ISO 13485 se vincula con la norma ISO 14971 Aplicación de la gestión de riesgos a los dispositivos médicos, que establece los requisitos de la gestión de riesgos para determinar la seguridad de un dispositivo médico por parte del fabricante durante todo el ciclo de vida del producto”. (párr.4).

Aspectos importantes en la logística de dispositivos médicos

Para que los dispositivos médicos sean distribuidos de la mejor manera es importante tomar ciertas consideraciones importantes. De acuerdo con Toc Logistics International (2018) el primer paso para que la logística sea eficiente inicia desde la cadena de suministro, en relación con esto cita: “La sincronización del almacenamiento y la distribución es un gran primer paso en la integración de su cadena de suministro”. (párr.1). Entre más comunicación exista entre estas dos partes existirán menos posibilidades de riesgo y un transporte más eficiente.

Según lo expresado por Toc Logistics International (2018), resulta relevante la optimización de la cadena logística y del transporte. Además, expresa que la implementación de un despacho de aduanas mejora la experiencia de transporte y brinda mayor seguridad. “Existen estrictas estipulaciones, reglamentos y directrices cuando se trata de trasladar dispositivos médicos a través de las fronteras. Contar con un equipo experto de agentes de aduanas agilizará el proceso”. (párr.3) También, vale mencionar que existen normas dentro del proceso de logística específicamente para el almacenaje y la distribución las cuales, de acuerdo con TICAL (2023), consisten en lo siguiente:

Las buenas prácticas de almacenamiento y distribución (BPAD), constituyen un conjunto de normas mínimas obligatorias de almacenamiento, distribución y transporte que deben cumplir los almacenes de importación, distribución, transporte y expendio de dispositivos médicos, productos farmacéuticos y afines, respecto a las instalaciones, equipamientos y procedimientos operativos, destinados a garantizar el mantenimiento de las características y propiedades de los productos y su trazabilidad a lo largo de la cadena de abastecimiento. (párr.1)

La tecnología dentro de la logística para la exportación de dispositivos médicos es indispensable en la actualidad. Las empresas y las agencias logísticas deben ser altamente competitivas en cuanto a la aplicación de tecnología en sus transportes y en todo el proceso, esto les permite llevar un mejor control y ser más rigurosos. Con base en Toc Logistics International (2018) se afirma: “ Actualmente se han creado numerosas aplicaciones para ayudar a controlar y regular la temperatura en el proceso de transporte. La integración de estas tecnologías es extremadamente beneficiosa para el transporte de dispositivos médicos. (párr.4).

Transporte de dispositivos médicos

Los dispositivos médicos pueden ser transportados de manera aérea, marítima y terrestre. Debido a su naturaleza, no importa cuál sea el medio de transporte que se utilice siempre y cuando las medidas de seguridad y el monitoreo constante estén presentes y se adecuen a las necesidades de cada cliente. Por lo anterior, ESAN (2017) afirma que: “el personal que realiza el servicio de

transporte cuenta con instructivos y equipos adecuados para resolver las situaciones imprevistas y estar entrenados para tal fin, teniendo en cuenta la naturaleza y requerimientos del producto farmacéutico y dispositivo médico”. (párr.2). Adicional menciona:

Los vehículos utilizados para la distribución y transporte de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios, especialmente aquellos que requieren de temperatura ambiente o temperatura ambiente controlada, deben estar adecuadamente equipados de manera que los embalajes no se expongan a temperaturas extremas. (párr.7).

En Costa Rica existen muchas empresas de transportes que ofrecen altos estándares de seguridad en el transporte de dispositivos médicos, una de ellas es DHL. En su página se encuentran los diferentes servicios que ofrecen y hacen especial énfasis al sector de dispositivos médicos. Como señala DHL (2023) “El sector de las ciencias biológicas y la atención en salud está experimentando una acelerada transformación de su cadena de suministro, con mayor necesidad de eficiencia”. (párr.1). Por lo cual, es importante que cada medio de transporte esté debidamente capacitado para el transporte de dispositivos médicos, algunos ejemplos son los siguientes:

Transporte Aéreo: El servicio cumple con los estándares mundiales para los embarques de transporte aéreo de mercancías relacionadas con ciencias biológicas a temperatura controlada y lo respalda nuestra red de estaciones certificadas para las ciencias biológicas, conforme a la Práctica de Distribución de Bienes (GDP).

Transporte Marítimo: Diseñado para embarques por transporte marítimo de productos relacionados con las ciencias biológicas que requieren control de temperatura, visibilidad en tiempo real y monitoreo activo.

Transporte con control de tiempo: Transporte de medicamentos delicados de investigación, suministros clínicos y material de apoyo con control de tiempo y temperatura a clínicas y hospitales, y devolución de muestras de ensayos clínicos

con control de tiempo y temperatura a laboratorios y organizaciones de investigación. (párr.1-3).

Embalaje para el transporte de dispositivos médicos.

Los dispositivos médicos por su naturaleza se consideran mercancías de alto valor y cuidado, por esta razón es importante que el embalaje para su distribución se realice de la misma manera. Como plantea la empresa especializada en empaques y embalaje llamada Nasa Pack (2021) , para la transportación y almacenamiento de la instrumentación y equipos médicos, se debe elegir un embalaje que sea resistente, ya que la entrega debe ser segura. También se refiere a lo siguiente:

Los fabricantes de los distintos dispositivos médicos deben buscar la forma de proteger estos productos que son de alto valor, mientras cumplen con las normas de salud y seguridad. Por lo general, los embalajes a medida son para aquellos equipos que sean muy sensibles y costosos. (párr.3).

No hay un material específico para embalar los dispositivos médicos , dado que dependerá de la forma, el tamaño y el uso para el que haya sido creado. Los materiales son muy específicos y deben ser tratados con el mismo cuidado que el mismo dispositivo. Como lo expresa la empresa Metalinspec (2019) en su página:

La integridad del embalaje médico a menudo se evalúa con la misma atención y rigor que el dispositivo médico en sí y no debe considerarse secundario cuando se trata de pruebas de calificación, en última instancia, el envase es un recipiente para el medicamento, dispositivo o producto y necesita contener y proteger lo que contiene. (párr.1).

Clasificación arancelaria de dispositivos médicos.

De acuerdo con COMEX (2021), los productos de equipo médico, profesional y para uso científico se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 2 Subpartidas arancelarias del sector de equipo médico, profesional y para uso científico.

Partida	Subpartida	Descripción
9018	901811	Electrocardiógrafos
	901812	Aparatos de diagnóstico por exploración ultrasónica (ecografía)
	901813	Aparatos de diagnóstico de visualización por resonancia magnética
	901814	Aparatos de centellografía
	901819	Los demás aparatos de electrodiagnóstico
	901820	Aparatos de rayos ultravioletas o infrarrojos
	901831	Jeringas, incluso con aguja
	901832	Agujas tubulares de metal y agujas de sutura
	901839	Las demás jeringas, agujas, catéteres, cánulas e instrumentos similares
	901841	Tornos dentales, incluso combinados con otros equipos dentales sobre basamento común
	901849	Los demás aparatos de odontología
	901850	Los demás instrumentos y aparatos de oftalmología
	901890	Los demás instrumentos y aparatos de medicina, cirugía y veterinaria
9019	901910	Aparatos de mecanoterapia; aparatos para masajes; aparatos de sicotecnia
	901920	Aparatos de ozonoterapia, oxigenoterapia o aerosol terapia, aparatos respiratorios de reanimación y otros aparatos de terapia respiratoria
9020	902000	Los demás aparatos respiratorios y máscaras antigás, excepto las máscaras de protección sin mecanismo ni elemento filtrante amovibles
9021	902110	Artículos y aparatos de ortopedia o para fracturas
	902121	Dientes artificiales
	902129	Los demás artículos y aparatos de prótesis dental
	902131	Prótesis articulares
	902139	Los demás artículos y aparatos de prótesis:
	902140	Audífonos, excepto sus partes y accesorios
	902150	Estimuladores cardíacos, excepto sus partes y accesorios

	902190	Los demás artículos y aparatos de ortopedia, prótesis y otros aparatos que lleve la propia persona o se le implanten para compensar un defecto o incapacidad
9022	902212	Aparatos de tomografía computarizada
	902213	Los demás aparatos de rayos X para uso odontológico
	902214	Los demás aparatos de rayos X para uso médico, quirúrgico o veterinario
	902219	Aparatos de rayos X para otros usos
	902221	Aparatos que utilicen radiaciones alfa, beta o gamma para uso médico, quirúrgico, odontológico o veterinario
	902229	Aparatos que utilicen radiaciones alfa, beta o gamma para otros usos
	902230	Tubos de rayos X
	902290	Los demás aparatos que utilicen radiaciones, incluidas las partes y accesorios

Nota: Elaboración propia con datos de Comex (2021)

En la Tabla 2 se observan las partidas arancelarias que se aplican a los diferentes dispositivos médicos que se comercian en Costa Rica, COMEX (2021) comenta que los sectores nacionales están organizados y se desarrollan de acuerdo con los principios según el plan de gobierno. Algunos de ellos son:

- Aumento de la producción y de la calidad de productos de consumo corriente, tales como instrumental para cirugía, jeringuillas, termómetros, etc.
- Mejora de la calidad de equipos como, por ejemplo, máquinas de rayos X, electrocardiógrafos, aparatos de estomatología, lámparas sin sombras para cirugía.
- Incremento de investigación y desarrollo (I+D) en aparatos médicos modernos con tecnologías innovadoras como máquinas de rayos X avanzadas, ultrasonido, analizadores médicos bioquímicos, endoscopios, etc. (pág.6).

Documentos para exportación de dispositivos médicos

En un proceso de exportación siempre se debe cumplir con una serie de documentos de gran importancia tanto para el vendedor como para el cliente final. Los documentos de exportación, según un manual publicado por el Departamento de facilitación de exportaciones de Perú (2016) menciona la importancia de estos en cualquier proceso de exportación: “Los documentos permiten cumplir con las regulaciones de los países importadores y exportadores, gestionar los riesgos inherentes al comercio internacional y evidenciar los contratos (compraventa, transporte, seguro, etc.) involucrados en toda transacción internacional”. (p.7).

Con base en el Ministerio de Hacienda de Costa Rica (2023), se menciona como primer paso para la exportación de cualquier tipo de mercancía el registro ante la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER) mediante la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE) y la administración aduanera, seguidamente se entregan los documentos los cuales tienen la información requerida para la exportación de dispositivos médicos, estos corresponden a los siguientes:

Factura comercial.

Según UPS (2023) la factura comercial es: “Una factura comercial es parte de la documentación de exportación e importación, y puede ser utilizada por las autoridades aduaneras para el cálculo de los impuestos y derechos de aduana que correspondan”. (párr.1). Por otro lado, Soto (2016) expresa que para la exportación de dispositivos médicos es aquella que demuestra y pone en firme la transacción entre el exportador y el importador, además indica que esta debe contener los siguientes puntos:

Debe contener datos de toda la información tanto del exportador con su respectivo identificación fiscal o número de NIT, país y datos completos del importador con su respectiva identificación fiscal y país, debe contener la moneda de la transacción, posición arancelaria, el Incoterm usado entre vendedor y comprador, el código, referencia, número de lote para cada ítem, cantidad, precio unitario y precio total. (p.56)

Lista de empaque

La lista de empaque detalla el contenido específico de cada paquete. Citando a PROCOMER (2016) la lista se define como: “ un complemento útil para la factura comercial, ya que suministra los detalles físicos de la carga, tales como: descripción, cantidad de productos, cantidad de cajas, peso y tamaño.” (p.6). Este documento es elaborado por el exportador y su principal objetivo es facilitar el reconocimiento de la mercancía dentro de un lote por parte de los inspectores de aduana.

Manifiesto de carga.

El manifiesto de carga tal como define PROCOMER (2016): “es el contrato con el transportista y ampara el transporte de mercancías ante las distintas autoridades.” (p.6). También, el documento oficial publicado por la Dirección General de Aduanas (2019) menciona que este documento se basa en las informaciones presentadas por el medio de transporte y cita : “Documento emitido por el responsable de transportar las mercancías; contiene la descripción de los bultos u otros elementos de transporte de cualquier clase a bordo del vehículo excepto los efectos postales y los de tripulantes y pasajeros.” (párr.8).

Declaración Única Aduanera (DUA).

En este documento están contemplados todos los datos necesarios para la salida de la mercancía, los cuales deben coincidir con los descritos en la factura comercial. Este escrito se tramita vía Web en la página de TICA. Cuando se envía electrónicamente el DUA por TICA, se queda en espera de la respuesta acerca de si la mercadería y documentos serán revisados. De acuerdo con la Dirección General de Aduanas de Costa Rica (2009) el DUA debe contener la siguiente información:

1. Identificación y registro tributario del importador y/o exportador.
2. Identificación del agente aduanero, cuando corresponda.

3. Identificación del transportista y del medio de transporte.
4. Régimen aduanero que se solicita.
5. País de origen, procedencia y destino de las mercancías, en su caso.
6. Número de manifiesto de carga.
7. Características de los bultos, tales como cantidad y clase.
8. Peso bruto en kilogramos de las mercancías.
9. Código arancelario y descripción comercial de las mercancías.
10. Valor en aduana de las mercancías.
11. Monto de la obligación tributaria aduanera, cuando corresponda (p.51).

En el caso del transporte de dispositivos médicos, cuando este documento ya se tiene, se pone a la disposición de la terminal de carga para entregarlo a la aduana, siguiendo los pasos establecidos por la Dirección General de Aduanas. Con este quedan todos los movimientos registrados en TICA (Ministerio de Hacienda) para que se haga uso de este cuando sea necesario. Como afirma la Dirección General de Aduanas (2009): “La declaración aduanera puede presentarse antes o después de la llegada del medio de transporte; para el despacho de la importación, la declaración aduanera se transmite siempre de forma electrónica, autodeterminada y prepagada” (p.52).

Certificado de origen.

El certificado de origen es un documento que será requerido si el exportador desea un trato arancelario preferencial en alguno de los mercados de los países, con los que Costa Rica cuenta con un Tratado de Libre Comercio (TLC) para respaldar lo anterior se cita a PROCOMER (2016) el cual lo define de la siguiente manera:

es un requisito para exportar bajo las condiciones de algún TLC o SGP. Este corresponde a un documento mediante el cual se certifica que la mercancía exportada es originaria de Costa Rica, siempre y cuando se cumplan con las reglas negociadas entre los países signatarios del acuerdo comercial. (p.6).

Este documento debe cumplir con ciertos requisitos al ser emitido para que ambas partes tengan acceso siempre que lo requieran. Según el Reglamento para la Emisión de Certificados de Origen y la Verificación de Origen de Mercancías Exportadas publicado por COMEX (2011) se refiere a que:

El interesado en exportar deberá declarar en el formato del certificado de origen el cumplimiento de las reglas de origen establecidas en el Acuerdo correspondiente suscrito por Costa Rica. Tal documento puede ser llenado en idioma español o inglés, sin perjuicio que la aduana del país donde se realiza la importación pueda requerir que el certificado se llene en el idioma que determine su legislación, lo anterior si así fue definido en el Acuerdo. (párr.1)

Carta de porte aéreo AWB/ BL

Los dispositivos médicos pueden ser exportados a través de vía marítima o aérea, de acuerdo con el medio de transporte que se contrate se deberá entregar el conocimiento de embarque correspondiente. Con base en PROCOMER (2016), se define la carta de porte aéreo como

El recibo dado por el transportista a su agente por las mercancías que van a embarcarse o han sido embarcadas en el buque. Este documento adopta diferentes denominaciones ya que depende del medio de transporte que se utilice, por ejemplo: si es aéreo se le denomina Guía Aérea o Carta de Porte si es terrestre (p.6).

El *Bill of Lading* (BL) es uno de los documentos más reconocidos a nivel internacional y uno de los más importantes en el movimiento de carga, según menciona Logística 360 (2021) “Es el contrato de transporte entre la naviera y el propietario de la carga. Es emitido por la naviera para confirmar que ha recibido la mercancía a bordo de uno de sus buques.” (párr.2).

El *Air Waybill* (AWS) es el documento que se utiliza para el medio de transporte aéreo, como dice el Instituto Superior de Logística Internacional (2022) su función es: “Prueba y evidencia la existencia de un contrato de transporte aéreo, así como determina el campo de

aplicación y responsabilidad por la operación realizada e identifica a los intervinientes y mercancías de esta.” (párr.2), También es conocida como carta porte o nota de consignación aérea.

Zonas Francas en Costa Rica

Las zonas francas en Costa Rica se han posicionado fuertemente, se encuentran alrededor de todo el país y son una fuente de empleo sumamente importante. Estas empresas son un gran apoyo económico y social, puesto que capacitan e impulsan el desarrollo, la innovación, la actualización tecnológica y de ahí sale una parte muy considerable de las exportaciones que realiza el país. El término de zona franca de acuerdo con la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1990) en la Ley de régimen de Zonas Francas N° 7210. lo define de la siguiente manera:

El Régimen de Zonas Francas es el conjunto de incentivos y beneficios que el Estado otorga a las empresas que realicen inversiones nuevas en el país, siempre y cuando cumplan los demás requisitos y las obligaciones establecidos en esta ley y sus reglamentos. (párr.1).

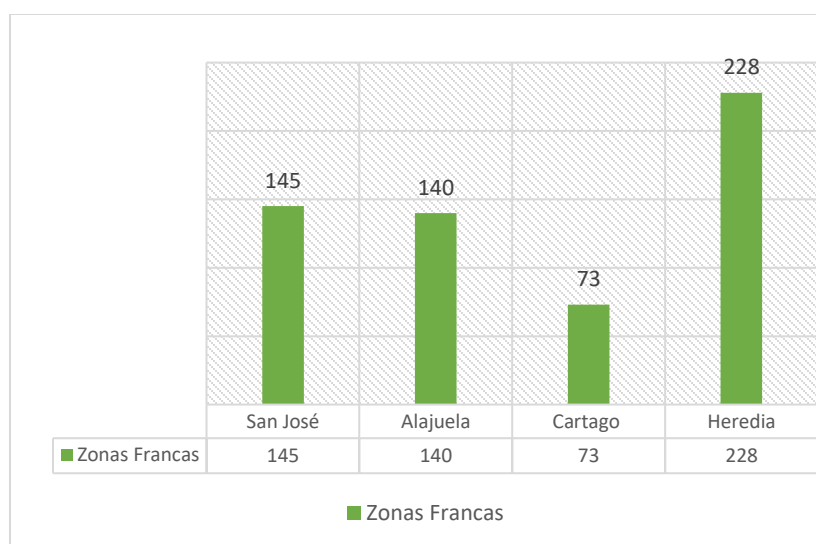
Con estos incentivos y beneficios se espera que las empresas dediquen la producción, mantenimiento, manufactura de bienes y servicios a las exportaciones permitiendo que exista un fortalecimiento de la oferta exportable del país, con mayor valor agregado y mano de obra más calificada. También, Costa Rica ha demostrado ser un país atractivo para la inversión extranjera directa, ya que cuenta con compañías muy importantes en la actualidad que trabajan con altos estándares de calidad y el país ha sabido responder.

Zonas francas del GAM

El Gran Área Metropolitana de Costa Rica (GAM) comprende las provincias de San José, Alajuela, Heredia y Cartago; es aquí donde se encuentra la mayor cantidad de población, por lo cual hace que sean las zonas que más llaman la atención para establecer empresas bajo el régimen de zona franca. Teniendo en cuenta datos consultados en la página de Procomer se obtiene que dentro del GAM se encuentran 517 zonas francas.

En relación con lo anterior, se puede ver en el Gráfico 9 cómo se distribuyen por provincia, además destacar que el lugar con mayor presencia de zonas francas en el Gran Área Metropolitana es Heredia con 228 y seguido por San José con 145 empresas. En el caso de Alajuela y Cartago es menor la cantidad, pero la diferencia no es demasiado grande, todas poseen gran cantidad de zonas francas y todas cumplen un papel muy importante en la economía y comercio de Costa Rica. Estas se pueden ubicar tanto dentro como fuera de parques industriales mientras cumplan con los requisitos que exige la Ley de Régimen De Zonas Francas.

Gráfico 8 Cantidad de zonas francas en el GAM



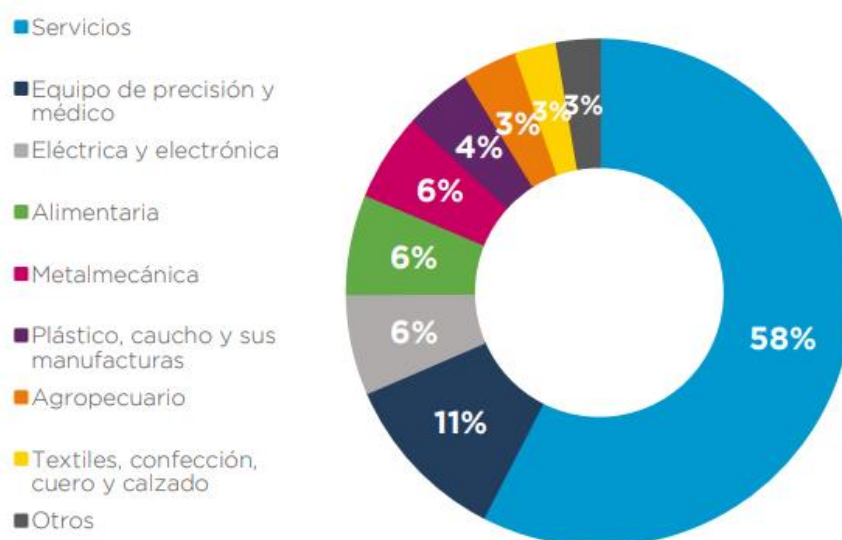
Nota: Elaboración propia con datos de Procomer. (2022)

Por otro lado, en una presentación que realiza Procomer (2018) basado en el artículo 17 de la Ley de Zonas Francas menciona que las empresas se dividen por categorías dependiendo si se dedican al área de manufactura en un sector estratégico, comercialización 100 % exportación, servicios en sector estratégico o administración de parques. Cada una de ellas debe cumplir con ciertos requisitos dependiendo de la categoría que se encuentre según lo estipulado en la ley.

Las zonas francas también se dividen en sectores productivos, es decir lo que hacen y ofrecen al mercado, si bien hay sectores más grandes que otros, en Costa Rica sobresalen dos muy importantes y de alto valor agregado para el país en todos los ámbitos. Estos son el sector de

servicios y el sector de equipo de precisión y médico, así lo ilustra Procomer (2018) mediante el Gráfico 10 que se muestra a continuación donde se puede ver que la mayor cantidad de empresas pertenecen a los sectores antes mencionados:

Gráfico 9 Empresas del RZF según sector productivo.



Nota. Elaborado por Procomer (2018)

Ley de Régimen de Zonas Francas

Para iniciar este apartado es importante definir el concepto de régimen, el cual según la RAE (2022) es: “Sistema político por el que se rige una nación” o también se puede entender como un “Conjunto de normas por las que se rige una institución, una entidad o una actividad”. (párr.1).

El Régimen de Zonas Francas pertenece a la Ley N°7210 el cual es definido en Costa Rica como el conjunto de incentivos y beneficios otorgados por el país a compañías que realizan nuevas inversiones y cumplen con los requisitos y obligaciones locales. Así lo plantea la Asamblea

Legislativa de la República de Costa Rica. (1990) donde además establece que objetivo principal del régimen para las empresas que decidan ingresar bajo esta modalidad es el siguiente:

El reglamento determinará qué se entenderá por inversiones nuevas en el país. Las empresas beneficiadas con este Régimen se dedicarán a la manipulación, el procesamiento, la manufactura, la producción, la reparación y el mantenimiento de bienes y la prestación de servicios destinados a la exportación o reexportación, excepto lo previsto en los artículos 22 y 24 de esta ley. (párr.1).

Requisitos de ingreso.

Tal como se expresa en el artículo 17 de la Ley de Régimen de Zonas Francas las empresas deben cumplir con ciertos requisitos para poder trabajar bajo esta modalidad, puesto que el país busca que se ajusten a los parámetros de los sectores estratégicos y además que cuenten con el valor monetario que se requiere para poder cubrir las obligaciones estipuladas. De acuerdo con una guía que facilita Procomer (2022) para las personas que estén interesadas en ingresar bajo esta modalidad se obtienen los siguientes requisitos generales:

1. Nivel mínimo de inversión: Cuando una empresa está interesada en aplicar al régimen de Zonas Francas, deberá realizar una inversión mínima nueva inicial, respaldada por activos fijos nuevos sujetos a depreciación y bienes inmuebles.
2. Nivel mínimo de empleo: Este nivel será establecido por la misma empresa, la cual se compromete a mantenerlo mientras esté gozando de los beneficios del Régimen. (p.7).

Adicionalmente, para las empresas manufactureras y de servicios existen requisitos adicionales los cuales se detallan a continuación:

Manufactureras -categoría f

- Pertenecer a un sector estratégico (si la compañía se ubica fuera del Gran Área Metropolitana, no es necesario pertenecer a un sector estratégico).
- La nueva inversión en el país tiene que estar sujeta al principio de movilidad internacional.
- Estar total o parcialmente exonerado o no sujeto al impuesto de la renta a la hora de aplicar al RZF.

Servicios -categoría c)

- Pertenecer a un sector estratégico.
- Cumplir con una nueva inversión.
- Estar exento del impuesto sobre la renta.
- Cumplir con el “índice de elegibilidad estratégica de servicios” (pp.8-9).

Base legal y características.

Llevar un registro formal es de especial relevancia para las empresas de Zona Franca, dado que hay que recordar que a estas empresas se les otorgan privilegios e incentivos especiales, por lo cual la ley requiere una contabilidad y mantenimiento de registros estrictos, especialmente a la hora de registrar bienes y servicios obtenidos por ellas con exoneración de impuestos. Es importante que los informes sean revisados periódicamente para verificar que las operaciones de la compañía cumplan sus obligaciones adecuadamente y validar el nivel de valor agregado que está generando.

También, Procomer tiene un papel muy importante, ya que es parte de la base legal. Las empresas deben firmar un contrato donde se reflejan los compromisos adquiridos por la empresa,

y las diferentes regulaciones establecidas para cada caso particular por el acuerdo ejecutivo que otorga el régimen. Lo anterior se respalda tal como lo plantea la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1990) donde indica que: “Procomer fiscalizará el cumplimiento de estos compromisos mediante el Informe Anual de Operaciones y las Auditorías periódicas.” (párr.3).

Las bases legales que rigen este régimen se mencionan de manera resumida en una presentación publicada por Procomer (2020) estas son:

- Ley 7210 y su reglamento
- Ley de creación de COMEX y Procomer
- Ley General de Aduanas y su reglamento (p.17)

Operaciones Dentro del Régimen.

Con base en la Ley de Régimen de Zonas Francas las empresas tienen que cumplir con lineamientos específicos, sin embargo, las mismas tienen permitido realizar diferentes acciones para el desarrollo de sus operaciones, estas se presentan en la Tabla 2 de manera resumida y con datos suministrados por Procomer (2022):

Tabla 3 Operaciones dentro del Régimen

Reinvertir dentro del régimen	ARTÍCULO 20 bis.- No se otorgará el Régimen de Zonas Francas a personas físicas ni jurídicas para operar ni desarrollar una empresa o proyecto de inversión ya beneficiado de los incentivos del Régimen, aunque haya sido al amparo de una persona física o jurídica distinta, salvo que se demuestre que es un proyecto nuevo o, en casos excepcionales, cuando la naturaleza y magnitud de las inversiones adicionales lo justifiquen; todo a juicio del Ministerio de
--------------------------------------	---

	Comercio Exterior y de conformidad con lo dispuesto en el reglamento de esta ley.
Pertenecer a más de una categoría de empresa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llevando cuentas separadas (en caso de categorías con tarifas de renta diferenciadas). 2. Activos y flujos separados por actividad. 3. Pago de canon respectivo por cada actividad.
Trámites aduaneros	<p>Debido al estatus que implica ser auxiliar de la función pública aduanera, las empresas beneficiarias podrán en ciertos casos elegir si realizan sus trámites aduaneros por sí mismos o por medio de un agente aduanal.</p> <p>Obligatoriamente a través de un agente aduanal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nacionalizaciones 2. Ventas locales 3. Liquidación de tributos por Venta de Edificios y Estructuras <p>Trámites que puede realizar la empresa o la agencia aduanal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Exportación. 2. Internamiento desde extranjero. 3. Internación desde otra empresa de Zona Franca. 4. Internamientos temporales en territorio nacional. 5. Movilización de mercancías a depósito u otras ubicaciones de la misma empresa. 6. Mensaje de solicitud de operaciones de Inventario (donación, destrucción, traslado y reciclaje).

	<p>Trámites que son obligación de la empresa:</p> <p>1. Fines e inicios de los viajes</p> <p>Sistema para trámites aduaneros SADAZF El sistema SADAZF, desarrollado por PROCOMER, le permite a su empresa de Zona Franca o a su agencia gestionar la autorización de los movimientos de mercancías ante Aduanas (exportaciones, internamientos, movilizaciones, etc.)</p>
Compras locales	<p>Dado la puesta en vigencia de impuesto IVA, y la facturación para este tipo de empresas, aclaramos que siempre y cuando los bienes o servicios que las empresas de ZF adquieran a nivel nacional sean útiles y necesarios para la administración, operación y producción estas compañías, podrá hacer uso del beneficio estipulado en el artículo 20 y 23 de la Ley 7210, comprándolos exentos de IVA.</p>
Subcontrato	<p>Las empresas de manufactura, que han ingresado al Régimen de conformidad con los incisos a) y f) del artículo 17 de la Ley, podrán subcontratar parte de su producción o de su proceso de producción con otros beneficiarios del Régimen y cualquier persona física o jurídica establecida dentro del territorio aduanero nacional, siempre y cuando al menos el cincuenta por ciento de la producción total de la empresa acogida al Régimen se realice en la empresa subcontratista.</p>
Vender en el mercado local	<p>La venta local es el procedimiento mediante el</p>

cual la empresa beneficiaria del Régimen de Zona Franca, introduce en el territorio aduanero nacional un porcentaje de sus ventas totales, es decir, de su producto final de exportación, sean estos bienes o servicios.

Nota. Elaboración propia con datos de Procomer (2022)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Enfoque

Para definir el enfoque es importante determinar la investigación, Hernández y Mendoza (2018) mencionan lo siguiente “La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema.” (p.4) Por lo tanto, su enfoque determina la ruta en la que esta investigación será planteada. También Hernández, *et al.* (2018) afirman: “Sin embargo, y debido a las diferentes premisas que las sustentan, desde el siglo pasado tales corrientes se “polarizaron” en dos aproximaciones principales de la investigación: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. (p.4).

Cualitativo

La presente investigación tendrá un enfoque cualitativo, esto debido a que el estudio en cuestión busca conocer el efecto que ha tenido la aplicación de ciertas tecnologías en la exportación de dispositivos médicos de Costa Rica. Al respecto, Hernández, *et al.* (2018) determinan que: “La investigación desde la ruta cualitativa se enfoca en comprender los fenómenos, explotándolos desde la perspectiva de los participantes en su ambiente natural y en relación con el contexto”. (p.390).

La razón principal de la presente investigación es conocer la aplicación de *Machine learning* como medio de IA y el efecto que este ha tenido en las exportaciones de dispositivos médicos en Costa Rica. Para tal fin, Hernández, *et al.* (2018) señalan que:

Los planteamientos cualitativos son una especie de plan de exploración (entendimiento emergente) y resultan apropiados cuando como investigador te interesa el significado de las experiencias y los valores humanos, el punto de vista interno e individual de las personas y el ambiente natural en que ocurre el fenómeno estudiado, así como cuando buscas una perspectiva cercana de los participantes. (p.400)

Es importante tomar en consideración que la tecnología ha revolucionado el mundo entero. Los avances son cada vez más novedosos y tienen un impacto no solo en uno si no en todos los sectores. En el campo de los dispositivos médicos se ha visto un avance considerable y un efecto en la economía de Costa Rica a través de las exportaciones que se realizan, es por eso por lo que conocer de qué tratan tecnologías como *Machine learning* e IA, cómo se aplica a la exportación de estos bienes es de gran sustento y permite ampliar la visión hacia el futuro próximo.

Para respaldar lo anterior, con base en el tipo de enfoque que se maneja en esta investigación, Hernández, *et al.* (2018) afirman que: “Por ello, a lo largo del trayecto cualitativo adquiere un punto de vista tanto “interno” como “externo” y una doble perspectiva: analiza los aspectos explícitos, conscientes y manifiestos, así como aquellos implícitos, inconscientes y subyacentes”. (p.9).

Diseño

Para definir el diseño de la investigación se cita a Hernández, *et al.* (2018), donde lo define como “Plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento”. (p.128). De manera que es importante definir el diseño cuidadosamente, porque de ahí dependerá que el trabajo realizado tenga mayores posibilidades de generar conocimiento y transmita el mensaje deseado.

Fenomenológico

Primero, es importante definir qué es el diseño de la investigación, al citar a Hernández, *et al.* (2018) se establece que: “En la ruta cualitativa es el abordaje general que se utilizará en el proceso de investigación.” (p.524).

En la presente investigación el tipo de diseño que se estará implementado es el fenomenológico, en vista de que se puede interpretar la tecnología como un fenómeno que ha llegado a darle la vuelta al mundo a través de cambios tecnológicos y diferentes alternativas. Este diseño tiene como propósito principal según Hernández, *et al.* (2018): “explorar, describir

y comprender las experiencias de las personas respecto a un fenómeno y descubrir los elementos en común de tales vivencias.” (p.548).

Asimismo, se tiene como finalidad disponer de la información necesaria para determinar cuáles son las características principales que tiene utilizar el *Machine learning* como medio de IA en materias de exportación de dispositivos médicos, por lo tanto dicha información será recolectada por medio de personas, empresas, compañías u organizaciones que tienen algún tipo de relación directa o indirecta con la exportación de dispositivos médicos, tal y como lo afirma Hernández, *et al.* (2018):

Primero, identificamos el fenómeno y luego recopilar datos de las personas que lo han experimentado, para finalmente desarrollar una descripción compartida de la esencia de la experiencia para todos los participantes lo que vivenciaron y de qué forma lo hicieron.. (p.549).

Es de suma importancia la explicación del fenómeno, ya que se necesita el mejor plan de estudio, con el fin de poder resolver el planteamiento y dejar en claro cualquier duda o interrogante que exista alrededor de la aplicación de *machine learning* como medio de IA que utilizan las empresas en las zonas francas del GAM para la exportación de dispositivos médicos. Dar a conocer esta información, permitirá ampliar el panorama a las últimas actualizaciones tecnológicas que se están utilizando en grandes compañías, además de poder visualizar a futuro nuevas oportunidades de crecimiento, expansión y distribución del sector exportador de dispositivos médicos.

Población y Muestra

Población.

Según Hernández, *et al.* (2018) la población es: “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. (p.199). Es importante tomar en cuenta que la población que se determine sea accesible en tiempo y lugar con el fin de que cuando se necesite tomar una unidad de interés o algún caso relacionado para el proceso de análisis se pueda llegar a esto de manera fácil y rápida. Para este trabajo se tomará como población a todas aquellas empresas que se encuentren dentro de las zonas francas del GAM en Costa Rica y que utilicen *Machine Learning* como medio de IA para la exportación de dispositivos médicos.

Según Hernández, *et al.* (2018) se debe tomar en cuenta lo siguiente a la hora de elegir una población:

Una deficiencia que se presenta en algunos trabajos de investigación es que no describen lo suficiente las características de la población o consideran que la muestra la representa de manera automática. Por ello, es preferible establecer tales características con claridad, con la finalidad de delimitar cuáles serán los parámetros muestrales. (p.198).

Por esta razón, se delimita esta investigación a las zonas francas que se ubiquen únicamente dentro del GAM, debido a que Costa Rica cuenta con muchas zonas francas a lo largo y ancho del país lo cual provocaría que no sea tan factible desarrollar el trabajo de análisis dentro del tiempo determinado. Además, es importante tomar en cuenta estos aspectos desde el inicio como lo menciona el autor para evitar que a la hora de seleccionar la muestra esta sea sumamente grande y difícil de clasificar, evaluar y analizar.

Muestra.

Mencionan Hernández, *et al.* (2018) que una muestra es: “En la ruta cualitativa, es el grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos,

sin que necesariamente sea estadísticamente representativo del universo o población que se estudia”. (p.427).

En este caso, la muestra se tomará de aquellas empresas exportadoras de dispositivos médicos los cuales apliquen *machine learning* como medio de IA, se realizará a diez sujetos y de índole intencionada. El objeto de estudio será el *Machine Learning* como medio de IA para la exportación de dispositivos médicos, por lo cual se pretenderá realizar un muestreo de zonas francas del GAM, compañías de dispositivos médicos, personas, instituciones de índole similar y entes relacionados directa o indirectamente, siempre y cuando se adapten al tema que se investiga.

El muestreo cualitativo está normalmente orientado por uno o varios propósitos. Las primeras acciones para elegir la muestra ocurren desde el planteamiento mismo y cuando seleccionas el contexto, en el cual esperas encontrar los casos o unidades de muestreo que te interesan. En las investigaciones cualitativas te cuestionas qué casos requieres inicialmente y dónde puedes encontrarlos. (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018, pág. 426).

Se utilizará este tipo de muestra porque el estudio en cuestión busca conocer cómo se implementa el *Machine Learning* como medio de IA en el proceso de exportación de dispositivos médicos en las empresas ubicadas en las zonas francas del GAM y qué impacto tienen en las exportaciones de Costa Rica para el 2023, desde la experiencia de las personas que de alguna manera, ya sea directa o indirectamente, están relacionadas con este sector que puedan tener un panorama amplio de las proyecciones que surjan en este tema para el año que se desea analizar.

Tabla 4 Muestra

# Entrevistado	Puesto	Razón
Entrevistado 1	Científico de datos	Generación de modelos predictivos para las necesidades del negocio.
Entrevistado 2	Desarrollador senior, Ingeniero en sistemas.	Desarrollo de <i>software</i> , automatización.

Entrevistado 3	Director de proyectos, ingeniero en <i>Machine Learning</i>	Dirección de proyectos basados en automatización de procesos.
Entrevistado 4	Especialista en aplicaciones	Diseño, desarrollo y actualización de aplicaciones para solución de problemas.
Entrevistado 5	Analista de negocio, desarrollador de <i>software</i>	Diseñar, desarrollar e implementar soluciones técnicas según necesidades del negocio.
Entrevistado 6	Científico de datos, ingeniero en <i>Machine Learning</i>	Desarrollador de modelos predictivos desde el punto de vista de ML para la automatización de procesos y reducción de tiempo.
Entrevistado 7	Especialista en <i>Machine Learning</i> y análisis de datos	Analizar datos para modelos basados en ML de acuerdo con las necesidades del negocio.
Entrevistado 8	Desarrollador de <i>software</i> , análisis de datos	Soporte en la creación de aplicaciones creadas según las necesidades de la empresa.
Entrevistado 9	Profesional en transformación digital, ingeniero en sistemas	Desarrollo de proyectos a través de <i>software</i> para creación de estrategias de resolución de problemas.
Entrevistado 10	Consultor de ventas aplicaciones de <i>software</i> , ingeniero en computación	Encargado de ventas de <i>software</i> a empresas del sector médico para automatización de procesos.
Entrevistado 11	Ingeniero en <i>software</i> ,	Soporte en el área de mejora

	especialista en <i>Machine Learning</i>	continua para la automatización de procesos a través de proyectos.
Entrevistado 12	Gerente general, ingeniero en ciencia de datos	Desarrollador de sistemas basados en IA y aprendizaje automático para traducción de etiquetas y creación de facturas de exportación de dispositivos médicos.

Nota: Elaboración propia (2023)

Unidades de Análisis

Las unidades de análisis generan las categorías pertinentes para el planteamiento del problema y explicar el fenómeno en estudio, pero, también, puede surgir paulatinamente y deben ser relevantes:

1. El investigador revisa todo el material (conjunto de datos).
2. Se identifica un tipo de segmento para ser caracterizado como unidad constante .
3. Codificar para determinar pertinencia: codificación abierta (comparar unidades de análisis para determinar categorías relevantes para el planteamiento del problema).
4. El investigador puede mantener o cambiar la unidad.
5. UNIDAD – CATEGORÍA – CODIFICACIÓN (todas relacionadas unas con otras).
6. Categorías de análisis: técnicas para generarlas:

- a. **AGRUPAMIENTO:** anotar temáticas vinculadas al planteamiento, señalar cuáles son comunes (se repiten una y otra vez) y por último se agrupan.

- b. **TÉCNICAS DE ESCRUTINIO:**
 - i. **REPETICIONES:** la más fácil para identificar categorías.

 - ii. **CONCEPTOS LOCALES** o usados frecuentemente en el contexto del estudio (expresiones reveladoras propias del ambiente al que pertenece el colaborador).

 - iii. **METÁFORAS Y ANALOGÍAS** (ayuda a localizar categorías con significado).

 - iv. **TRANSICIONES:** cambios que ocurren de manera natural en conversaciones e interacciones).

 - v. **SIMILITUDES Y DIFERENCIAS** (del lenguaje verbal y no verbal).

 - vi. **CONECTORES LINGÜÍSTICOS Y ADVERBIOS, PRONOMBRES O SIMILARES** (grupos de palabras y términos que las conectan).

 - vii. **DATOS PERDIDOS O NO REVELADOS** (preguntarse qué falta o perdido).

MATERIAL VINCULADO A LA TEORÍA (se examina el ambiente o contexto, las perspectivas de los participantes y sus percepciones y lo que piensan de otras personas, entre otros. Relación entre las categorías y las preguntas de investigación y también buscar nuevas perspectivas.

Tabla 5 Cuadro de unidades

Objetivo	Unidad	Categoría	Def. Conceptual	Instrumento	Item
Examinar las empresas de zonas francas del GAM que podrían vincular IA y <i>Machine Learning</i> para la exportación de dispositivos médicos en las zonas francas del GAM.	Vinculación	Predicción de demanda Automatizar Optimizar Reducción de costos Competitividad Retos de implementación	De acuerdo con Martínez, Leyva y Barraza (2010), la vinculación consiste en establecer la relación entre dos o más objetos, acontecimientos o variables cualesquiera, que puede definirse como una simple vinculación recíproca no causal entre sus características o propiedades, cuya intensidad puede medirse mediante una comparación estadística de la frecuencia con que aparecen ambos factores. (p.1).	Cuestionario	De la pregunta 1 a la 5.

<p>Determinar las características principales sobre la aplicación de <i>Machine Learning</i> como medio de IA en la exportación de dispositivos médicos.</p>	<p>Características</p>	<p>Análisis de datos Atención al cliente Tiempos de entrega Seguridad Toma de decisiones</p>	<p>De acuerdo con Estellés y Alcina (2007) las características constituyen conceptos en sí mismos y también sirven para describir conceptos. Para describir una característica debemos conocer su naturaleza, la clase de conceptos a la que pertenece, el campo temático donde aparece, su importancia en la descripción de conceptos, su relación con otros conceptos, etc. (p.2).</p>	<p>Cuestionario</p>	<p>De la pregunta 6 a la 9.</p>
<p>Identificar el plan de acción que podrían tomar las empresas de dispositivos médicos a la hora de incluir <i>Machine Learning</i> como medio de IA para la exportación.</p>	<p>Plan de acción</p>	<p>Metodología Capacitación Actualización Departamentos Seguimiento</p>	<p>Según Mayorga, Moya, Sailema y Villacís (2014) Un plan de acción es un modo de asegurarnos de que la visión de nuestra organización se concrete. Describe el modo en que el grupo empleará las estrategias para el</p>	<p>Cuestionario</p>	<p>De la pregunta 10 a la 14.</p>

			alcance de sus objetivos. (párr.8).		
--	--	--	-------------------------------------	--	--

Nota: Elaboración propia (2023)

Instrumento

Desde el punto de vista de Hernández y Mendoza (2018) un instrumento se considera adecuado cuando registra “datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente”. (p.228). Los instrumentos son utilizados para que el investigador sea capaz de recolectar los datos necesarios para sustentar y analizar el trabajo de investigación, sin embargo, esto puede variar dependiendo del tipo de enfoque y diseño de investigación que se esté desarrollando.

Para efectos de la presente investigación se recolecta esta información a través de entrevistas a la muestra seleccionada para realizar el debido análisis, también se utilizará en medios de apoyo como artículos, libros, publicaciones de las empresas más reconocidas en tecnología y exportadoras de dispositivos médicos. Como expresa Arias (2020), el instrumento de investigación se debe elegir para atender lo siguiente: “Se deben elaborar los instrumentos teniendo en cuenta la situación problemática del estudio y el problema general, en caso tenga una operacionalización de variables, las preguntas se deben alinear a los indicadores y la escala de medición.” (p.36).

Entrevista

Para definir el concepto de entrevista se cita Hernández y Mendoza (2018) donde indican que “Las entrevistas implican que una persona entrenada y calificada (entrevistador) aplica el cuestionario a los participantes; el primero hace las preguntas a cada entrevistado y anota las respuestas. Su papel es crucial, resulta una especie de filtro”. (p.269).

Con respecto a cómo debe ser el cuestionario, también Hernández y Mendoza (2018) resaltan que “Cuando el cuestionario se aplica mediante entrevista, la mayoría de tales elementos son explicados por el entrevistador. El cuestionario debe ser y parecer corto, fácil y atractivo”. (p.269).

La presente investigación utilizará las entrevistas con el fin de ampliar la información y obtener más conocimiento en el campo de exportación de dispositivos médicos, tecnología y desarrollo comercial. Al ser un tema tan novedoso es importante comprender la funcionalidad de los sistemas para luego analizar cómo todo se entrelaza con el fin de cumplir el objetivo principal el cual corresponde a la exportación y las proyecciones para el año 2023. Las entrevistas se realizarán, en la medida de lo posible, de manera presencial para fortalecer la experiencia que se transmite a través de la escucha y enriquecer la investigación con datos más detallados .

Proceso de Recolección de Datos

El proceso de recolección de datos se realizará inicialmente con la identificación de las empresas ubicadas en las zonas francas del GAM que se dedican específicamente a la exportación de dispositivos médicos y que aplican *Machine Learning* como medio de IA para su distribución. Posteriormente, se utilizarán las fuentes primarias que corresponden a diez personas entrevistadas que tengan relación con el proceso de exportación de estos dispositivos dentro de las empresas anteriormente identificadas y que puedan brindar grandes aportes a la presente investigación. Además de la consulta de libros, documentos oficiales de las empresas e informes de investigación, también se obtendrá información por medio de fuentes secundarias: libros, artículos, y cualquier otro medio de información escrita digital o física que tengan relación con el tema en estudio.

Tanto la investigación por medio de fuentes primarias y secundarias se realizará con el fin de obtener datos que ayuden al desarrollo de la investigación y a conocer el proceso de aplicación de *Machine Learning* como medio de IA para la exportación de dispositivos médicos que realizan las empresas de las zonas francas del GAM. Asimismo, se pretende investigar qué proyecciones existen para el año 2023. Las entrevistas serán de manera presencial, así como también por medio de videoconferencias, para que de esta manera, a pesar de no tener contacto físico con el

entrevistado, tener una mayor facilidad a la hora registrar de primera mano toda la información dada por las personas con conocimiento en el tema. Según Hernández y Mendoza (2018) la recolección de datos es importante porque:

Para el enfoque cualitativo, al igual que para el cuantitativo, la recolección de datos resulta fundamental, solamente que su propósito no es medir variables para llevar a cabo inferencias y análisis estadístico. Lo que se busca en un estudio cualitativo es obtener datos (que se convertirán en información) de personas, otros seres vivos, comunidades, situaciones o procesos en profundidad; en las propias “formas de expresión” de cada unidad de muestreo. (p.443).

Al recolectar estos datos se espera poder captar todas aquellas formas de expresión, percepción, emociones, experiencias vividas y roles que tienen como finalidad poder analizar, comprender y responder a los objetivos planteados en la investigación. Una vez obtenida toda esta información, se procederá a realizar la categorización de la información para ejecutar el análisis de datos los cuales pueden ser agrupados por temas en común entre una respuesta y otras que serán brindadas por los entrevistados, esta categorización se desarrollará en la unidad de análisis y una vez finalizado el análisis de resultados se procederá a realizar las conclusiones pertinentes al tema en estudio.

Fuentes de Información

Las fuentes de información según Hernández y Mendoza (2018) son aquellas que nos generan datos para sustentar la investigación, estas fuentes pueden ser: a) pruebas de laboratorio (mediciones estandarizadas que producen datos cuantitativos), b) entrevista a profundidad en la cual se incluyen preguntas cerradas o abiertas.” (p.534) Por lo tanto, la elección de buenas fuentes de información respalda el análisis realizado en la investigación de manera que el lector tendrá un panorama bastante amplio.

Fuente Primaria

Con el fin de definir las fuentes primarias se hace referencia a lo descrito por Hernández y Mendoza (2018) donde afirman que:

En todas las áreas de conocimiento, las fuentes primarias más utilizadas para elaborar marcos teóricos son libros, artículos de revistas científicas y ponencias o trabajos presentados en congresos, simposios y eventos similares, entre otras razones porque son las que sistematizan en mayor medida la información, profundizan más en el tema que desarrollan, son examinadas y arbitradas por investigadores o profesionales experimentados (pares o colegas) y resultan altamente especializadas, además de que se puede tener acceso a ellas por internet. (p.76)

De acuerdo a lo anterior, es importante a la hora de determinar las fuentes primarias que aquellas que estamos eligiendo sean realmente útiles para la investigación, que respondan a los objetivos, que sean confiables y que abarquen temas de mucha similitud a lo que se pretende estudiar, las fuentes primarias son las encargadas de dar forma al objeto en estudio y brindar conocimiento, es por eso que si no se eligen de manera adecuada es posible que se desvíe el tema central y no se lleguen a cumplir con los objetivos planteados.

A la hora de seleccionar estas fuentes existen varios puntos que son importantes tomar en cuenta según Hernández y Mendoza (2018) estos son:

- Cercanía o similitud a nuestro planteamiento (utilidad).
- Mismo enfoque (cuantitativo, cualitativo o mixto). La mayoría de las referencias deben pertenecer al tuyo; de los estudios basados en otras rutas básicamente tomarías definiciones y conceptos. Desde luego, cuando verdaderamente no hay referencias de tu ruta, debes apoyarte en trabajos previos, aunque sean de otros enfoques.
- Semejanza a tu método y casos o muestra.
- Fecha de publicación o difusión (cuanto más reciente, mejor).

- Que consista en una investigación empírica (recolección y análisis de datos).
- Rigor y calidad del estudio (cuantitativo, cualitativo o mixto)

Es importante tener la capacidad de distinguir aquella información que aunque contiene datos similares no tienen ninguna relación con el tema que se está investigando, la información debe estar lo más relacionada posible para poder utilizarse como medio de apoyo y obtener un resultado confiable, además como se menciona en los puntos anteriores los datos deben ser recientes para evitar que la información que se está consultando no tenga validez, el mundo constantemente se está actualizando lo cual implica que cualquier investigación que se realice debe también ser actualizada y enfocada al mundo actual o proyectado a futuro en caso de que la naturaleza del tema lo permita.

Para efectos de esta investigación se tomarán como fuentes primarias todos aquellos recursos que contengan datos formales y originales en relación al tema en estudio como por ejemplo las entrevistas realizadas a las personas las cuales trabajan directamente con las tecnologías que serán analizadas, libros, tesis, noticias, publicaciones, archivos, informes técnicos y de investigación, documentos oficiales de las empresas exportadoras de dispositivos médicos, tecnología y comercio internacional.

Fuente secundaria

Para comprender el término de fuente secundaria se cita a Jaén (2019) donde menciona que este tipo de fuentes son aquellas que: “Las fuentes secundarias surgen de la transformación (mediante el análisis, resumen e indización) de las fuentes primarias. Contienen información primaria reelaborada, sintetizada y reorganizada, lo que permite el acceso a las fuentes primarias.” (p.10) Algunos ejemplos que menciona Jaén (2019) son:

Los catálogos de acceso público en línea (OPAC), las bibliografías, los boletines bibliográficos (sumarios y resúmenes), los inventarios y las bases de datos, constituyen las fuentes secundarias. Están diseñadas para facilitar y permitir el acceso a las fuentes primarias y a sus contenidos. (p.10)

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las unidades de análisis son aquellas definidas por el investigador para realizar las mediciones o el estudio en cuestión, estas se derivan de los objetivos específicos. Indican los tópicos en los cuales se basaron las interrogantes para la formulación del instrumento de comprobación. De acuerdo con Hernández, *et al.* (2018) una unidad de análisis indica lo siguiente: “La unidad de análisis indica quiénes van a ser medidos, es decir, los participantes o casos a quienes en última instancia vamos a aplicar el instrumento de medición.” (p.183).

En este capítulo, se presentarán y desarrollarán los resultados obtenidos por medio de las entrevistas realizadas a las diferentes personas a las cuales se les solicitó ayuda con información relevante sobre el uso que dan o darían al *Machine Learning* como medio de IA en los procesos de exportación de dispositivos médicos desde las Zonas Francas del GAM en Costa Rica en el año 2023 y su respectivo análisis de los datos obtenidos en el proceso.

Para comenzar, se muestra la tabla de Unidades y Categorías de Análisis. Seguidamente se realiza la descripción y el análisis de cada categoría, donde la investigadora, con base en la información obtenida por medio de las entrevistas y la teoría obtenida durante el proceso de investigación, podrá comparar ambos elementos e interpretar los resultados. De esta manera logra resolver el problema planteado en un inicio. Cada una de las unidades de análisis responde a un objetivo específico y a su vez las categorías responden a estas unidades de análisis.

Tabla 6 Unidades y Categorías de Análisis

Unidad	Categorías
Vinculación	<ol style="list-style-type: none">1. Predicción de demanda2. Automatizar3. Optimizar4. Reducción de costos5. Competitividad

	6. Retos de implementación
Características	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de datos 2. Atención al cliente 3. Tiempos de entrega 4. Seguridad 5. Toma de decisiones
Plan de acción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metodología 2. Capacitación 3. Actualización 4. Departamentos 5. Seguimiento

Nota: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas (2023)

Unidad de Análisis 1: Vinculación

La primera unidad de análisis tiene como finalidad dar a conocer datos relevantes sobre la posible vinculación de *Machine Learning* como medio de IA en la exportación de dispositivos médicos desde las empresas que operan en las Zonas Francas del GAM en Costa Rica. Esta unidad juega un papel muy importante, dado que al ser tecnologías muy modernas al ser incorporadas permite agilizar procesos, reducir tiempos de entrega, minimizar riesgos, obteniendo como resultado una mejora en la relación comercial con los clientes y también brinda a las empresas la oportunidad de colocarse de manera muy competitiva dentro y fuera del territorio costarricense. Las categorías señaladas por los entrevistados con respecto de la primera unidad de estudio fueron las siguientes:

1. Predicción de demanda
2. Seguimiento de producto
3. Automatizar
4. Optimizar
5. Reducción de costos
6. Competitividad

A continuación, se describe cada una de las categorías de análisis las cuales fueron tomadas según las respuestas más relevantes junto con los temas que más se abordaron y se puntualiza la información obtenida de las respuestas de los entrevistados, para posteriormente, realizar una comparación de los resultados de las respuestas en las entrevistas con la teoría planteada en la investigación según las fuentes de información y por último se analizará la información.

Categoría 1: Predicción de demanda

Descripción.

Según lo indicado por los entrevistados a través del cuestionario y las diferentes fuentes consultadas, se conforma la categoría uno de la primera unidad que hace referencia a la aplicación de *machine learning* en sistemas para predicción de demanda. Esto es fundamental para la empresa a la hora de preparar los pedidos de cada cliente que serán exportados. Lo anterior se evidencia en los siguientes comentarios:

“Se puede usar algoritmos de redes neuronales artificiales para la estimación de demanda futura utilizando datos multivariados e históricos. Se podría hablar de KPIs más relevantes o robustos y modelos de estimación de demanda más complejos lo que les permite ajustar la operación de la empresa a contextos más probables.” (Entrevistado 8)

“Para la previsión de demanda sería otra buena aplicación. Utilizando previsión se pueden también minimizar riesgos, como también minimizar u optimizar inventarios bajando costos de almacenamiento.” (Entrevistado 11)

“Automatiza tareas repetitivas y optimizar procesos, puede ayudar a predecir la demanda de productos específicos, mejora en la seguridad.” (Entrevistado 1)

“Predicción de demanda: el aprendizaje automático y la inteligencia artificial pueden ayudar a las empresas a predecir la demanda de productos específicos en diferentes mercados, lo que les permite adaptar su oferta a las necesidades de los clientes.” (Entrevistado 2)

“Identificación de patrones y tendencias, usados para la toma estratégica de decisiones. 2-Análisis predictivo, éste es uno de los más importantes beneficios; el análisis predictivo permite a las compañías pronosticar su demanda e identificar riesgos y oportunidades.” (Entrevistado 3)

Análisis.

De acuerdo con lo expresado por los entrevistados uno de los usos que las empresas exportadoras de dispositivos médicos podrían darle al *machine learning* son en sistemas que les permitan predecir la demanda, al manejar esto eficientemente la empresa puede obtener información valiosa de cómo están sus mercados, tomar decisiones de precios, capacidad de almacenamiento y crecimiento. Citando un informe realizado por Madariaga, Lao, Curra, y Lorenzo (2020) se menciona que:

El hecho de que las empresas comercializadoras puedan predecir la demanda que tendrán sus productos en el mercado, sería la garantía de poder diseñar óptimamente las estrategias del encadenamiento de las tareas que conforman al proceso comercial, lo cual sin lugar a duda potenciará sus niveles de comercialización y conllevaría al éxito de su gestión. (p.356)

Categoría 2: Automatizar

Descripción.

En esta categoría se muestra una de las principales funciones que tiene la vinculación de *machine learning* e IA. La automatización según Zapata, Topón y Tipán (2021) se define de la

siguiente manera: “Viene del griego autos que significa “por sí mismo”, y maiomai, lanzar. Traduciendo estos términos, automatización significa “actuar por sí mismo” (p.16). Es muy importante que las empresas apuesten por automatizar todas las tareas que por su naturaleza lo permitan ya que, según Zapata, *et al.* (2021) “la automatización permite reducir y optimizar los procesos de producción actuando directamente sobre la máquina”. (p.16). Los entrevistados se refieren a lo siguiente:

“La empresa puede utilizar el aprendizaje automático (machine learning) como una herramienta para automatizar y optimizar diferentes aspectos del proceso de exportación. Automatiza tareas repetitivas y optimizar procesos, puede ayudar a predecir la demanda de productos específicos, mejora en la seguridad”. (Entrevistado 2)

“Todas las exportaciones deben tener una etiqueta con una traducción entonces nosotros automatizamos a través de ML e IA el proceso de traducción y este se convierte en una factura o proforma. A través del entrenamiento que se le ha dado ya el sistema reconoce el tipo de etiqueta y la información que esta trae.” (Entrevistado 12)

“Empresas dedicadas a la exportación, o con gran participación en esta actividad, se benefician enormemente de este tipo de tecnologías vinculándolas a la automatización de procesos como la toma de decisiones.” (Entrevistado 4)

“Modelos Automatizados: para automatizar la clasificación de bienes en el comercio, reduciendo el riesgo de errores y aumentando la eficiencia.” (Entrevistado 3)

Análisis.

En la actualidad, las empresas que cuentan con la mayor parte de sus sistemas automatizados tienen ventajas competitivas sobre otras que aún no tienen la oportunidad de incluir tecnología en sus procesos por diferentes razones, las que sí apuestan por automatización suelen ser más eficaces y por lo general el movimiento de mercancías es bastante alto y fluido. Para que un sistema pueda funcionar por sí solo, Zapata, *et al.* (2021) plantea que se debe utilizar diferentes

tecnologías para monitorear y controlar máquinas sin intervención humana, un gran ejemplo de esto es el *machine learning* y la IA según lo planteado.

Categoría 3: Optimizar

Descripción.

En esta categoría número 3 se habla de optimizar, la RAE (2022) define esta palabra de la siguiente manera: “Buscar la mejor manera de realizar una actividad” (párr.1) las empresas deben buscar siempre los mejores resultados posibles dentro de un mundo tan globalizado y competitivo, además el mercado de dispositivos médicos al ser uno de los más grandes en Costa Rica debe constantemente buscar mejora continua para ofrecer a sus clientes productos de calidad. Por esta razón es que tecnologías como el aprendizaje automático e IA son incorporadas con el fin de optimizar procesos según lo mencionan los expertos entrevistados a continuación:

“Optimización de los distintos procesos de exportación, realizar predicciones sobre mercados que afecten el proceso de exportación.” (Entrevistado 7)

“Para temas de logística se podría se podrían implementar sistemas de IA, tanto para la optimización de rutas, como para la optimización en el armado de los containers o transportes.” (Entrevistado 11)

“Mejora en la eficiencia: al automatizar tareas repetitivas y optimizar procesos, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial pueden ayudar a las empresas a reducir costos, aumentar la velocidad de los procesos y mejorar la precisión de las decisiones.” (Entrevistado 2)

“Las razones principales para que una empresa elija utilizar estos sistemas, es principalmente la mejora y eficiencia en sus procesos, seguridad, y mejora en los canales de atención a sus clientes.” (Entrevistado 4)

Análisis.

Las empresas de dispositivos médicos ubicadas en las Zonas Francas del GAM en su mayoría son empresas muy desarrolladas y aunque actualmente no todas utilizan *machine learning* como medio de inteligencia artificial los expertos saben que sin duda estas tecnologías optimizan de muchas formas los procesos de exportación y la logística que implica. Por lo que es muy importante que las empresas evalúen las necesidades y posibilidades para incorporar este tipo de tecnologías en un futuro cercano. El Instituto de Ingeniería del Conocimiento (2022) menciona que: “El Machine Learning y la optimización son útiles cuando tenemos muchos datos para representar situaciones que puedan repetirse en el futuro.” (párr.3).

Categoría 4: Reducción de costos

Descripción.

La reducción de costos es un aspecto que las empresas deben evaluar con regularidad para no caer en gastos innecesarios y que puedan aprovecharse de una manera distinta, por eso en esta categoría se habla de cómo las empresas de dispositivos médicos podrían reducir los costos de operación a la hora de exportar mediante *machine learning* como medio de IA. Según SICEX (2021) “Una de las mejores formas de reducir los costos logísticos, laborales, evitar daños en los productos, ahorrar costos de producción y seguir siendo más productivo es utilizar nuestro sistema de carga automática.” (párr.4). A continuación, la opinión de los entrevistados:

“Agilidad, ajuste de costos, cálculo de posibles escenarios que involucra cambios en costes de materias primas, transportes, impuestos, dólares etc.” (Entrevistado 1)

“El aprendizaje automático y la inteligencia artificial pueden ayudar a las empresas a reducir costos, aumentar la velocidad de los procesos y mejorar la precisión de las decisiones.” (Entrevistado 2)

“Reduciendo costos, haciendo los procesos más eficientes.” (Entrevistado 9)

“Mejor conocimiento de su entorno y manejo del producto, reducción de costos, mayor veracidad de datos.” (Entrevistado 5)

“Reducción de costos, tiempo y el aprovechamiento de mejores y mayores nichos de mercado.” (Entrevistado 6)

“Reducción de costos de envío, mejora de tiempos de entrega, mayor satisfacción de los clientes.” (Entrevistado 10)

“Disminución de costos. Mejora en los tiempos de entrega. Seguridad, si se usa la inteligencia artificial en el monitoreo.” (Entrevistado 11)

Análisis.

Muchos de los entrevistados coinciden en que la aplicación de *machine learning* en el proceso de exportación de dispositivos médicos ayuda indudablemente a la reducción de costos, por lo que es de suma importancia que las empresas que aún no utilizan estos sistemas analicen la posibilidad de invertir para la obtención de mejores ganancias. SICEX (2021) afirma: “Para las empresas, reducir los costos logísticos siempre ha sido la prioridad número uno.” (párr.2) También Bock, Mangalampalli y Rispoli (2019) comentan:

El costo de las operaciones y la escala y complejidad de datos que crecen continuamente constituyen obstáculos críticos. La inversión continua en soluciones de datos habilitadas por la IA puede ayudar a las firmas a innovar, mejorar servicios y reducir costos. (p.8).

Categoría 5: Competitividad

Descripción.

Las empresas actualmente deben ser competitivas, deben ser capaces de mantener su desarrollo y crecimiento y velar por ofrecer productos y servicios de calidad. Si una organización es competitiva es capaz de lograr los objetivos que se propone mediante estrategias efectivas, además crea bases fuertes para desarrollarse en el sector económico al que se dedica. Es por esto por lo que la categoría número 5 habla sobre la competitividad que pueden alcanzar al incorporar *machine learning* según los expertos al indicar lo siguiente:

“Competitividad, te da una ventaja sobre las demás empresas costarricenses, reducción de costos y tiempos dentro de las organizaciones en un 90%.” (Entrevistado 12)

“Ventaja competitiva y tecnológica. - Eficiencia operacional que lleva a reducción de costos y entregas. - Incrementar el alcance a sus clientes mediante la personalización.” (Entrevistado 3)

“La IA y el ML son herramientas que mejoran la competitividad de la empresa.” (Entrevistado 8)

“Mayor capacidad de adaptación: Utilizando técnicas de aprendizaje automático e IA, las empresas pueden ser más flexibles y adaptativas a los cambios del mercado y a las necesidades de sus clientes, lo que les permite obtener una ventaja competitiva.” (Entrevistado 2)

Análisis.

Tal como mencionan los entrevistados, esta competitividad que les ofrece la vinculación de *machine learning* e IA en los procesos de exportación a las empresas de dispositivos médicos permite que se posicionen ante el mundo y la competencia como una organización robusta, reconocida y preferida por los diferentes clientes. Al respecto, Leiva y Alonso (2019) expresan que “la creación y sostenibilidad de una ventaja competitiva de una empresa es un resultado que se

obtiene a través de la eficiencia en la utilización de sus dotaciones de recursos y capacidades.”
(p.31) También Leiva, *et al.* (2019) brinda esta valiosa definición de tener una ventaja competitiva.

En cuanto a la definición de ventaja competitiva, esta se obtiene cuando una firma implementa una estrategia de creación de valor, la cual no está siendo implementada de forma simultánea por ningún competidor actual o potencial. Por su parte, la obtención de una ventaja competitiva sostenida no se expresa en función del tiempo, sino más bien de la capacidad que tiene una empresa de sostener su ventaja competitiva aun cuando otras intentaron replicar sin éxito su estrategia. (p.31).

Categoría 6: Retos de implementación

Descripción.

A pesar de los muchos beneficios que ofrece implementar *machine learning* e IA en los procesos de exportación de dispositivos médicos, es importante que las empresas realicen una evaluación profunda de las posibilidades y las herramientas con las que cuentan para poder llevar a cabo un plan donde se incluyan estas tecnologías y se adapten a las necesidades que se tienen. Por esta razón, en la categoría número 6 se menciona lo dicho por los entrevistados sobre los diferentes retos que existen a la hora de pensar en incluir ML e IA:

“El principal reto en la adopción de estas tecnologías es la inversión, ya sea a nivel económico si se realiza por medio de adquisición, y además de la inversión en capacitación y/o contratación de personal capacitado en el desarrollo y manejo de estas tecnologías. Si bien es cierto es un campo en el que se viene desarrollando cada vez más, todavía existe una barrera considerable que impide muchas veces a empresas en la participación y adopción de estas tecnologías.” (Entrevistado 4)

“El mayor riesgo es fallar, porque digo esto, porque la IA dependiendo del nivel de complejidad del modelo se puede volver algo imprevisible, por lo que si no se empieza a incorporar la IA en proyectos pequeños para ganar confianza los empleados como los directivos de la empresa pueden empezar a desconfiar de la IA, creo que lo más importante es comenzar con proyectos

pequeños de poco impacto, ganar confianza e ir apuntando a proyectos más grandes y con más impacto en la empresa. Pensando en esto uno de los retos más importante es contar con la información adecuada, y luego fijar metas alcanzables, hasta que la empresa esté firme con la IA.” (Entrevistado 11)

“No contar con experiencia suficiente y esperar que con datos desordenados los modelos funcionen bien. Al mismo tiempo no ser pacientes en cuanto a la implementación de sistemas de IA que pueden o no, tomar tiempo importante en su implementación.” (Entrevistado 1).

“Adquisición y preparación de datos: Es necesario contar con datos precisos y de alta calidad para entrenar modelos de aprendizaje automático, y esto puede ser un reto para muchas empresas. Falta de personal capacitado: Es importante contar con personal capacitado en el área de inteligencia artificial y aprendizaje automático para implementar y mantener los sistemas. Integración con sistemas existentes: La integración de un sistema de aprendizaje automático e inteligencia artificial en un proceso de exportación puede ser un desafío, ya que es necesario asegurar que se comunique correctamente con los sistemas existentes.” (Entrevistado 2)

“Resistencia al cambio del ser humano, evaluar si la empresa tiene un buen grado de madurez y capacitación del personal.” (Entrevistado 12)

Análisis.

Como plantean las respuestas de los entrevistados es posible observar que la implementación de *machine learning* como medio de IA realmente representa un reto bastante grande y es esta la principal razón de por qué muchas de las empresas que se dedican a la exportación de dispositivos médicos dentro de las Zonas Francas del GAM en Costa Rica aún no han logrado incorporar sistemas que trabajen con estas tecnologías. Sin embargo, es necesario resaltar que Costa Rica va encaminado al crecimiento tecnológico y estas empresas reconocen la importancia de optar por sistemas que incluyan aprendizaje automático en el proceso comercial.

Unidad de Análisis 2: Características

La segunda unidad de análisis abarca temas relacionados con las principales características de la vinculación de *machine learning* como medio de inteligencia artificial en la exportación de dispositivos médicos. Se desglosan temas que impactan directamente en el intercambio comercial hacia otros países y la logística que conlleva. Esta unidad también pretende mostrar un panorama más amplio de aquellas características que involucran las áreas de exportación de empresas de Zonas Francas del GAM en Costa Rica a través de los datos recolectados a través del tiempo. Se seleccionan las siguientes categorías:

1. Análisis de datos
2. Atención al cliente
3. Tiempos de entrega
4. Seguridad
5. Toma de decisiones

Categoría 1: Análisis de datos

Descripción.

Para que el lector comprenda mejor esta categoría la cual es una de las características más importantes de la inclusión de ML e IA en la exportación de dispositivos médicos, Intel (2022) explica lo siguiente en el apartado de descripción general de análisis de datos: “El análisis de los datos transforma los datos sin procesar en conocimientos y perspectivas que podrían utilizarse para tomar mejores decisiones.” (párr. 1). En consecuencia, Intel (2022) hace referencia a lo siguiente: “El análisis avanzado que utiliza el aprendizaje automático y la inteligencia artificial es el último paso para las organizaciones con capacidades de análisis maduras.” (párr. 3). Los entrevistados dicen:

“Técnicas de ML y IA, al final requieren uso de datos históricos y que la empresa comience a gestionar esos datos y pensar en adelantarse a posibles escenarios futuros es el mayor aporte de usar estas tecnologías.” (Entrevistado 1)

“Análisis de mercado: utilizar datos históricos de ventas y de mercado para predecir la demanda de productos específicos en diferentes mercados. Utilizar técnicas de aprendizaje automático para analizar datos de transacciones comerciales anteriores y detectar patrones que puedan ayudar a identificar oportunidades de negocio y riesgos potenciales.” (Entrevistado 2)

“Machine Learning nos permite realizar análisis de datos, puede permitir a la empresa analizar grandes cantidades de datos para tomar decisiones informadas.” (Entrevistado 3)

“Las principales características del Machine Learning como medio de IA dentro de una empresa de exportación son el uso de patrones y análisis de datos para la toma de decisiones dentro de los procesos de la cadena de suministro de una empresa. La detección de anomalías y la creación de motores de decisiones alimentados por la transformación de los datos recogidos por otros sistemas.” (Entrevistado 4)

“Puede predecir basado en análisis de datos pasados contra datos en tiempo real. Puede gestionar problemas de manejo de excepciones de forma automatizada.” (Entrevistado 5)

Análisis.

Teniendo en cuenta lo que mencionan los entrevistados, el análisis de datos es fundamental en el momento en que una empresa considere implementar técnicas de *machine learning* e IA en los procesos de exportación de dispositivos médicos, por lo tanto, contar con herramientas que les permita almacenar debidamente los datos históricos de la compañía en cuanto a clientes, ventas, productos, documentos, entre otros, es de suma importancia para el crecimiento y el avance de la empresa hacia una migración tecnológica.

Categoría 2: Atención al cliente

Descripción.

En comercio internacional la comunicación con los clientes que se encuentran alrededor del mundo es fundamental, cuidar esta relación les permite a las empresas brindar confiabilidad y seguridad a la hora de realizar la compra y el envío del producto, en este caso dispositivos médicos. Por tal motivo, la atención al cliente, al ser el primer canal, de negociación debe ofrecer una experiencia favorable y herramientas como el *machine learning* lo permiten. Los entrevistados se refieren a esto de la siguiente manera:

“El uso de ML e IA mejora sin duda la experiencia del cliente, los clientes pueden interactuar con una máquina como si interactuaran con otra persona y obtener respuestas rápidas y seguras.” (Entrevistado 1)

“La implementación de aprendizaje automático e inteligencia artificial puede ayudar a mejorar la relación comercial con los clientes o agentes al personalizar la experiencia del cliente, mejorar la eficiencia y efectividad en la atención al cliente, automatizar procesos comerciales, analizar datos y predecir la demanda.” (Entrevistado 2)

“La relación con los clientes y agentes mejora positivamente y de gran manera al incluir estas tecnologías en los procesos del día a día. La inclusión de chats inteligentes permite poder dar una respuesta más acertada y de manera más eficaz a los clientes. Por otro lado, los agentes cuentan con información del cliente y sobre sus posibles consultas o problemas antes de que el cliente inicie la comunicación con los mismos. En cuanto a la seguridad, los ataques a la información de los clientes se verán disminuidos al contar con patrones predictivos que los protegerán de bots y scripts maliciosos.” (Entrevistado 4).

“Extremadamente mejora, los clientes quieren saber en detalle los movimientos de sus envíos en especial cuando son delicados como medicinas y demás, tener sistemas automáticos que generen seguimientos clave van a generar un gran valor al producto y al proceso de negocio.” (Entrevistado 5)

“Puede mejorar la calidad del servicio, una atención personalizada considerando las necesidades reales de cada cliente, basado en los datos recolectados.” (Entrevistado 7)

“Al tener más información el mayor problema es su procesamiento, si para esto la IA nos ayuda, podemos contar con mejor información de y para nuestros clientes, pudiendo brindar un servicio más afín a lo que ellos necesitan y más enfocado en el cliente y no tanto en nuestro negocio. Lo que permitiría mejorar la experiencia del usuario al conocer más acerca de sus necesidades, mejorar las estrategias de marketing con campañas personalizadas, al permitir enfocarnos en clientes nos da la posibilidad de tácticas más creativas. Y con el chatbot podemos optimizar el canal de comunicación con el cliente y que sea más amigable para este.” (Entrevistado 11).

Análisis.

Sin duda, el *machine learning* e IA mejoran y facilitan en gran medida la comunicación con el cliente. Esta interacción se mantiene en todo momento, desde que se establece la negociación hasta que el producto llegue al lugar pactado. Si las empresas de dispositivos médicos automatizaran en gran medida la atención al cliente a través de aprendizaje automático es posible que la reducción de costos sea significativa. Según un informe de Procomer (2019) se menciona en el apartado de implicaciones para Costa Rica:

Lo anterior, sumado a que existen diferentes segmentos de clientes que se inclinan a una búsqueda de mejores experiencias de compra (lo cual puede derivar en una mayor lealtad y fidelidad a la respectiva marca), brinda una oportunidad para que las empresas costarricenses consoliden un mejor posicionamiento en sus nichos de mercado; en este caso a través de tecnologías novedosas como la IA. (párr.2).

Categoría 3: Tiempos de entrega

Descripción.

Es fundamental que los tiempos de entrega sean efectivos, al ser los dispositivos médicos necesarios para tratar condiciones médicas, por lo tanto, contar con sistemas que faciliten las entregas y actúen con rapidez les brinda a las empresas exportadoras de estos productos una ventaja competitiva. Por esta razón, se determinan los tiempos de entrega como una de las características importantes que involucra al *machine learning* y cómo podría ser un facilitador en el proceso de exportación. La posición de los entrevistados con respecto a las diferentes formas en que los tiempos de entrega se podrían ver impactados fue la siguiente:

“Si puedes optimizar un único aspecto, este impacta en tiempos al final. Dejar de tener un comité para evaluar un escenario cuando una IA lo ha hecho ya, o contar con un proceso con menos fallas de producción porque una IA optimiza el mantenimiento preventivo, las posibilidades son infinitas.” (Entrevistado 1)

“Los sistemas de aprendizaje automático pueden ayudar a seguir y monitorear el progreso de las entregas en tiempo real, lo que puede ayudar a detectar y resolver problemas de entrega de manera rápida y eficiente, lo que puede impactar en los tiempos de entrega.” (Entrevistado 2)

*“Los tiempos de entrega disminuyen considerablemente con la inclusión del *machine learning*. La posibilidad de un paquete mal enrutado disminuye prácticamente a cero, se elimina en gran proporción la posibilidad de error humano, y los tiempos mejoran al poder anticipar las mejores rutas, posibles cierres de hubs internacionales debido a problemas climáticos o de otro tipo. Es aquí en donde los patrones predictivos juegan un papel fundamental dentro del proceso global de exportación.”* (Entrevistado 4)

“Enormemente, se optimizan las diferentes etapas del recorrido y se ahorra tiempo, dinero y aumenta la efectividad.” (Entrevistado 5)

“No creo que pueda impactar los tiempos de entrega pues esto depende de factores aleatorios (clima, saturación de aduanas, imperfecto mecánico en la grúa que descargaba el buque en el que venía el contenedor, etc.) y que son desconocidos por el modelo (y hasta cierto punto por la empresa). Lo que sí puede generar son rangos de tiempo de entrega más confiables.” (Entrevistado 8)

“Impacta en un 90%. Habilita productores de procesos en paralelo, esto permite sustituir personal y que las entregas sean más rápidas.” (Entrevistado 12)

Análisis.

Los tiempos de entrega según los entrevistados se pueden ver impactados de distintas maneras, desde situaciones que ocurren en la planta de producción de la empresa hasta los cambios climáticos a la hora de que estos son transportados, debido a esto el *machine learning* y la inteligencia artificial juegan un papel muy importante porque permite anticipar ese tipo de situaciones y tomar decisiones rápidas para evitar atrasos en los pedidos que serán exportados a los clientes fuera del país.

De hecho, en Costa Rica existe desde el año 2014 el Plan Nacional en logística de cargas el cual finaliza en el año 2024 que consiste en la integración de proyectos en materia de infraestructura, conectividad y desarrollo social que permitan mejorar el desempeño y madurez del sistema logístico nacional y potenciar el comercio exterior para una mejor competitividad del país. Debido a lo anterior, el plan propone el uso de servicios especializados para aquellas empresas que se dedican a la manufactura como por ejemplo empresas de dispositivos médicos para velar por el cumplimiento de tiempos de entrega. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2014):

La manufactura de productos de alto valor agregado requiere de servicios de transporte y logísticos (en los nodos) especializados que preserven la calidad del producto y cumplan con los tiempos de tránsito a costos competitivos. Es importante también que existan servicios de valor agregado (empaquetado para equipos frágiles, etc.) ajustados a los requerimientos de los mercados de destino. (p.148).

Categoría 4: Seguridad

Descripción.

En esta categoría se muestra otra de las maneras en que las empresas de dispositivos médicos pueden vincular el *machine learning* e IA en sus procesos de exportación, el seguimiento de productos y, en este caso, de dispositivos médicos. Resulta importante por su naturaleza y estándares de calidad, dado que su manipulación requiere de mucho cuidado y monitoreo constante hasta que el producto llegue al país de destino. Además, la seguridad en los sistemas utilizados también juega un papel importante. Estos son los resultados que se obtienen de los entrevistados:

“Al sustituir el trabajo manual se abre un panorama muy amplio de posibilidades, es decir se pueden programar para que detecten amenazas en tiempo real o incluso de manera preventiva, se puede anticipar a los hechos.” (Entrevistado 1)

“Análisis de riesgos: Los sistemas de aprendizaje automático pueden analizar datos de riesgos, como las condiciones climáticas, el tráfico y las tendencias de los incidentes, para identificar posibles problemas de seguridad y tomar medidas preventivas. Detección de anomalías: Los sistemas de aprendizaje automático pueden analizar datos de los sensores y los registros de seguimiento para detectar anomalías en la temperatura, la humedad y otros factores que pueden afectar la seguridad de las mercancías. Predicción de fallos: Los sistemas de aprendizaje automático pueden analizar datos de mantenimiento y de rendimiento de los equipos de transporte para predecir fallos y tomar medidas preventivas. Monitoreo en tiempo real: Los sistemas de aprendizaje automático pueden ayudar a monitorear en tiempo real el estado de las mercancías y el progreso de las entregas, lo que puede ayudar a detectar y resolver problemas de seguridad de manera rápida y eficiente. (Entrevistado 2)

“Predicción de riesgos en patrones y factores históricos de las mercancías. - Monitoreo en tiempo real: la ubicación, y estado de las mercancías. - Verificación de documentos: en verificar autenticidad, permisos y declaraciones.” (Entrevistado 3)

“Desde Ciberataques, hasta el robo o pérdida de la mercadería, el machine learning y la IA son vitales en el día a día de las operaciones de exportación de una compañía. Cada vez los Ciberataques son más complejos y difíciles de detectar. Nuevamente es aquí en donde la detección de patrones ayuda enormemente a la prevención de estos. Equipos como NOC (Network Operations Center) y SAO (Secure Access Operations) utilizan cada vez más estas tecnologías para la detección de posibles ataques. Por otro lado, el uso de robots para la administración de bodegas elimina la necesidad de personas ingresando a las mismas, disminuyendo la posibilidad de pérdida o robo de mercaderías.” (Entrevistado 4)

“Puede generar rastreos muy específicos y difíciles de romper agravando varias capas de seguridad como cifrado de datos, autenticación al usar las aplicaciones entre otras.” (Entrevistado 5)

“Con sensores que miden la calidad del producto durante su transporte y el análisis con cámaras que sean entrenadas con modelos de ML, estableciendo conductas riesgosas para el producto, entrenar a un modelo que nos advierta si el producto se está desviando de la ruta establecida (pensando en un posible robo)” (Entrevistado 6)

“Con la optimización de los procesos, en conjunto con herramientas de blockchain, sería posible incrementar la seguridad de las mercancías en cada proceso de exportación, sumado a la trazabilidad garantizada al cliente.” (Entrevistado 7)

“Si se posee la información podría ayudar a detectar que tipo de productos son más susceptibles a ser siniestrados basándose en comportamientos pasados y por ende se puede ajustar las medidas de seguridad en función del producto.” (Entrevistado 8)

“Bueno si usamos un sistema de monitoreo que use IA, esto podría mejorar la seguridad de los envíos aprendiendo de anteriores rutas o mismo cambiando dinámicamente rutas en función de diferentes factores como pueden ser el clima u otro factor diferente.” (Entrevistado 11)

Análisis.

La seguridad en la exportación de dispositivos médicos puede que sea uno de los temas de mayor importancia, su naturaleza exige que sean tratados y monitoreados de manera constante hasta que llegue al cliente final. Por consiguiente, los expertos recalcan la importancia del *machine learning* como medio de IA para brindar la seguridad requerida, desde los sistemas que se utilizan para tramitar la exportación hasta los monitoreos constantes una vez que se envía la carga a los diferentes países.

Muchas instituciones a nivel mundial están pendientes de que los dispositivos médicos cumplan con altos estándares de seguridad; por ejemplo, la Organización Panamericana de la Salud (2022) en un informe habla de los principios de seguridad de los dispositivos médicos, al respecto menciona que: “La documentación de estas actividades de gestión de riesgos puede justificar que las decisiones de diseño y fabricación de los fabricantes cumplen con los requisitos de la autoridad regulatoria para comercializar un dispositivo médico o un DMDIV.” (2022)

Categoría 5: Toma de decisiones

Descripción.

La toma de decisiones dentro de una empresa es fundamental, porque de ellas depende que se ejecuten de cierta manera los procesos y las tareas que deben llevar a cabo. Por eso, si la empresa cuenta con sistemas automatizados a través de *machine learning* la toma de decisiones se puede ver beneficiada de gran manera. Además, cuando se utilizan sistemas de *machine learning* en exportación, según se ha mencionado en párrafos anteriores, este se puede utilizar como un medio para prevenir errores lo que en consecuencia permite tomar decisiones anticipadas e informadas. Sobre esto mencionan los expertos:

“Generadora de información útil para la toma de decisiones precisas para diferentes escenarios.” (Entrevistado 10)

“Puede ayudar a mejorar la planificación de inventarios y la toma de decisiones en cuanto a la producción.” (Entrevistado 2)

“Puede permitir a la empresa analizar grandes cantidades de datos para tomar decisiones informadas.” (Entrevistado 3)

“Puedes anticipar. Y la anticipación permite que las decisiones tomadas sean decisiones más informadas y orientadas a un resultado que se desea. (Entrevistado 1)

“Aumenta el margen de ganancia y toma de decisiones informadas.” (Entrevistado 6)

Análisis.

Entre más información se tenga sobre lo que está sucediendo en tiempo real, mayores serán las oportunidades de la empresa para actuar. Las empresas de dispositivos médicos que se encuentran en Zonas Francas del GAM son de gran tamaño y manejan gran cantidad de operaciones en muchos países por lo que deben constantemente estar tomando decisiones, es estas situaciones el *machine learning* puede actuar como un facilitador, debido a que él mismo puede tomar ciertas decisiones y alertar sobre alguna inconsistencia. En la página de DHL (2022) se encuentra una publicación que menciona:

La tecnología de vanguardia tiene gran magnitud en las operaciones logísticas y comerciales. No se trata solo de eliminar procesos o tiempos improductivos, sino de sacar provecho del análisis de datos y métricas para tomar mejores decisiones estratégicas y modelar posibles escenarios y responder a la demanda con un mayor acierto. (párr.1)

De acuerdo con lo anterior, el *machine learning* podría beneficiar a las empresas de dispositivos médicos a personalizar la experiencia del cliente, mejorar las ventas, ahorrar costos y brindar más seguridad en el proceso de exportación y todo mediante la toma de decisiones a través de los datos aprendidos. También, dependiendo de las necesidades del negocio el *machine learning*

podría brindar sugerencias y diferentes alternativas para ser evaluadas e implementadas más adelante.

Unidad de Análisis 3: Plan de acción

En Costa Rica a pesar de los muchos esfuerzos que se han realizado por ser un país a la vanguardia de la tecnología, sigue siendo necesario que las empresas que se encuentran en las Zonas Francas del GAM y que exportan dispositivos médicos opten por utilizar las técnicas de *machine learning* y la inteligencia artificial. Aunque ya muchas lo utilizan, es necesario que estas se mantengan lo más actualizadas posible y que cuenten con planes de acción tanto para incluirlo como para brindar capacitación de calidad que beneficie a la organización e impulse su desarrollo e innovación en las exportaciones. Por esta razón, en esta unidad se encuentran las siguientes categorías según los entrevistados:

1. Metodología
2. Capacitación
3. Actualización
4. Departamentos
5. Seguimiento

Categoría 1: Metodología

Descripción.

En esta categoría se pretende dar a conocer la metodología que se aplica o se podría aplicar dentro de las empresas exportadoras de dispositivos médicos a la hora de incluir el *machine learning* como medio de inteligencia artificial dentro de alguna de las etapas de la exportación con el fin de optimizar y brindar un mejor servicio al cliente final. Conocer los métodos y técnicas que se podrían aplicar es de suma importancia para estas empresas, ya que permite tener un panorama más amplio de las herramientas que van a necesitar y las personas con las que deben contar, a continuación, lo que mencionan los entrevistados:

“Lo mejor es contar con metodologías ágiles de implementación de software que puedas aplicar al proceso de implementación de IA.” (Entrevistado 1).

“Definir los objetivos: Es importante tener claros los objetivos que se quieren lograr con la implementación del aprendizaje automático e inteligencia artificial en el área de exportaciones. Recopilación de datos: Se debe recopilar un gran conjunto de datos relevantes para el proceso de exportación, incluyendo datos de ventas, de costos, de clientes, de entregas, entre otros. Preparación de los datos: Es necesario limpiar, transformar y preparar los datos para que puedan ser utilizados por los algoritmos de aprendizaje automático. Selección de modelos: Una vez preparados los datos, se deben seleccionar los modelos de aprendizaje automático adecuados para resolver el problema específico.” (Entrevistado 2)

“Para la implementación de Machine Learning, se sugiere una metodología que se enfoca en entregar valor de una manera estructurada como lo es "CRISP-ML" (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) que contiene seis fases: - Entender el negocio (Business Understanding): se plantea el problema, objetivos y metas del proyecto. Métricas relevantes al proceso que se quiere impactar. - Entender la data (Data Understanding): explorar, recolectar y transformar la data de las diferentes fuentes existentes. - Preparación de la data (Data Preparation): seleccionar y preprocesar la data utilizada para entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial - Modelaje (Modeling): selección de algoritmo, construcción y entrenamiento de los modelos. - Evaluación (Evaluation): del rendimiento del modelo definido al principio del proceso. - Desplegar el modelo (Deployment): desplegar en un ambiente de producción para su monitoreo.” (Entrevistado 3)

“Realmente no existe formalmente una metodología para la adopción de dichas tecnologías. Es más, un proceso gradual que las empresas van empleando en cada uno de sus departamentos. Usualmente esta adopción sí va acompañada de metodologías ágiles en las que gradualmente se hacen iteraciones y se logra evaluar sus beneficios en cada una de ellas.” (Entrevistado 4)

“Detectar las mejoras necesarias a realizar, integrar un plan estratégico para la toma de datos de calidad, las técnicas estadísticas adecuadas para sacar el mayor provecho a los datos, la implementación de la información obtenida a los procesos de exportación.” (Entrevistado 7)

“1-tener claro qué quiere lograr. 2-verificar si posee suficiente información asociada o vinculada al objetivo. 3-conseguir un profesional o un equipo especializado en ML (Data science, Data architect, Data engineer, etc). 4-desplegar la red de intercambio de información (servidores con bases de datos). 5-seleccionar los modelos de ML que sirvan para dar respuesta al objetivo. 6-entrenamiento del modelo. 7-verificación del modelo. 8-implementar el modelo.” (Entrevistado 8)

“Inicialmente se debe hacer una hoja o mapa de ruta junto con personas que tengan conocimientos en IA y ML, luego se hacen prototipos sobre lo que se quiere implementar y automatizar, después se puede hacer una versión beta y se pone en práctica dentro de la organización de menos a más.” (Entrevistado 12)

Análisis.

Según lo mencionado por los entrevistados es fundamental, como primer paso, contar con un objetivo claro y como segundo dato importante, la recolección de datos. La inclusión de procesos tecnológicos requiere de muchas pruebas y monitoreos constantes, por tal razón es muy importante que se cuente con una hoja de ruta clara y un personal altamente capacitado que sea capaz de resolver los problemas y las necesidades que tiene la empresa y para efectos de esta investigación, el departamento de exportaciones específicamente.

Por otro lado, es importante que las empresas tomen en cuenta el factor tiempo, si bien es cierto que los proyectos requieren de un plazo, según lo que expresan los entrevistados la inclusión de *machine learning* en un proceso de exportación toma tiempo. Además, una vez terminado e integrado se debe monitorear constantemente, ya que el sistema dependiendo del área de exportación en que sea implementado puede tomar ciertas decisiones por su cuenta que requieren de especial cuidado para evitar posibles errores a la hora de establecer la negociación con el cliente y durante el envío.

Categoría 2: Capacitación

Descripción.

En esta categoría se abarca el tema de la capacitación en *machine learning* y aspectos importantes que tiene a la hora de que las organizaciones deciden incluir esta tecnología a los sistemas de exportación. Al ser temas muy innovadores, es importante que las personas que los manipulan sean capacitadas frecuentemente y estén al tanto de los últimos avances para sacar el mejor provecho posible a la implementación de aprendizaje automático e inteligencia artificial. Los entrevistados plantearon lo siguiente:

“Lo primero es la cultura empresarial. ¡Tener un equipo de ingenieros capacitados no sirve de nada si la alta gerencia no cree ni confía en los sistemas y si no está dispuesta a mediante experimentos puntuales seguir las recomendaciones de IA!” (Entrevistado 1)

“Capacitación específica”: Los colaboradores deben recibir capacitación específica en el uso de herramientas y tecnologías de aprendizaje automático e inteligencia artificial que se utilizarán en el proceso de exportación. Entendimiento del negocio: Es importante que los colaboradores entiendan cómo el aprendizaje automático e inteligencia artificial se relaciona con el negocio y cómo puede mejorar el proceso de exportación. Comprensión de los datos: Es importante que los colaboradores entiendan cómo se recopilan, limpian y preparan los datos para ser utilizados por los algoritmos de aprendizaje automático. Conocimiento de las herramientas: Los colaboradores deben estar familiarizados con las herramientas y tecnologías de aprendizaje automático e inteligencia artificial que se utilizarán en la empresa. Capacitación continua: Es importante que los colaboradores reciban capacitación continua para mantenerse al día con las últimas tendencias y desarrollos en el campo del aprendizaje automático e inteligencia artificial. Prácticas de seguridad: Es importante capacitar a los colaboradores en las mejores prácticas de seguridad para evitar el robo o pérdida de información confidencial y cumplir con las regulaciones de seguridad de la información. Metodología y filosofía: Es importante que los colaboradores comprendan la metodología y filosofía detrás del aprendizaje automático e inteligencia artificial,

para que puedan tomar decisiones informadas y saber cómo utilizar estas tecnologías para mejorar el proceso de exportación.” (Entrevistado 2).

“Refinar su plan de transformación digital y ontología del negocio, es un proceso iterativo e incremental. Este dará dirección al tipo de capacitación necesaria. - Conocer a su audiencia: sus colaboradores y sus habilidades para personalizar la capacitación a sus necesidades y objetivos de la empresa. - Proveer un enfoque práctico y de beneficio para potencialización de los trabajos. - Crear una cultura "data-centric" para manejar los datos como un valor crítico en la toma de decisión, estrategia y operaciones, con el fin de tener ventaja competitiva sobre las tendencias.” (Entrevistado 3).

“La inversión en capacitación de los colaboradores en áreas de Machine Learning y de IA es clave para el éxito en la adopción de estas. Es una inversión considerable con una curva de aprendizaje elevada, pero de vital importancia para que sea exitosa. La elección de programas de capacitación de calidad es clave, existen muchas instituciones que se dedican a la capacitación en estas áreas, sin embargo, debe seleccionarse rigurosamente la indicada. La capacitación debe ir acompañada de laboratorios, en los que realmente se puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos. Además, debe institucionalizarse una política continua de actualización en estas áreas, ya que, al ser un campo de vanguardia, cada día se crean nuevos avances que pueden ser retadores si no se abordan bajo un programa de aprendizaje continuo.” (Entrevistado 4).

“Análisis crítico de los resultados estadísticos obtenidos, incremento de las competencias en uso de herramientas de ML y IA y visualización de datos, proceso de pensamiento crítico de las verdaderas necesidades de la empresa y cómo llegar a una solución viable y factible con el uso de datos.” (Entrevistado 7).

“Tener claro que IA, ML son modelos probabilísticos y que requieren de un alto grado de conocimiento interdisciplinario (matemática, estadística, programación, manejo de bases de datos, manejo de redes) y una afinidad hacia la investigación.” (Entrevistado 8)

“La empresa debe contar con personas que tengan skills en desarrollo de software, buscar que las personas sean creativas y que conozcan del negocio” (Entrevistado 12)

Análisis.

Según los entrevistados un aspecto muy importante a la hora de brindar capacitación es que los colaboradores entiendan muy bien el objetivo y las necesidades del negocio. También, que las personas al frente de estos proyectos tengan bases y conocimientos muy avanzados en *software*, sistemas y comprensión de datos. La capacitación se brinda para un aspecto específico que debe ser tratado, pero si no existen estos conocimientos previos es muy difícil que la persona comprenda el trabajo que realiza el *machine learning* e IA.

Si bien es cierto que existen muchas estrategias y lugares para capacitar al personal, es importante recordar que la capacitación tiene un propósito y debe adaptarse a lo que la empresa está buscando, Zúñiga (2019) explica en su proyecto sobre el estudio técnico de *machine learning* que: “Con la capacitación de personal se hace referencia a las maneras cómo los trabajadores de una empresa mejoran sus conocimientos para adquirir una mayor efectividad en el desarrollo de machine learning.” (p.113).

Categoría 3: Actualización

Descripción.

Esta categoría va muy de la mano con el tema de capacitación, sin embargo, este se refiere a la frecuencia con que esa capacitación debería ser brindada y que este abarque temas lo más actualizados posibles. Una empresa que se encuentra actualizada posee una ventaja competitiva y ofrece servicios de primera mano y esto en materia de exportación y principalmente de dispositivos médicos es de gran importancia. Los expertos se refieren a lo anterior de la siguiente manera:

“La frecuencia de capacitación y actualización dependerá de varios factores, como el tamaño y complejidad del sistema de machine learning, el nivel de experiencia del equipo, y el ritmo de cambios en el mercado y en los datos. Sin embargo, algunas recomendaciones generales

son: Capacitación inicial: Es importante brindar una capacitación inicial a todos los colaboradores que trabajarán con el sistema de machine learning para que entiendan cómo funciona y cómo utilizarlo. Actualizaciones periódicas: Es recomendable brindar actualizaciones periódicas para adaptar el sistema a los cambios en el mercado y en los datos, y para asegurar que el equipo esté al día con las mejores prácticas y las últimas tendencias. Capacitación continua: Es recomendable brindar capacitación continua para que el equipo pueda seguir mejorando sus habilidades y conocimientos en el uso del sistema de machine learning. Refresher training: Es recomendable dar un refresher training regularmente para que los colaboradores no olviden los conocimientos previamente adquiridos y sigan siendo eficientes en el uso de los sistemas.” (Entrevistado 2)

“Para los colaboradores encargados de los sistemas de machine learning, frecuencia continua de mínimo una vez al año, el tema de inteligencia artificial es un tema que se desarrolla y evoluciona en múltiples ámbitos, con productos que ayudan a resolver problemas complicados de manera práctica. Para los colaboradores usuarios de los sistemas de machine learning, una vez cada tres años en alto nivel.” (Entrevistado 3)

“Ésta es un área de aprendizaje continuo, la capacitación y actualización debe ser constante. Personalmente opino que un porcentaje del tiempo debería dedicarse permanentemente al aprendizaje y actualización. Existen muy buenos programas sobre plataformas como Coursera, Udemy, entre otras que ofrecen programas de alta calidad y de vanguardia utilizados por muchas compañías para la capacitación de su personal.” (Entrevistado 4)

“Debería ser una capacitación continua, hay muchos avances a diario, pero lo primero sería entender bien el área de IA en la que se piensa trabajar dentro de la empresa y enfocar el entrenamiento en esos aspectos. Por ejemplo, algoritmos de regresión, procesamiento de imágenes, optimización de rutas, NLP, etc.” (Entrevistado 11)

“Cada 3 meses, las tecnologías cambian cada 3 meses.” (Entrevistado 12)

Análisis.

Para comprender mejor el término, se cita a Intel (2022):

Una actualización tecnológica es el proceso de sustitución o actualización de los sistemas o las tecnologías, como pueden ser los ordenadores, para ayudar a mejorar la productividad, la experiencia de los empleados y a reforzar la seguridad de los dispositivos. (párr.1)

La tecnología avanza de manera muy rápida y entre mayores sean las actualizaciones puede que incremente su valor, sin embargo, si la empresa decide mantenerse actualizada y continúa invirtiendo en mejorar sus procesos es muy seguro que los frutos sean positivos, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias y se cuente con herramientas adecuadas.

Categoría 4: Departamentos

Descripción.

En esta categoría se observan los diferentes departamentos involucrados en la toma de decisiones para incluir *machine learning* en el proceso de exportación de dispositivos médicos. Dentro de las empresas de zonas francas del GAM consultadas este punto pueden variar, ya que son diferentes departamentos o personas quienes evalúan las posibilidades que tiene la compañía para utilizar específicamente inteligencia artificial y aprendizaje automático. A continuación, las respuestas de los entrevistados:

“Alta gerencia, TI y básicamente cualquier área que esté implicada en el aplicativo.”
(Entrevistado 1)

“Departamento de Tecnología: Es responsable de la implementación y mantenimiento de la infraestructura tecnológica necesaria para el aprendizaje automático e inteligencia artificial, así como de la capacitación de los colaboradores en el uso de estas tecnologías.” (Entrevistado 2)

“A nivel estratégico el departamento de Tecnología, dirigida por el CTO (Chief Technology Officer) toma la dirección y en implementación de TI se apoyan de las estructuras internas de ejecución de proyectos. Existen decenas de aplicaciones de inteligencia artificial, por lo que se necesitan perfiles específicos para cubrir la necesidad, por ejemplo: Procesamiento de lenguaje Natural o Visión Artificial. El recurso de inteligencia artificial se maneja como cualquier otro proyecto con la correcta metodología de entrega.” (Entrevistado 3)

“Las iniciativas de inclusión de ML e IA pueden provenir de distintos departamentos, desde el departamento de TI el cual puede desarrollar la idea, los casos de usos y beneficios que esto podría traer para la empresa, o podría provenir directamente del departamento de operaciones o gerencia general, como iniciativa para la mejora de procesos. Empresas con cierto tamaño suelen contar con departamentos de innovación o R&D (Research and Development) los cuales busca desarrollar este tipo de iniciativas para ser competitivas en el mercado global.” (Entrevistado 4)

“Equipo de desarrollo, equipo de servicio al cliente, otros stakeholders.” (Entrevistado 5)

“Business applications, integración de servicios, TI.” (Entrevistado 6)

“Departamento de analistas de datos, científicos de datos, ingenieros de sistemas, ingenieros de comunicaciones, IoT.” (Entrevistado 7)

“Financiero y TI.” (Entrevistado 12)

Análisis.

La inclusión de *machine learning* en los procesos de exportación deben ser evaluados desde distintos puntos de vista y tomando en cuenta temas como presupuesto, madurez de la empresa para incorporación y adopción de nuevos procesos y las herramientas disponibles para llevar a cabo el proyecto. Por esta razón, en cada una de las empresas entrevistadas tienen diferentes departamentos a cargo y depende de la administración organizacional, sin embargo, se puede afirmar por las respuestas de los expertos que el departamento de tecnología debe estar siempre

presente junto con el área donde se desea realizar la automatización mediante aprendizaje automático, en este caso el departamento de exportaciones.

Categoría 5: Seguimiento

Descripción.

Para garantizar el éxito de la utilización de *machine learning* en las exportaciones de dispositivos médicos, es vital que las empresas le den seguimiento al buen funcionamiento del sistema hasta que la mercancía se encuentre en manos del cliente final. Por eso, en esta categoría los entrevistados mencionan el debido seguimiento que se debe realizar por parte de los profesionales involucrados donde la mayor responsabilidad es que realmente se esté cumpliendo el objetivo establecido.

“Cada modelo debe evaluarse a lo largo del tiempo, una vez esté puesto en producción. Es un monitoreo periódico que depende de la frecuencia con el modelo es usado y reentrenado.”
(Entrevistado 1)

“Monitoreo constante: Es importante supervisar y analizar el rendimiento del sistema de machine learning y detectar cualquier problema o desviación en los resultados. Actualizaciones periódicas: Es necesario actualizar y mejorar continuamente el sistema de machine learning para adaptarse a los cambios en el mercado y en los datos. Pruebas de rendimiento: Es importante realizar pruebas de rendimiento para medir la precisión del sistema y detectar cualquier problema. Análisis de datos: Es importante analizar los datos que se utilizan para entrenar y evaluar el sistema de machine learning para detectar cualquier problema o desviación en los datos.”
(Entrevistado 2)

“El proceso de desarrollo de modelos de machine learning, es un proceso iterativo con el fin de refinar los resultados. Se debe monitorear cómo se está comportando en tiempo real y en segundo plano investigar por nuevos patrones a incorporar el proceso. En primera instancia, se sugiere que exista un proceso de pruebas unitarias dentro de los sistemas para validar el

funcionamiento mínimo, responsabilidad por el mismo equipo de desarrollo. En segunda instancia, por un equipo evaluador de la calidad del sistema para asegurarse que se encuentra dentro de las métricas establecidas. Aquí se incluyen pruebas automatizadas y reportes completos del comportamiento del sistema en general. En tercera instancia, por el mismo cliente del proyecto para dar el confirmado de despliegue a producción.” (Entrevistado 3)

“La adopción o desarrollo de sistemas de ML/IA deben ir acompañados de un soporte continuo, generalmente se dedica personal que esté monitoreando y asegurando el óptimo funcionamiento de los mismos. La operación del soporte de los mismos es algo que debe ir de la mano con su desarrollo. Lamentablemente siempre existe la posibilidad de fallas, ya sea tanto en su código como en el Hardware en el que "corren". Es por ello que su monitoreo debe ser constante e ininterrumpido.” (Entrevistado 4)

“24/7 monitoreo y un equipo que pueda ir desarrollando los casos de uso.” (Entrevistado 5)

“Seguimiento a las bases de datos, plataforma y protocolos de comunicación para el envío de datos, actualización de software, hardware, plataformas de computación en la nube.” (Entrevistado 7)

“Dar seguimiento en tiempo real de donde se encuentran las mercancías.” (Entrevistado 9)

“Implementar un mecanismo de auditoría del sistema de AI, donde se mida el rendimiento del sistema con ciertas métricas.” (Entrevistado 10)

“Esta pregunta es muy relativa, todo depende de los cambios y del objetivo que se quiera cumplir con la IA, si es un proceso de cálculo de demanda tal vez se puede revisar mensualmente, dependiendo de los cambios, pero si es un proceso de monitoreo de rutas, tal vez se tenga que revisar semanalmente, esto dependerá de la criticidad del servicio y su variabilidad. Es muy relativo.” (Entrevistado 11)

“Seguimiento constante a través de checkpoints para verificación de muestras dentro de los sistemas y que estos sean auditables por una persona que conozca el proceso.” (Entrevistado 12)

Análisis.

Dar seguimiento a los sistemas que han sido determinados en el departamento de exportaciones es responsabilidad de la empresa y de las personas a cargo del proyecto. Existen medidas a nivel mundial donde el uso de la inteligencia artificial debe ser regulado y monitoreado constantemente con el fin de garantizar un uso seguro tanto para las organizaciones como para la población en general. Como señala un informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2022) se habla sobre el uso estratégico y responsable de la IA y concluye lo siguiente:

Desarrollar un enfoque responsable, fiable y centrado en el ser humano, que comprenda la ética de datos, garantizada la imparcialidad y la atenuación del sesgo, contempla la transparencia y la explicabilidad de los algoritmos, impulse la seguridad y la protección, instituya métodos de rendición de cuentas, y aplique un enfoque inclusivo y orientado al usuario. (párr.2).

Además, las empresas de zonas francas del GAM en Costa Rica que exportan dispositivos médicos deben velar por la seguridad de la mercancía que están enviando y que llegue de manera rápida y efectiva. Por consiguiente, el seguimiento juega un papel importante y permite detectar fallas en el momento que puedan llegar a comprometer, ya sea a uno de los clientes o el dispositivo como tal. La IA y el aprendizaje automático son implementados con el fin de optimizar procesos y que sea beneficioso por lo tanto si la organización hace la inversión de incorporarlo para ese fin debe saber que se le debe dar el mantenimiento adecuado para que sea exitoso.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se concluye que la aplicación más común donde las empresas exportadoras de dispositivos médicos de zonas francas del GAM podrían utilizar *machine learning* como medio de IA es en sistemas de predicción de demanda, debido a que por naturaleza el aprendizaje automático funciona muy bien en este tipo de sistemas.

Se destacó que la automatización mediante *machine learning* en los procesos de exportación es de gran importancia porque facilita aquellas tareas repetitivas, razón por la cual se concluye que esta contribuye con la toma de decisiones y mejora la eficiencia de las empresas de dispositivos médicos.

Por otra parte, se desprende que el uso de *machine learning* como medio de IA optimiza áreas como rutas de transporte, seguimiento de producto, seguridad, demanda, gestión de documentos, entre otros, lo que hace que las empresas de dispositivos médicos puedan tener múltiples herramientas de aplicación para la exportación.

Se concluye que el uso de aprendizaje automático e inteligencia artificial dentro de las empresas exportadoras de dispositivos médicos podría contribuir de manera positiva en la reducción de costos debido a que puede hacer cálculos basados en históricos y al automatizar los procesos reduce la cantidad de horas hombre lo que también genera ganancia para la compañía.

En síntesis, las empresas que utilizan *machine learning* en los procesos de exportación cuentan con una ventaja competitiva con respecto a las demás empresas de zonas francas del GAM de dispositivos médicos que no lo utilizan, debido a que actúan con más rapidez, eficiencia y su implementación refleja una madurez empresarial.

Se concluye que la adopción de *machine learning* es un gran reto para las empresas porque exige una inversión alta de recursos y herramientas donde se puedan poner en práctica los modelos

a través de planes piloto y establecimiento de objetivos, se debe incorporar de menos a más y contar con la experiencia necesaria.

Se reconoció que el uso de análisis de datos es el primer paso para implementar *machine learning* en la exportación de dispositivos médicos de ello resulta necesario decir que son los registros históricos mediante el cual se entrenan los modelos para que tomen decisiones por sí solos y hagan predicciones según las necesidades de la compañía.

A manera de conclusión, se determina que las empresas de dispositivos médicos pueden mejorar la experiencia de sus clientes al incluir aprendizaje automático en los procesos de exportación ya que les permite obtener respuestas rápidas, atención personalizada, detallar el estado de su mercancía en tiempo real y brinda mayor confianza y seguridad.

Se reconoció que el *machine learning* puede tener un gran impacto en los tiempos de entrega de los dispositivos médicos, en síntesis, su implementación previene de posibles errores futuros que puedan ocasionar atrasos en las entregas y puede sugerir soluciones inmediatas; por ejemplo, cambios de rutas o predicción de factores climáticos.

Se recalcó que el uso de *machine learning* tiene como resultado brindar mayor seguridad a las empresas de dispositivos médicos a la hora de realizar las exportaciones a diferentes partes del mundo mediante monitoreos constantes, protección de datos de los clientes, adaptar las condiciones ideales según requiera el dispositivo y ciberseguridad.

Se destacó que al utilizar *machine learning* se facilita la toma de decisión mediante el análisis de datos que se hace previo por ende esto genera información útil para la empresa en temas de exportación y permite anticiparse a posibles escenarios para tomar decisiones más informadas.

Se concluye que para incorporar *machine learning*, las empresas de dispositivos médicos deben contar con una metodología que comprenda temas técnicos de aprendizaje automático e IA,

datos estadísticos y una evaluación previa donde se establezcan los objetivos y las necesidades para el departamento de exportación.

Se explicó que la capacitación debe ser muy específica y relacionada con los objetivos de la empresa. En consecuencia, las personas que vayan a ser capacitadas en *machine learning* para la exportación deben conocer muy bien el negocio y tener conocimientos previos en *software* y análisis de datos.

Se comprobó que la actualización en *machine learning* e IA debe ser constante, debido a que las tecnologías cambian en cuestión de meses, por lo tanto, entre mayor actualización exista mayor provecho se puede obtener de los sistemas al adaptarlos en los procesos de exportación de dispositivos médicos.

Se concluyó que los departamentos encargados de incluir *machinen learning* como medio de IA dentro de las empresas que exportan dispositivos médicos puede variar de una a otra dependiendo de su organización administrativa, sin embargo, el departamento de TI debe estar siempre presente.

Como resultado se obtiene que es necesario dar seguimiento a los modelos de *machine learning* que se van a utilizar en la exportación de dispositivos médicos con el fin de garantizar su buen funcionamiento y que sean sistemas seguros durante todo el proceso para el que ha sido incorporado y entrenado.

Finalmente, respondiendo a la pregunta del planteamiento del problema de esta investigación, se concluye que no todas las empresas de Zona Franca del GAM en Costa Rica tienen el *Machine Learning* como medio de IA en la exportación de dispositivos médicos, puesto que su implementación supone atravesar diferentes retos y no todas cuentan con las herramientas y la madurez para afrontarlos. Por otro lado, las que sí lo utilizan expresaron que se utiliza de manera muy puntual y el proceso ha sido muy progresivo debido a su complejidad en temas de inversión económica, adopción cultural y capacitación.

Recomendaciones

Se recomienda a las empresas de zonas francas del GAM exportadoras de dispositivos médicos que no utilizan *machine learning* e IA en sus procesos de exportación que evalúen mediante indicadores las necesidades que presenta el departamento y la posibilidad de utilizar estas tecnologías como solución.

Se sugiere a las empresas de zonas francas del GAM exportadoras de dispositivos médicos que ya utilizan *machine learning* e IA en algunas de las áreas de exportación que expongan sus resultados y los beneficios obtenidos por el uso de aprendizaje automático mediante las páginas oficiales de entidades como PROCOMER y CINDE.

Para el departamento de publicidad de PROCOMER se le insta a desarrollar estrategias más agresivas en relación con la difusión de información mediante su página web y redes sociales sobre *machine learning* como medio de inteligencia artificial en el comercio internacional y el impacto que puede tener en la exportación de dispositivos médicos.

Para el departamento de mercadeo de CINDE, se le sugiere plantear campañas más atractivas en sus diferentes participaciones donde brinden información y motiven a las empresas de zonas francas del GAM que exportan dispositivos médicos a implementar *machine learning* como medio de IA.

A las empresas de dispositivos médicos que contratan empresas de logística o navieras para exportar sus productos se les sugiere recurrir a aquellas que trabajan con tecnologías de alto nivel como *machine learning* e IA para brindar mejores experiencias a sus clientes y una ventaja competitiva mediante la automatización de los procesos de exportación.

Se insta al departamento de Dirección de Regímenes Especiales de PROCOMER a mantener el apoyo y los beneficios brindados para que las empresas de zona franca que exportan dispositivos médicos continúen posicionando al país como uno de los principales generadores de

manufactura médica y promueva la IED para la generación de empleo, crecimiento y desarrollo del país.

Se recomienda a las instituciones universitarias de educación pública y privada promover las carreras que involucran temas de *machine learning* como medio de IA en sus ferias vocacionales, páginas web y redes sociales, con el fin de que los nuevos ingresos se preparen y existan más profesionales en este campo.

Se sugiere a los departamentos de estrategia y promoción de la Promotora de Comercio Exterior y CINDE seguir trabajando en campañas de culturización en temas de tecnología y la importancia que la automatización mediante *machine learning* e IA trae para el futuro en comercio internacional.

Se insta a los estudiantes de ingeniería en informática, sistemas de software o carreras tecnológicas, especializarse en temas de aprendizaje automático e inteligencia artificial para aumentar las oportunidades laborales en un futuro cercano donde la automatización de procesos es cada vez más necesaria dentro de las empresas.

Al departamento de investigación del Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica se le sugiere realizar un análisis del funcionamiento de los puertos y aduanas con el fin de evaluar las necesidades que tienen y si el uso de *machine learning* e IA pueden ser una posible solución o colaborar con la optimización de sus operaciones.

Se recomienda a los departamentos de TI de las empresas exportadoras de dispositivos médicos mantener sistemas robustos de almacenamiento de datos para futuras implementaciones de aprendizaje automático como medio de inteligencia artificial.

Se insta a los participantes del Clúster de Dispositivos Médicos de Costa Rica reunir y facilitar estrategias innovadoras de *machine learning* e IA que sean presentadas en sus diferentes reuniones y sean dirigidas a los departamentos de exportación de las empresas de dispositivos médicos de las zonas francas del GAM.

Se recomienda a los actuales y nuevos estudiantes de la carrera de comercio internacional o carreras afines continuar con investigaciones asociadas a este tema, en específico los impactos que tiene aplicar tecnologías como ML e IA en los procesos de exportación de las empresas de dispositivos médicos en los años siguientes en vista de que representan el mayor porcentaje de exportaciones de bienes del país.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

A continuación, se plantea una propuesta para todas aquellas empresas exportadoras que ven la necesidad de automatizar procesos propios de la exportación desde una perspectiva que incluye utilizar *machine learning* como medio de inteligencia artificial y sobre el cual no tienen suficiente conocimiento o materiales de apoyo resumidos que puedan ser útiles. La propuesta nace a raíz de identificar la desinformación que existe en relación con el uso de aprendizaje automático en el comercio internacional y el aprovechamiento que se le puede dar en las distintas áreas.

Objetivo general

Diseñar una plataforma web que potencie el uso de *machine learning* en los procesos de exportación de las empresas.

Objetivos específicos

Determinar los factores que influyen en el uso de *machine learning* como medio de inteligencia artificial en los procesos de exportación de las empresas.

Impulsar el uso de *machine learning* como medio de inteligencia artificial para la automatización de procesos en las empresas exportadoras de Costa Rica.

Perspectiva teórica

Inicialmente, es importante reconocer que el uso de la tecnología en las empresas es indispensable hoy, su uso permite ejecutar múltiples tareas al mismo tiempo que probablemente una sola persona no podría realizar con la misma rapidez y veracidad que una computadora o sistema lo hace. Por tal motivo, es significativo que las empresas inviertan poco a poco en tecnologías que les permitan optimizar sus procesos, además de que esto crea ventajas competitivas frente a diferentes mercados nacionales e internacionales.

En relación con lo anterior, se debe recalcar que el término de tecnología es bastante amplio, por lo cual para efectos del presente proyecto se habla específicamente del uso de *machine learning* como medio de inteligencia artificial. Esas dos tecnologías engloban un mundo de posibilidades para las organizaciones, sus impactos tienden a ser positivos y en materia de exportación se ha visto que puede facilitar desde el proceso de negociación hasta que el producto llegue al cliente final.

No obstante, al ser herramientas muy innovadoras y actuales no existe una cultura en Costa Rica lo suficientemente amplia para su entendimiento e implementación, además existen temas de inversión y metodología que representan algunos retos para las empresas que desean incorporarlas. Si bien es cierto que existe una población dedicada a esto suele ser un tema bastante técnico donde al relacionarlo con comercio exterior es posible que la información y los recursos sean aún más limitados.

Por consecuencia, la siguiente propuesta de la presente investigación les permite a todas aquellas empresas exportadoras informarse acerca de todo lo que el *machine learning* y la inteligencia artificial tiene para ofrecer en términos de exportación, se busca que sea una herramienta especializada en comercio exterior mezclada con términos técnicos y propios de la inteligencia artificial y el *machine learning*. Además, la plataforma propuesta trabaja mediante IA lo que hace que los usuarios puedan experimentar de primera entrada sus beneficios y de esta manera darse una idea de lo que ellos podrían obtener dentro de sus organizaciones.

Propuesta

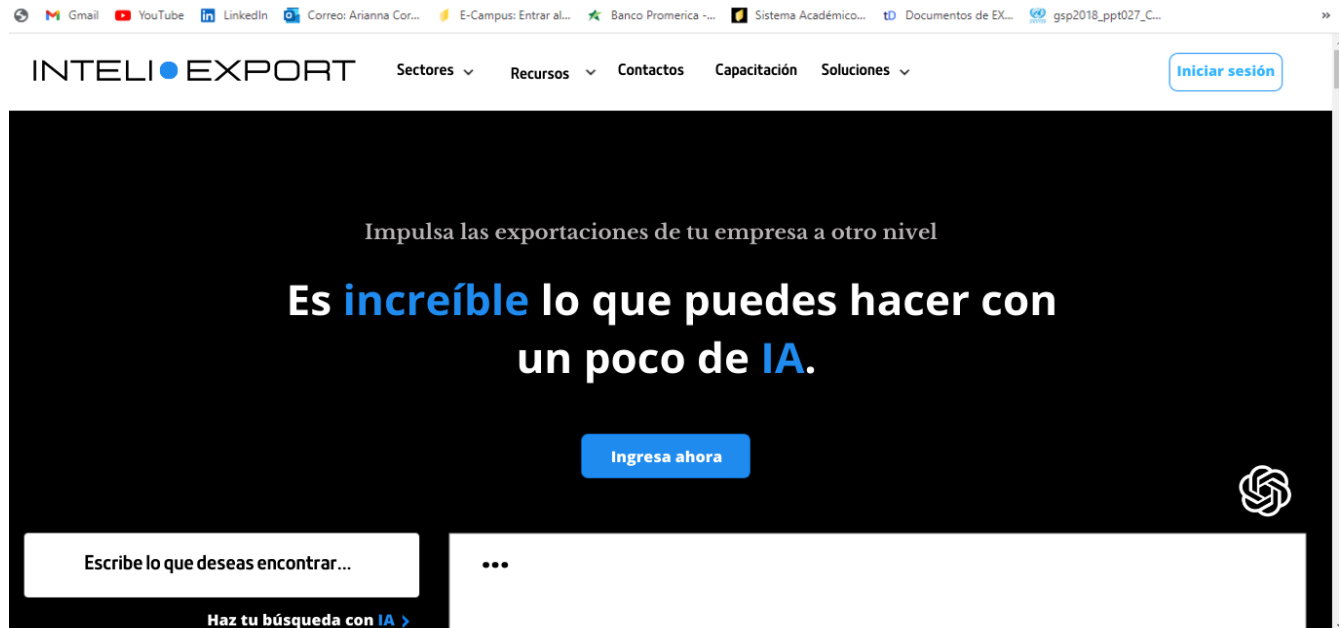
Con base en lo planteado anteriormente, se procede a explicar a profundidad el uso de la plataforma web que se propone. La plataforma nace a raíz de la necesidad detectada en la investigación, la cual es la falta de comprensión del término *machine learning* y la limitada información que existe en relación con el impacto que tiene su uso en las exportaciones o el comercio internacional, a pesar de que Costa Rica está haciendo grandes esfuerzos en innovación aún hace falta crear una cultura más tecnológica y que las empresas exportadoras obtengan un nivel de madurez adecuado para establecerlas.

También, otra de las razones que se identificaron en la investigación por la cual esta herramienta puede ser útil es porque la inteligencia artificial actualmente se aplica en infinidad de procesos, tiene diferentes ramas como por ejemplo el *machine learning* y además son conceptos que para personas que no están relacionadas en áreas de tecnología o sistemas informáticos no son sencillos de comprender. Por esto, la herramienta resume la IA y el ML a temas de comercio exterior únicamente excluyendo todos sus demás usos y muestra las aplicaciones, la información relevante y los recursos necesarios para personas y empresas de exportación con el fin de que tengan a mano una herramienta de fácil comprensión.

Se busca que la plataforma web que se plantea sea también innovadora y atractiva para los empresarios y en general todas aquellas personas que deseen aprender sobre comercio exterior y *machine learning*, por eso esta herramienta trabaja con IA y genera respuestas automáticas, está diseñada para diferentes sectores y se pretende asociarla a diferentes instituciones que son parte del comercio de Costa Rica para que sea aún más enriquecedor.

Primeramente, se muestra la pantalla principal con el nombre de InteliExport donde se podrá visualizar las diferentes herramientas que tiene la plataforma y los diferentes motores de búsqueda que le ayudará a los usuarios a obtener diferentes tipos de información de acuerdo a las necesidades, también es importante resaltar que se incluye un chatGPT el cual según Open AI (2023) se trabaja de la siguiente manera: “El formato de diálogo hace posible que ChatGPT responda preguntas de seguimiento, admita sus errores, cuestione premisas incorrectas” (párr.1) este se diferencia con el logo de Open IA el cual se encuentra en la esquina inferior derecha.

Ilustración 7 Página principal de plataforma web



Nota: Corrales (2023)

Seguidamente, se explica cómo funciona el motor de búsqueda principal. El usuario hace la consulta de lo que quiere saber en relación con el *machine learning* y las exportaciones, una vez hecha la consulta el sistema mostrará una presentación donde explica detalladamente lo que el usuario le está preguntando, adicional para facilitar su uso la plataforma cuenta con ejemplos que le pueden ser útiles a la persona que lo está utilizando.

Ilustración 8 Modelo de búsqueda predeterminado

Pasos para implementar machine learning en una exportación

Haz tu búsqueda con IA >

Intenta con un ejemplo ?

- ¿Qué es machine learning?
- Beneficios de machine learning en la exportación
- Machine learning para programación de contenedores
- Machine learning en los puertos
- Retos al utilizar machine learning en exportación
- Empresas logísticas que utilicen machine learning para exportar

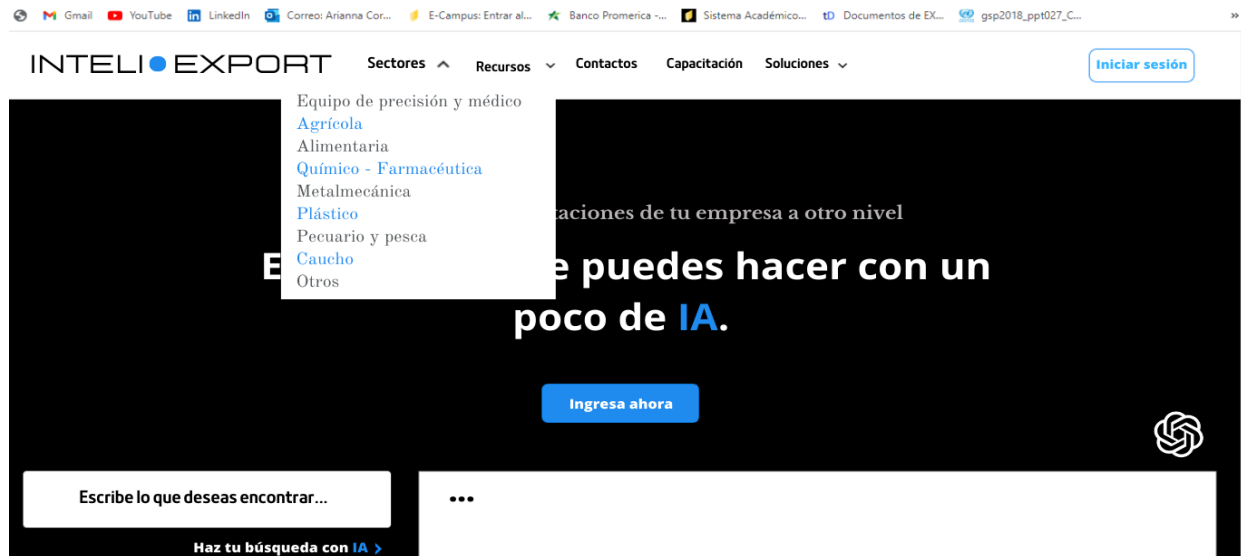
Explorando las etapas para incorporar aprendizaje automático en exportaciones

INTRODUCCIÓN AL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN EXPORTACIÓN DE MERCANCIAS	RECOPIACIÓN DE DATOS	PREPARACIÓN DE LOS DATOS	APLICACIÓN DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO	EVALUACIÓN DE RESULTADOS
Esta etapa se centra en proporcionar una comprensión básica de los conceptos básicos del aprendizaje automático y como se aplica a la exportación de mercancías.	En esta etapa, los participantes recopilarán datos relevantes para las exportaciones, como el precio de los productos, la cantidad de productos exportados y los países involucrados.	En esta etapa, los participantes limpiarán y prepararán los datos recopilados para su uso en el aprendizaje automático.	En esta etapa, los participantes aplicarán técnicas de aprendizaje automático para analizar los datos y extraer información útil para la exportación de mercancías.	En esta etapa, los participantes evaluarán los resultados obtenidos a partir del aprendizaje automático para determinar si son útiles para la exportación de mercancías.

Nota: Corrales (2023)

Al abrir la pestaña llamada “sectores” el usuario podrá seleccionar a qué sector se dedica con el fin de obtener información más especializada y adaptada a su campo de interés. Por ejemplo, si es una empresa del sector de alimentos podría encontrar información sobre cómo programar un contenedor utilizando *machine learning* según las necesidades del producto.

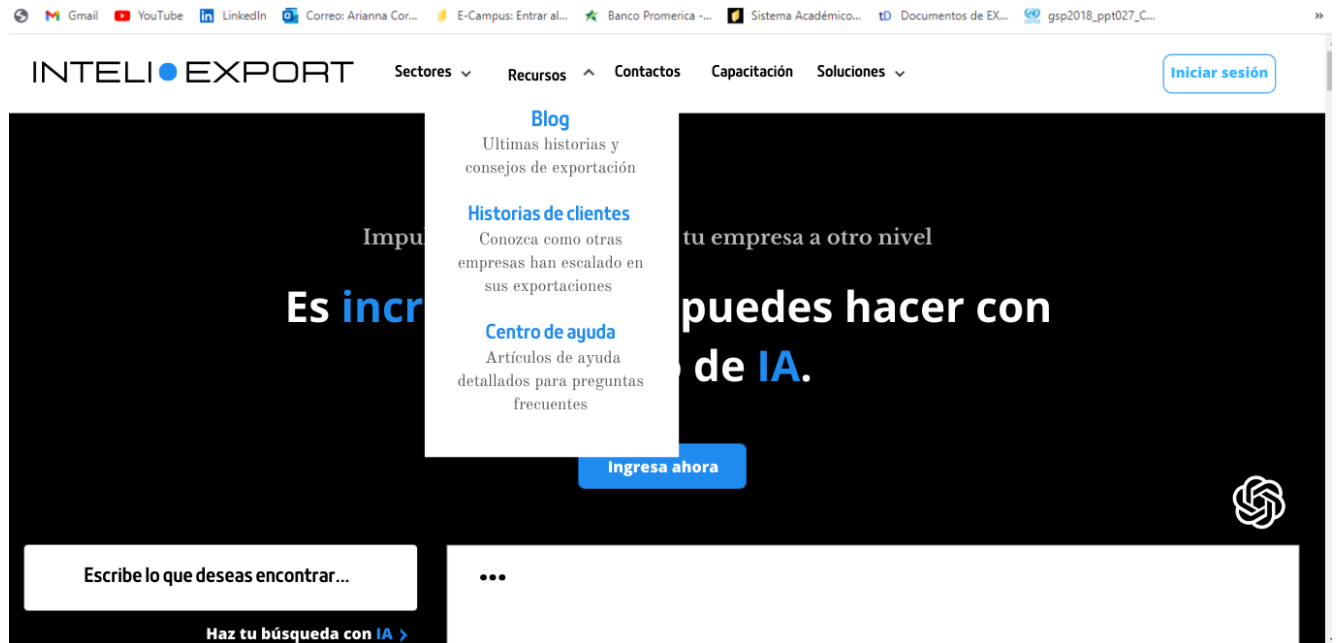
Ilustración 9 Sectores



Nota: Corrales (2023)

En el apartado de recursos el usuario podrá tener acceso a un blog donde podrá informarse a través de las últimas noticias y actualizaciones tecnológicas en el comercio internacional, podrá visualizar las historias de las empresas que ya implementan *machine learning* e IA en sus procesos de exportación y también tendrá acceso a diferentes artículos con información relevante.

Ilustración 10 Recursos



Nota: Corrales (2023)

Se propone que dentro de la plataforma web se puedan incluir diferentes asociaciones con empresas públicas y privadas que puedan brindar apoyo y asesoría a las empresas exportadoras en temas de aplicación de tecnología en los procesos de exportación, es por esto por lo que se incluye el siguiente apartado con contactos que se involucran específicamente en ambas temáticas en Costa Rica.

Ilustración 11 Contactos

The screenshot shows the 'CONTACTOS' section of the INTELIEXPORT website. The navigation bar includes 'Sectores', 'Recursos', 'Contactos', 'Capacitación', and 'Soluciones'. A 'Iniciar sesión' button is visible in the top right. The main content area features three logos: PROCOMER (COSTA RICA EXPORTA), CINDE, and MICITT (MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN, TECNOLOGÍA Y TELECOMUNICACIONES). Below the logos, there are three bullet points providing contact details:

- Establecer comunicación vía telefónica y en horas de oficina con el Departamento de Tecnologías de Información de PROCOMER al teléfono (506) 2505 - 4757 o (506) 2505 - 4700
- Excelencia a través de centros de servicios multifuncionales (506) 2201-2800
- Departamento de Análisis de la Innovación (506) 2539-2297
- Departamento de Talento Humano en Ciencia, Tecnología e Innovación (506) 2539-2334

Nota: Corrales (2023)

De la mano con lo anterior, se crean otras asociaciones con empresas públicas y privadas que trabajen a través de la plataforma con el fin de informar al usuario sobre cuáles instituciones en Costa Rica brindan capacitación en temas de inteligencia artificial y *machine learning*. De esta manera, las empresas exportadoras pueden tener una idea de las instituciones a las que deben acudir para capacitar a sus colaboradores según lo requiera. También vale la pena resaltar que la plataforma web está abierta al público en general y cualquier persona interesada en estas temáticas pueda tener acceso de la misma manera a toda la información.

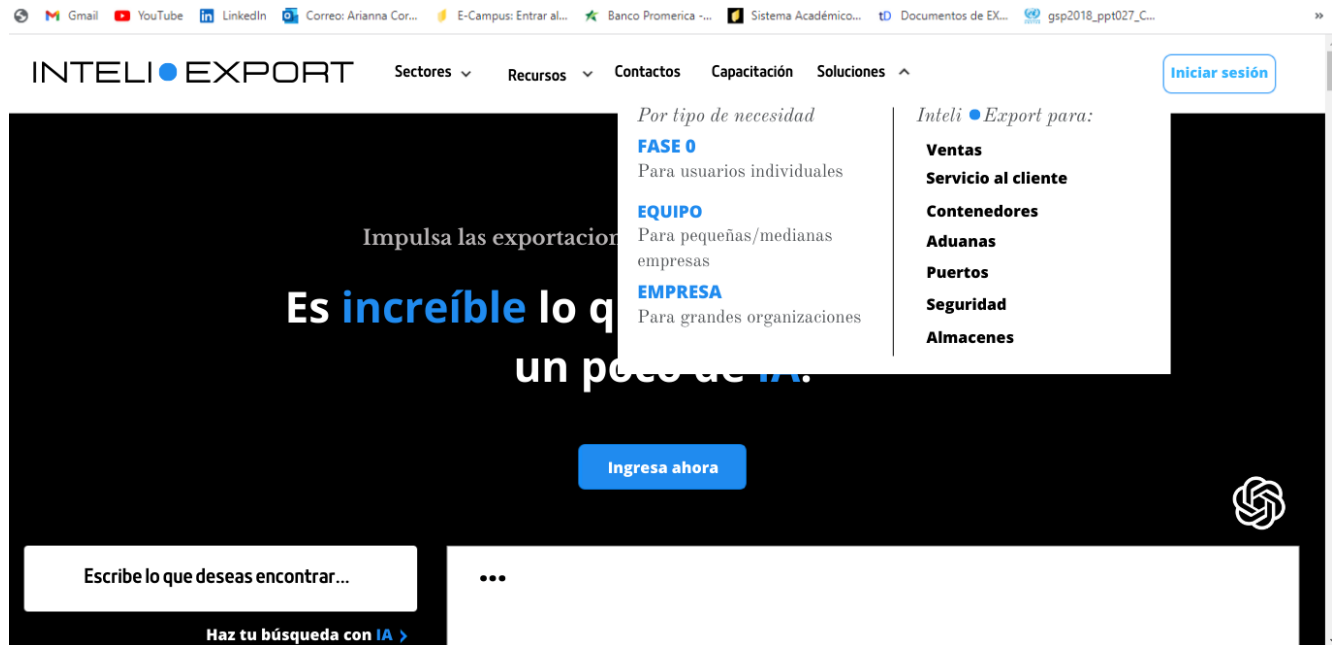
Ilustración 12 Capacitación



Nota: Corrales (2023)

En la última parte se podrá encontrar un apartado de soluciones donde el usuario puede dirigirse de manera más específica según el nivel de empresa o tipo de departamento, dentro de estas soluciones se detallan los pasos según corresponda sobre cómo iniciar el proceso de inclusión de inteligencia artificial y *machine learning* dentro de la organización o el área de exportación. Es importante resaltar que también la plataforma se encuentra dirigida a todas aquellas áreas que hacen posibles los intercambios comerciales, como lo son las aduanas, puertos, almacenes e inclusive empresas logísticas.

Ilustración 13 Soluciones especializadas



Nota: Corrales (2023)

Finalmente, los usuarios pueden tomar la decisión de crear una cuenta en la plataforma con el fin de obtener cada semana a través de correo electrónico actualizaciones sobre inteligencia artificial y comercio internacional. Además, esto permite crear una base de datos de las empresas y personas interesadas en aprender más sobre las temáticas planteadas y que puedan ser utilizadas para futuros proyectos.

En conclusión, el fin de la propuesta es poder reunir dos sectores totalmente diferentes en una misma plataforma que permita al usuario entender cómo trabajan de manera individual y los impactos que se pueden obtener a la hora de combinarlos e incluirlos dentro de una organización. Se espera abarcar toda la información necesaria y relevante como también brindar una experiencia diferente al usuario a través de los motores de búsqueda de la plataforma donde puedan interactuar a través de IA y obtener las respuestas que desean.

REFERENCIAS

- A. Boden, M. (2016). *Inteligencia Artificial*. Madrid: Turner Publicaciones S.L. Obtenido de <https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=LCnYDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=a+boden+margaret+inteligencia+artificial+pdf&ots=drVqyVbMkd&sig=1LUynVee1KHcaNrm-Fg2IdJPYYU#v=onepage&q&f=false>
- Acosta Steller, G. (2019). *ANÁLISIS DEL PAPEL DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA EN LA EVOLUCIÓN DEL SECTOR DE DISPOSITIVOS MÉDICOS, ESPECÍFICAMENTE EN EXPORTACIONES DE COSTA RICA HACIA CANADÁ (2015-2017)*. San José. Obtenido de file:///C:/Users/arian/AppData/Local/Temp/Temp1_RE__acceso_catalogo_de_tesis.zip/Lic-RI-CE-19005.pdf
- Aduanas, D. G. (2009). *Guía Aduanera de Costa Rica*. San José. Obtenido de <https://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/GUIAADUANERADECOSTARICA.pdf>
- ADUANAS, D. G. (2019). *Requerimiento a auxiliares de la función Pública u operadores de cadena de logística de consignar en el manifiesto de carga, para cada línea de mercancía, la codificación o clasificación arancelaria en modalidades marítima, aérea y terrestre*. San José. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89905&nValor3=118179&strTipM=TC#:~:text=%22MANIFIESTO%20DE%20CARGA%3A%20Documento%20emitido,los%20de%20tripulantes%20y%20pasajeros.%22
- Alvarado Orozco, S. (2018). *Lineamientos para el fortalecimiento de la regulación del mercado de dispositivos médicos en Centroamérica y el Caribe*. Bogotá. Obtenido de <file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20INTERNACION%202/AlvaradoOrozcoSandraBibiana2019.pdf>

Álvarez Vanoli, T. (2021). *Industria 4.0: Impacto de la Inteligencia Artificial y el Internet of Things en las Cadenas de Suministro*. Buenos Aires. Obtenido de file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20INTERNACION%202/[P][W]%20T.%20L.%20Adm.%20%C3%81lvarez%20Vanoli,%20Trinidad.pdf

AndSoft Transportation & Logistics Software. (4 de Mayo de 2021). *Software Transporte TMS para Empresas de Transporte y Logística*. Obtenido de Puerto Barcelona: «La tecnología del Machine Learning optimiza procesos logísticos»: <https://softwaretransporte.blog/2021/05/04/puerto-barcelona-la-tecnologia-del-machine-learning-optimiza-procesos-logisticos/>

Arias González, J. (2020). *Técnicas de investigación Científica*. Arequipa, Perú: ENFOQUES CONSULTING EIRL. Obtenido de file:///C:/Users/arian/Downloads/AriasGonzales_TecnicasEInstrumentosDeInvestigacion_libro%20(1).pdf

Arias Sánchez, B., Chaverri Herra, M., Leon Barboza, D., & Rojas Monge, G. (2020). *ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA EN EL SECTOR CIENCIAS DE LA VIDA EN COSTA RICA DESDE 2005 AL 2017*. Heredia.

ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA DE COSTA R. (23 de 11 de 1990). Sistema Costarricense de información Jurídica. San José, Costa Rica. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11593&nValor3=79357&strTipM=TC#:~:text=Sistema%20Costarricense%20de%20Informaci%C3%B3n%20Jur%C3%ADdica&text=ART%20C3%84DCULO%201.,esta%20ley%20y%20su

BBVA. (2019). *Machine learning: What is it and how does it work?* Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/en/machine-learning-what-is-it-and-how-does-it-work/>

Bock, L., Mangalampalli, C., & Rispoli, V. (2019). *Deloitte*. Estados Unidos. Obtenido de La próxima frontera para las firmas de gestión de inversiones:

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ar/Documents/risk/inteligencia-artificial-agosto-2019.pdf>

Calatayud, A., & Raúl Katz. (2019). *Cadena de Suministro 4.0*. Madrid: Banco Interamericano de desarrollo. Obtenido de

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=CuW3DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA107&dq=machine+learning+en+las+cadena+de+suministro&ots=FOY2MfIM98&sig=au2WfOlaAlpkQ_URKZJzhouyfs#v=onepage&q=machine%20learning%20en%20las%20cadenas%20de%20suministro&f=false

Calderón Jiménez, S., Briceño Díaz, F., Molina Sánchez, V., Torres Pimiento, D., Borja

Roncallo, G., & Cantillo Guerrero, E. (Diciembre de 2020). *Tendencias y características de los mercados para la exportación e importación de dispositivos biomédicos*. Obtenido de file:///C:/Users/arian/Downloads/Dialnet-

TendenciasYCaracteristicasDeLosMercadosParaLaExpor-8071230.pdf

Calvo, J., Guzmán, M., & Ramos, D. (2018). *Machine Learning, una pieza clave en la transformación de los modelos de negocio*. España: Management Solutions .

Cámara de Comercio Exterior. (Agosto de 2022). *Tecnologías que permiten tener una mayor resiliencia en la cadena de suministros*. Obtenido de

<https://crecex.com/2022/08/24/tecnologias-que-permiten-tener-una-mayor-resiliencia-en-la-cadena-de-suministros/>

Carranza Campos, K. (2020). *Análisis del uso de herramientas de inteligencia de negocios*

potenciadas con inteligencia artificial para la proyección de las ventas de Roxar para en el departamento de Flow Latinoamérica en Emerson Automation Solutions durante el año fiscal 2019 y propu. Obtenido de

file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20NACIONALES/TFG_Ulatina_Kevin_Carranza_Campos.pdf

Cenfotec. (2022). *CENFOTEC*. Obtenido de Machine Learning I:

<https://ucenfotec.ac.cr/ecommerce/producto/machine-learning-i/>

Centro de innovación y Tecnología . (02 de 05 de 2022). *Hospitales 4.0 con una gestión más efectiva gracias a algoritmos machine learning*. Obtenido de Universidad Politécnica de Catalunya: <https://cit.upc.edu/es/portfolio-item/hospitales-40-con-una-gestion-mas-efectiva-gracias-a-algoritmos-machine-learning/>

Chávez Toledo, M. (2018). *GESTIÓN LOGÍSTICA EN ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y TRANSPORTE DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, DISPOSITIVOS MÉDICOS Y PRODUCTOS SANITARIOS EN LABORATORIOS DE LAS ÁREAS DE FARMACIA Y LABORATORIO DEL CENTRO DE SALUD DE CHARACATO– AREQUIPA, 2017*.

Arequipa, Perú. Obtenido de

file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20INTERNACION%202/B3.1724.MG.pdf

CINDE. (08 de 11 de 2022). *Medtronic proyecta inversión de \$65 millones en la expansión de sus operaciones de manufactura en Costa Rica*. Obtenido de

<https://www.cinde.org/es/noticias/medtronic-proyecta-inversion-de-65-millones-en-la-expansion-de-sus-operaciones-de-manufactura-en-costa-rica>

Clarke, J. (28 de Mayo de 2018). *Dell Technologies* . Obtenido de La necesidad de implantar tecnologías de inteligencia artificial (AI), Machine Learning para ser competitivos:

<https://www.dell.com/es-es/blog/inteligencia-artificial-aprendizaje-automatico-internet-cosas/>

Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo. (2018). *CINDE*. Obtenido de Empresas de zonas francas generan 72% de las exportaciones de servicios de alto valor agregado del

país: <https://www.cinde.org/es/noticias/empresas-de-zonas-francas-generan-72-de-las-exportaciones-de-servicios-de-alto-valor-agregado-del-pais>

Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo. (29 de Setiembre de 2021). *CINDE*.

Obtenido de Costa Rica promoverá el uso responsable de la inteligencia artificial con apoyo del BID: <https://www.cinde.org/es/noticias/costa-rica-promovera-el-uso-responsable-de-la-inteligencia-artificial-con-apoyo-del-bid>

Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo. (2022). *CINDE*. Obtenido de Inteligencia artificial y Machine Learning: <https://www.cinde.org/es/tecnologias/ia-machine-learning>

Coalición Interamericana . (2022). *Convergencia Regulatoria* . Obtenido de Autoridades Regulatoras de Dispositivos Médicos: <https://www.interamericancoalition-medtech.org/regulatory-convergence/enlaces/autoridades-reguladoras-de-dispositivos-medicos/?lang=es>

COMEX. (2011). *Reglamento para la Emisión de Certificados de Origen y la Verificación de Origen de Mercancías Exportadas*. San José. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=70678&nValor3=94151&strTipM=TC#:~:text=Certificado%20de%20origen%3A%20documento%20por,o%20material%2C%20susceptible%20de%20comercializarse.

COMEX. (31 de Marzo de 2021). *Costa Rica, segundo país en América Latina en exportaciones de dispositivos médicos*. Obtenido de <https://www.comex.go.cr/sala-de-prensa/comunicados/2021/marzo/cp-2597-costa-rica-segundo-pa%C3%ADs-en-am%C3%A9rica-latina-en-exportaciones-de-dispositivos-m%C3%A9dicos/>

COMEX. (2021). *Equipo médico, profesional y para uso científico*. Costa Rica. Obtenido de <https://www.comex.go.cr/media/6427/49-equipo-m%C3%A9dico-profesional-y-cientifico-china.pdf>

- CONTRANS. (2022). *Grupo Transmeridian*. Obtenido de Diferencias entre depósito aduanero y depósito temporal: <https://www.contrans.pe/logistica-diferencias-entre-deposito-aduanero-y-deposito-temporal--54>
- Desarrollo, B. I. (2014). *Plan Nacional en Logística de Cargas – PNLog Costa Rica, 2014 – 2024*. San José: BID. Obtenido de file:///C:/Users/arian/Downloads/PP.062-PN.pdf
- DHL. (2022). *DHL Bootcamp*. Obtenido de Implementa la inteligencia artificial a tu cadena de suministro: <https://bootcamp.latam.express.dhl.com/es-ar/implementa-la-inteligencia-artificial-a-tu-cadena-de-suministro>
- DHL. (2022). *Machine Learning: Como ayuda en la toma de decisiones*. Obtenido de <https://bootcamp.latam.express.dhl.com/es-ar/machine-learning-y-la-toma-de-decisiones>
- DHL. (2023). *CIENCIAS BIOLÓGICAS Y SECTOR DE LA SALUD*. Obtenido de <https://www.dhl.com/cr-es/home/sectores-de-la-industria/ciencias-biologicas-y-sector-de-la-salud.html>
- Económico, O. p. (2022). *Uso estratégico y responsable de la inteligencia artificial en el sector público de América Latina y el Caribe*. OCDE. Obtenido de https://www.oecd-ilibrary.org/sites/5b189cb4-es/1/3/7/index.html?itemId=/content/publication/5b189cb4-es&_csp_=51cffcd55f091410dab402ffaf5f70a&itemIGO=oecd&itemContentType=book
- Energy, O. (11 de Julio de 2020). *World Energy Trade*. Obtenido de Los terminales de contenedores HHLA utilizan tecnología de machine learning para aumentar la productividad: <https://www.worldenergytrade.com/logistica/investigacion/los-terminales-de-contenedores-hhla-utilizan-tecnologia-de-machine-learning-para-aumentar-la-productividad>

ESAN. (27 de Abril de 2017). *El transporte de productos para el sector salud*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-transporte-de-productos-para-el-sector-salud#:~:text=%22Los%20productos%20farmac%C3%A9uticos%2C%20dispositivos%20m%C3%A9dicos,transporte%20correspondiente%22%2C%20se%20B1ala%20claramente>.

Española, R. A. (2022). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/r%C3%A9gimen>

Estellés, A., & Alcina, A. (2007). *Clasificación de características en Terminología*. España: Universitat Jaume. Obtenido de https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/78475/forum_2007_28.pdf?sequence=1

exportaciones, D. d. (2016). *Manual de documentos de exportación*. Perú. Obtenido de <https://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/770566482rad79695.pdf>

exterior, P. d. (2016). *PROCOMER*. https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/guia_informativa_sobre_temas_de_comercio_exterior2020-03-17_17-54-02.pdf. Obtenido de GUÍA INFORMATIVA SOBRE TEMAS DE COMERCIO EXTERIOR.

Exterior, P. d. (20 de Mayo de 2019). *¿CÓMO MEJORAR LA EXPERIENCIA DEL CLIENTE CON LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL?* Obtenido de https://www.procomer.com/alertas_comerciales/como-mejorar-la-experiencia-del-cliente-con-la-inteligencia-artificial/

Exterior, P. d. (12 de Febrero de 2020). *EMPRESAS DEL SECTOR DE DISPOSITIVOS MÉDICOS LLEVAN SUS TECNOLOGÍAS Y CAPACIDADES A MERCADOS INTERNACIONALES*. Obtenido de PROCOMER: <https://www.procomer.com/noticia/comprador-internacional-noticia/empresas-del-sector->

de-dispositivos-medicos-llevan-sus-tecnologias-y-capacidades-a-mercados-internacionales/

Ezequiel Leivi, A. (2019). *Análisis de la implementación de Machine Learning en el diagnóstico por imágenes*. Buenos Aires. Obtenido de
file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20INTERNACIONALES/[P][W]%20T.%20M.%20Ges.%20Leivi,%20Alejo%20Ezequiel.pdf

Flores Calvo, Y., & Villalobos Santamaria, J. (2022). *Análisis de la competitividad de las empresas del sector de dispositivos médicos que operan en Zona Franca El Coyoil durante el periodo 2014-2019*. Obtenido de
file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20NACIONALES/ANALISIS%20DE%20LA%20COMPETITIVIDAD.pdf

Food and Drug Administration. (02 de 04 de 2022). *Seguridad cibernética de dispositivos médicos: Lo que necesita saber*. Obtenido de FDA:
<https://www.fda.gov/consumers/articulos-para-el-consumidor-en-espanol/seguridad-cibernetica-de-dispositivos-medicos-lo-que-necesita-saber>

Gartner. (9 de Junio de 2021). *Procomer*. Obtenido de PRINCIPALES APLICACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA CADENA DE SUMINISTROS EN 2021:
https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/principales-aplicaciones-tecnologicas-para-la-cadena-de-suministros-en-2021/

González, A. (2021). *5 consejos para empezar con Machine Learning en la empresa*. Obtenido de Cleverdata: <https://cleverdata.io/machine-learning-empresa/>

González, A., Mayorga, P., Moya, E., Sailema, L., & Villacís, D. (16 de Octubre de 2014). *Plan de Acción*. Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/wwd6vpgas2dr/plan-de-accion/#:~:text=Un%20plan%20de%20acci%C3%B3n%20es,el%20alcance%20de%20sus%20objetivos.>

González Castillo, T., & Thomas Vargas, L. (2019). *DISEÑAR UNA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DEL PROCESO DE CADENA DE SUMINISTRO Y CONTROL DE INVENTARIO DE COVIDIEN MANUFACTURING SOLUTIONS S.A.* Obtenido de <http://repositorio.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/79304/Propuesta%20CMS%20final%20THAIS%20GONZ%20LEZ%20LESLIE%20THOMAS%20VARGAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Haciendo, M. d. (2023). *Aduana Fácil*. Obtenido de Exportando mercancías: <https://www.hacienda.go.cr/AduanaFacil/operaciones/09903C66-4A5C-4263-8704-A12F44969B21#0FB5A8F6-B317-47B6-9CE7-2471839C0CCB>

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. Obtenido de https://e-campus.uia.ac.cr/pluginfile.php/393302/mod_resource/content/1/HERN%20NDEZ%20Y%20MENDOZA.pdf

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V. Obtenido de <file:///C:/Users/arian/Downloads/Hern%20Ndez%20Metodolog%20ADa%20de%20la%20investigaci%20B3n.pdf>

Hewlett Packard Enterprise. (Julio de 2019). *¿Qué es la inteligencia artificial?* Obtenido de <https://www.hpe.com/lamerica/es/what-is/artificial-intelligence.html#:~:text=L%20inteligencia%20artificial%20es%20una,para%20demostrar%20conductas%20C2%ABinteligentes%20BB>.

HINESTROZA RAMÍREZ, D. (2018). *EL MACHINE LEARNING A TRAVÉS DE LOS TIEMPOS, Y LOS APORTES A LA HUMANIDAD*. Pereira. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17289/EL%20MACHINE%20LEARNING.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IA, O. (2023). *Open IA*. Obtenido de <https://openai.com/blog/chatgpt>

IBM. (3 de Junio de 2020). *IBM*. Obtenido de IBM Cloud Education: <https://www.ibm.com/ar-es/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence#toc-tipos-de-i-LU9vdrvW>

IBM. (2022). *Analytics*. Obtenido de ¿Qué es Machine Learning?: <https://www.ibm.com/mx-es/analytics/machine-learning>

Intel. (2022). *Aumente la eficiencia de la previsión de la demanda*. Obtenido de <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/reference-kit/demand-forecasting.html>

Intel. (2022). *Intel*. Obtenido de ¿Qué es una actualización tecnológica?: <https://www.intel.es/content/www/es/es/business/small-business/resources/technology-computer-innovation.html#:~:text=Una%20actualizaci%C3%B3n%20tecnol%C3%B3gica%20es%20el,la%20seguridad%20de%20los%20dispositivos>.

Intel. (2022). *Qué es el Análisis de los Datos?* Latinoamérica: Intel. Obtenido de <https://www.intel.la/content/www/xl/es/analytics/resources/what-is-data-analytics.html>

Internacional, I. S. (2022). *CONOCIMIENTO DE EMBARQUE AÉREO AIR WAYBILL (AWB)*. Obtenido de <https://www.isli.institute/es/herramientas/documentos-de-transporte-internacional/conocimiento-de-embarque-aereo-air-waybill-awb#>

International, T. L. (13 de Diciembre de 2018). *CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA LA LOGÍSTICA DE LOS PRODUCTOS SANITARIOS*. Obtenido de <https://www.toclogistics.com/es/special-considerations-for-medical-device-logistics/>

Jaén García, L. (2019). *Fuentes de información para la investigación en Archivística y Bibliotecología*. San José: UCR.

Kretschmann, L., Zacharias, M., Klöver, S., & Hensel, T. (2021). *MACHINE LEARNING IN MARITIME LOGISTICS*. Hamburg : Fraunhofer CML.

Leiva, J., & Alonso Ubieta, S. (2019). *Competitividad empresarial en Costa Rica: un enfoque multidimensional competitividad empresarial*. San José: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tec/v13n3/1659-3359-tec-13-03-28.pdf>

Leon, V. (Julio de 2021). *Tecnología aduanera en tiempos de pandemia*. Obtenido de Blogs de Industria de Microsoft: <https://cloudblogs.microsoft.com/industry-blog/es-xl/government/2021/07/19/tecnologia-aduanera-en-tiempos-de-pandemia/>

Martínez Hernández, L., Leyva Arellano, M., & Barraza Macías, A. (2010). *LA IMPORTANCIA DE LA VINCULACIÓN EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR*. Mexico: IMEF. Obtenido de https://www.imef.org.mx/publicaciones/boletinestecnicosorig/BOL_07_10_CTN_CC.PDF

Metalinspec. (2019 de Octubre de 2019). *La Importancia de los estándares de calidad del embalaje médico*. Obtenido de <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/la-importancia-de-los-estandares-de-calidad-del-embalaje-medico>

Microsoft. (2022). *Azure Microsoft*. Obtenido de Inteligencia artificial (IA) frente a aprendizaje automático (ML): <https://azure.microsoft.com/es-es/solutions/ai/artificial-intelligence-vs-machine-learning/#introduction>

Ministerio de Comercio Exterior. (31 de Marzo de 2021). *COMEX*. Obtenido de <https://www.comex.go.cr/sala-de-prensa/comunicados/2021/marzo/cp-2597-costa-rica-segundo-pa%C3%ADs-en-am%C3%A9rica-latina-en-exportaciones-de-dispositivos-m%C3%A9dicos/>

- Monge Gonzalez , R., & Rivera , L. (2022). *Cadenas Globales de Valor, Encadenamientos Productivos y Derrames de Productividad en Costa Rica*. San José: Academia de Centroamérica. Obtenido de Documentos .
- Mora, A. (2 de Octubre de 2021). Digitalización de la cadena de suministro. *El Financiero*. Obtenido de <https://www.elfinancierocr.com/opinion/digitalizacion-de-la-cadena-de-suministro/OYCBEJJPMAILNW67IFEZXKDQM/story/>
- Nasapack. (22 de Junio de 2021). *Embalaje para equipos medicos* . Obtenido de <https://www.nasapack.com/embalaje-para-equipos-medicos/>
- Novacargo . (11 de Abril de 2022). *Cadena de suministro: Objetivos Responsables en el 2022*. Obtenido de <https://www.novacargo.com/cadena-de-suministro-objetivos-responsables-2022/>
- Nutz, N., & Sievers, M. (2016). *GUÍA GENERAL PARA EL DESARROLLO DE CADENAS DE VALOR*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo. Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_541432.pdf
- Olier, E., & Corchado, J. (01 de 2022). *Documento de Investigación 01/2022*. Obtenido de Inteligencia Artificial: aplicaciones a la Defensa: https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_investig/2022/DIEEEINV01_2022_EDUOLI_Inteligencia.pdf
- ONU. (2022). *Influencias de las tecnologías digitales*. Obtenido de <https://www.un.org/es/un75/impact-digital-technologies>
- OPS. (2021). *Lista de dispositivos médicos prioritarios para el primer nivel de atención en los países de la Región de las Américas*. Obtenido de

https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55626/OPSHSSMT210016_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OPS;. (2022). *Organizacion Panamericana de la Salud*. Obtenido de Dispositivos Medicos :
<https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>

Organizacion Mundial del Comercio , & Organizacion Mundial de Aduanas. (2022). *El papel de las tecnologías avanzadas en el comercio transfronterizo: una perspectiva aduanera*. Ginebra: ISBN.

Peñaloza Lopez, J. (2018). *Propuesta de mejora al proceso actual de logística inversa en una organización de dispositivos médicos en Bogotá, basada en la reducción de los costos asociados*. Bogotá. Obtenido de
<file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20INTERNACION%202/1032439444.2018.pdf>

PierNext. (15 de abril de 2021). *Machine learning aplicado al sector marítimo: navegando en un mar de datos*. Obtenido de <https://piernext.portdebarcelona.cat/logistica/machine-learning-aplicado-al-sector-maritimo-navegando-en-un-mar-de-datos/>

Pimentel Ramirez, G. (2020). *LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SU INFLUENCIA EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SU INFLUENCIA EN 2020*. Lima, Peru. Obtenido de
file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20INTERNACION%202/2020_Pimentel-Ramirez.pdf

Procomer. (2016). *Guía informativa sobre temas de comercio exterior*. Obtenido de
https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/guia_informativa_sobre_temas_de_comercio_exterior2020-03-17_17-54-02.pdf

Procomer. (6 de Diciembre de 2018). *Procomer*. Obtenido de INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BIG DATA, TECNOLOGÍAS ALIADAS EN LA MEDICINA ACTUAL:

https://www.procomer.com/alertas_comerciales/inteligencia-artificial-y-big-data-tecnologias-aliadas-en-la-medicina-actual/

Procomer. (2020). *Regimen de Zona Franca*. San Jose. doi:<https://www.procomer.com/wp-content/uploads/RE-F-12-12-Inducci%C3%B3n-Zona-Franca-todas-categoriasv.2020.pdf>

Procomer. (Junio de 2022). *Guia Regimen Zona Franca*. San José. Obtenido de <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Guias-Zonas-Francas-junio-2022.pdf>

Procomer. (2022). *Incentivo de capacitacion, formacion y entrenamiento*. San Jose. Obtenido de <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Fly.Descargable-Solicitud-Inclusio%CC%81n-Fideicomiso-Agos21-1.pdf>

Prodware. (2023). *Prodware business solutions* . Obtenido de <https://www.prodwaregroup.com/es-es/soluciones/prodware-business-solutions/demand-forecasting/#>

Programmentwicklung, S. (2022). *SAP*. Obtenido de <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html>

Promotora de Comercio Exterior. (20 de Julio de 2022). *COMISIÓN EUROPEA PLANEA PARA 2024 LA PUESTA EN MARCHA DE BASE DE DATOS DE DISPOSITIVOS MÉDICOS AUTORIZADOS*. Obtenido de PROCOMER:

https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/comision-europea-planea-para-2024-la-puesta-en-marcha-de-base-de-datos-de-dispositivos-medicos-autorizados/

Promotora de Comercio Exterior. (22 de Febrero de 2022). *EXPORTACIONES DE BIENES CRECEN 19% EN PRIMER MES DEL AÑO*. Obtenido de PROCOMER :
<https://www.procomer.com/noticia/exportador-noticia/exportaciones-de-bienes-crecen-19-en-primer-mes-del-ano/>

Ramirez Gonzalez , G., & Sauma Quesada, K. (2017). *ANÁLISIS DE LOS EFECTOS COMERCIALES Y ECONÓMICOS DE LA POLÍTICA CAMBIARIA EN LAS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES DE LA INDUSTRIA MÉDICA COSTARRICENSE DURANTE EL PERIODO 2006-2014*. Obtenido de
<https://repositorio.utn.ac.cr/bitstream/handle/20.500.13077/74/An%C3%A1lisis%20de%20los%20efectos%20comerciales%20y%20econ%C3%B3micos%20de%20la%20pol%C3%ADtica%20cambiaria%20en%20las%20exportaciones%20e%20importaciones%20de%20la%20industria%20m%C3%A9dica>

Real Academia Española. (2022). Madrid. Obtenido de <https://dle.rae.es/implementar>

Rica, I. d. (19 de 09 de 2019). *ISO 13485: la norma diferenciada para la industria médica y tema en boga para Costa Rica*. Obtenido de INTECO: <https://www.inteco.org/blog/nuestro-blog-1/iso-13485-la-norma-diferenciada-para-la-industria-medica-y-tema-en-boga-para-costa-rica-215>

Rojas Vargas, B. (2022). *Programación de abastecimiento de dispositivos médicos y la gestión logística del Hospital Sub Regional de Andahuaylas, 2021*. Lima, Perú. Obtenido de file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20INTERNACION%202/Rojas_VBJ-SD.pdf

Rouhiainen, L. (2018). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL 101 COSAS QUE DEBES SABER HOY SOBRE NUESTRO FUTURO*. Barcelona: alienta editorial. Obtenido de https://www.planetadelibros.com/libros_contenido_extra/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf

Russel, R. (2018). *Guía Paso a Paso Para Implementar Algoritmos De Machine Learning Con Python*. Copyright. Obtenido de <https://ricardollarves.com.ve/wp-content/uploads/2020/07/Machine-Learning-Gu%C3%ADa-Paso-a-Paso-Para-Implementar-Algoritmos-De-Machine-Learning-Con-Python-by-Rudolph-Russell.pdf>

Salas, L. (Mayo - Agosto de 2021). *Revista Conjeturas Sociologicas*. Obtenido de La participación de empresas de dispositivos médicos en las Cadenas Globales de Valor en Costa Rica: [file:///C:/Users/arian/Downloads/revista-conjeturas-sociologicas-ao-9-no-25-6%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/arian/Downloads/revista-conjeturas-sociologicas-ao-9-no-25-6%20(1).pdf)

Salud, O. P. (2022). *Principios esenciales de seguridad y desempeño de los dispositivos médicos médicos y los dispositivos médicos de diagnóstico in vitro*. Washington, D.C: OPS. Obtenido de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56051/OPSHSSMT220004_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SICEX. (25 de Noviembre de 2021). *Consejos útiles para la reducción de costos logísticos en comercio internacional*. Obtenido de <https://sicex.com/blog/tips-para-reducir-costos-logisticos-de-comercio-internacional/#:~:text=Las%20estrategias%20para%20la%20reducci%C3%B3n,entre%20proveedores%20y%20terceros%2C%20etc.>

SIEMENS. (2022). *IoT y análisis del ciclo de vida*. Obtenido de <https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/industries/medical-devices-pharmaceuticals/iot-lifecycle-analytics.html>

Soto Bustamante, C. (2016). *Exportacion dispositivos medicos al Perú*. Bogotá. Obtenido de <file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20INTERNACION%202/Exportacion%20dispositos%20medicos%20al%20Per%C3%BA.pdf>

Soto Bustamante, C. (2016). *Exportación dispositivos médicos al Perú*. Colombia.

- TEC. (2019). *Tecnológico de Costa Rica*. Obtenido de https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/normativa_y_requisitos_-_especializacion_en_machine_learning_0.pdf
- TICAL. (2023). *Farmacéutica y Dispositivos Médicos: Almacenaje y Distribución*. Obtenido de <https://www.tical.com/recursos/blog-normal/20-sectores/ciencias-de-la-vida/48-farmacautica-y-dispositivos-medicos-almacenaje-y-distribucion>
- Ulate Brenes , E., Mora , E., Pombo , C., Rebellón, C., Vega, N., Lang, G., & Chaves Martinez, P. (2021). *La importancia de establecer un marco orientador de política pública para el uso responsable y ético de la inteligencia artificial y su aplicacion en Costa Rica*. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <file:///C:/Users/arian/Downloads/La-importancia-de-establecer-un-marco-orientador-de-politica-publica-para-el-uso-responsable-y-etico-de-la-inteligencia-artificial-y-su-aplicacion-en-Costa-Rica.pdf>
- Universidad Internacional de Valencia. (27 de Diciembre de 2018). *Campus Virtual*. Obtenido de [Inteligencia artificial en la importación y exportación: https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/inteligencia-artificial-en-la-importacion-y-exportacion](https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/inteligencia-artificial-en-la-importacion-y-exportacion)
- UPS. (2023). *¿Qué es una Factura comercial?* Obtenido de <https://www.ups.com/cr/es/help-center/sri/glo-cominv.page#:~:text=Documento%20suministrado%20por%20el%20remitente,como%20informaci%C3%B3n%20sobre%20el%20remitente>.
- Valdés León, C. (2017). *GUÍA PARA CLASIFICACIÓN DE DISPOSITIVOS MÉDICOS SEGÚN RIESGO*. Chile. Obtenido de <https://www.ispch.cl/sites/default/files/Gu%C3%ADa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Dispositivos%20M%C3%A9dicos%20Seg%C3%BAn%20riesgo,%20Formato%20Institucional.pdf>

Zuñiga Ugalde , M. (2019). *ESTUDIO TÉCNICO DE LAS CARACTERÍSTICAS Y LA OFERTA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS DIGITALES BASADOS EN TECNOLOGÍA DE MACHINE LEARNING EN LA GRAN ÁREA METROPOLITANA DE COSTA RICA EN EL PERÍODO MAYO 2017 A JUNIO 2018*. Obtenido de <file:///C:/Users/arian/OneDrive/Escritorio/TESIS%20NACIONALES/Estudio%20t%C3%A9cnico%20caracter%C3%ADsticas%20y%20oferta%20Machine%20Learning.pdf>

Zuñiga Ugalde, M. (2019). *ESTUDIO TÉCNICO DE LAS CARACTERÍSTICAS Y LA OFERTA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS DIGITALES BASADOS EN TECNOLOGÍA DE MACHINE LEARNING EN LA GRAN ÁREA METROPOLITANA DE COSTA RICA EN EL PERÍODO MAYO 2017 A JUNIO 2018*. Alajuela: UTN. Obtenido de <https://repositorio.utn.ac.cr/bitstream/handle/20.500.13077/245/Estudio%20t%C3%A9cnico%20caracter%C3%ADsticas%20y%20oferta%20Machine%20Learning.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

APÉNDICE

Anexos

Cuestionario

1. ¿De qué forma la empresa podría vincular machine learning como medio de inteligencia artificial en el proceso de exportación de dispositivos médicos?
2. ¿De qué manera el machine learning y la inteligencia artificial podrían cambiar los procesos de exportación de dispositivos médicos dentro de la empresa?
3. ¿Cuáles son los beneficios que se podrían obtener al incluir machine learning como medio de inteligencia artificial en el proceso de exportación de dispositivos médicos?
4. ¿Cuáles son los principales retos a los que se podría enfrentar la empresa a la hora de vincular machine learning e inteligencia artificial en el proceso de exportación de dispositivos médicos?
5. ¿Cuáles son las razones principales por las que una empresa de dispositivos médicos elegiría utilizar inteligencia artificial y machine learning dentro del proceso de exportación?
6. ¿Cuáles características importantes podría mencionar usted del machine learning como medio de inteligencia artificial dentro de una empresa que se dedica a la exportación de dispositivos médicos?
7. ¿En qué medida la implementación de machine learning e inteligencia artificial puede mejorar la relación comercial con los diferentes clientes o agentes?
8. ¿Cómo la inclusión de machine learning podría impactar en los tiempos de entrega de los clientes que se encuentran alrededor del mundo?

9. ¿De qué manera considera usted que el machine learning y la inteligencia artificial podría contribuir con la seguridad de los dispositivos médicos durante el proceso de exportación?
10. ¿Cuál es la metodología que podría utilizar la empresa a la hora de incluir machine learning e inteligencia artificial dentro del área de exportaciones?
11. ¿Qué aspectos debe tomar en cuenta una empresa exportadora de dispositivos médicos a la hora de capacitar a los colaboradores en materia de machine learning e inteligencia artificial?
12. ¿Con cuanta frecuencia se debería brindar capacitación y actualización a los colaboradores que trabajan con los sistemas de machine learning e inteligencia artificial para el área de exportaciones?
13. ¿Cuáles son los departamentos que se involucran en la inclusión de machine learning e inteligencia artificial para el área de exportaciones?
14. ¿Cuál es el debido seguimiento que se le debería dar a los sistemas que utilizan machine learning con el fin de garantizar el buen funcionamiento hasta que el dispositivo medico llegue al cliente final?
15. De acuerdo a su experiencia ¿Qué recomendaciones daría usted para que las empresas de dispositivos médicos apuesten por utilizar machine learning e inteligencia artificial dentro de los procesos de exportación para el año 2023?