

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO CATALIZADOR DE SOSTENIBILIDAD EN EL COMERCIO GLOBAL

Artificial intelligence as a catalyst for sustainability in global trade

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18327931>

Autores:

Washington Patricio López Aguilar^{1*}

Carlos Julio Cevallos Ortega²

Evelyn Adriana Lozano Rodríguez³

Henry José Álvarez Muñoz⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: wlopeza@utb.edu.ec

Fecha de recepción: 20 / 11 / 2025

Fecha de aceptación: 27 / 11 / 2025

EJE TEMÁTICO TEMÁTICA

Inteligencia Artificial, Comercio Electrónico, Sostenibilidad, Eficiencia Operativa,
Economía Circular

RESUMEN

Este documento examina el rol de la inteligencia artificial (IA) en la promoción de la sostenibilidad dentro del comercio global, enfocándose en tres pilares fundamentales: eficiencia operativa, responsabilidad ambiental y equidad social. La IA ha demostrado ser crucial para reconfigurar las cadenas de suministro, optimizar la logística y reducir los costos, generando una economía circular más eficiente y sostenible. Además, se explora cómo la IA facilita la inclusión social al permitir que pequeños productores y grupos vulnerables accedan a mercados globales, superando barreras de comunicación y logística.

^{1*} Universidad Técnica de Babahoyo, 0000-0002-3956-5397, wlopeza@utb.edu.ec

² Universidad Técnica de Babahoyo, 0000-0001-6358-5433, ccevalloso@utb.edu.ec

³ Universidad Técnica de Babahoyo, 0009-0001-3151-1474, elozano@utb.edu.ec

⁴ Universidad Técnica de Babahoyo, 0000-0003-0196-2984, halvarezm@utb.edu.ec

Introducción

Este documento examina el rol de la inteligencia artificial (IA) en la promoción de la sostenibilidad dentro del comercio global, enfocándose en tres pilares fundamentales: eficiencia operativa, responsabilidad ambiental y equidad social. La IA ha demostrado ser crucial para reconfigurar las cadenas de suministro, optimizar la logística y reducir los costos, generando una economía circular más eficiente y sostenible. Además, se explora cómo la IA facilita la inclusión social al permitir que pequeños productores y grupos vulnerables accedan a mercados globales, superando barreras de comunicación y logística.

Objetivo general de la investigación

Estudiar si la relación entre la inteligencia artificial (IA) y la sostenibilidad en el comercio global es un tema emergente, que refleja cómo las tecnologías avanzadas pueden transformar los sistemas comerciales hacia modelos más responsables y eficientes. A continuación, se presenta un panorama general de los antecedentes relacionados con este tema:

Evolución de la Inteligencia Artificial

La evolución de la inteligencia artificial (IA) ha sido un viaje fascinante desde sus inicios teóricos hasta su integración en múltiples aspectos de la vida moderna. En la década de 1950, Alan Turing, matemático británico, propuso el "Test de Turing" para evaluar la capacidad de una máquina para exhibir comportamiento inteligente similar al humano. Este periodo también vio la creación de los primeros programas de IA, como el "Logic Theorist", diseñado para imitar habilidades de resolución de problemas humanos.

Sostenibilidad en el Comercio Global

La integración de la sostenibilidad en el comercio global ha evolucionado significativamente, reflejando una creciente conciencia sobre la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la responsabilidad ambiental y social. Inicialmente, el comercio internacional se centraba en la expansión económica sin considerar los impactos ambientales y sociales.

Metodología

Este artículo se desarrolló mediante una revisión bibliográfica de carácter exploratorio, con el propósito de analizar el papel de la inteligencia artificial (IA) en la promoción de

la sostenibilidad dentro del comercio global. Para ello, se consultaron fuentes académicas y científicas disponibles en bases de datos como Scopus, Google Scholar y Web of Science. Se utilizaron combinaciones de palabras clave como “inteligencia artificial”, “sostenibilidad”, “comercio internacional” y “tecnología verde”, aplicando operadores booleanos para refinar la búsqueda. Los documentos fueron seleccionados con base en su relevancia temática, actualidad y rigor metodológico, excluyendo estudios duplicados, no académicos o con enfoque tangencial. La información recopilada fue organizada y sintetizada de forma cualitativa, identificando tendencias, aplicaciones clave y desafíos emergentes en la intersección entre IA y sostenibilidad comercial.

RESULTADOS

Antecedentes: La Inteligencia Artificial como Catalizador de Sostenibilidad en el Comercio Global

La relación entre la inteligencia artificial (IA) y la sostenibilidad en el comercio global es un tema emergente, que refleja cómo las tecnologías avanzadas pueden transformar los sistemas comerciales hacia modelos más responsables y eficientes. A continuación, se presenta un panorama general de los antecedentes relacionados con este tema:

Evolución de la Inteligencia Artificial

La evolución de la inteligencia artificial (IA) ha sido un viaje fascinante desde sus inicios teóricos hasta su integración en múltiples aspectos de la vida moderna. En la década de 1950, Alan Turing, matemático británico, propuso el "Test de Turing" para evaluar la capacidad de una máquina para exhibir comportamiento inteligente similar al humano. Este periodo también vio la creación de los primeros programas de IA, como el "Logic Theorist", diseñado para imitar habilidades de resolución de problemas humanos. (Artificial Intelligence: A Modern Approach (Pearson Series in Artificial Intelligence): 9780134610993: Russell, Stuart, Norvig, Peter: Libros, n.d.)

En 1956, durante la conferencia de Dartmouth, se acuñó el término "inteligencia artificial", marcando el nacimiento formal de este campo de estudio. Investigadores como John McCarthy y Marvin Minsky lideraron proyectos que buscaban desarrollar máquinas

capaces de realizar tareas que requerían inteligencia humana, como el procesamiento del lenguaje natural y la resolución de problemas complejos. (Haenlein & Kaplan, 2019)

En el siglo XXI, la IA ha experimentado un crecimiento exponencial, impulsado por el acceso a grandes volúmenes de datos y el incremento en la capacidad computacional. Tecnologías como las redes neuronales profundas han revolucionado áreas como el reconocimiento de voz, la visión por computadora y la traducción automática. Hoy en día, la IA está integrada en aplicaciones cotidianas, desde asistentes virtuales hasta sistemas de recomendación, transformando industrias y planteando nuevas consideraciones éticas y sociales.

Sostenibilidad en el Comercio Global

La integración de la sostenibilidad en el comercio global ha evolucionado significativamente, reflejando una creciente conciencia sobre la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la responsabilidad ambiental y social. Inicialmente, el comercio internacional se centraba en la expansión económica sin considerar los impactos ambientales y sociales. Sin embargo, a medida que los efectos negativos de estas prácticas se hicieron evidentes, surgió la necesidad de incorporar criterios de sostenibilidad en las políticas comerciales. (Bansal & Hoffman, 2014)

En la década de 1980, el concepto de desarrollo sostenible ganó prominencia, enfatizando la importancia de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las futuras. Este enfoque influyó en las políticas comerciales, promoviendo prácticas que consideraran tanto el crecimiento económico como la protección ambiental y la equidad social. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, conocida como la Cumbre de la Tierra, fue un hito en este proceso, estableciendo principios para un desarrollo sostenible a nivel global. (Keohane & Victor, 2016)

Durante los años 2000, se fortaleció la relación entre comercio y sostenibilidad. La adopción de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en 2000 y, posteriormente, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en 2015, subrayaron el papel del comercio como motor del desarrollo sostenible. El ODS 17, en particular, destaca la importancia de promover un sistema de comercio multilateral universal, basado en normas, abierto, no discriminatorio y equitativo. Estas iniciativas impulsaron la creación de acuerdos

comerciales que incorporan cláusulas ambientales y sociales, fomentando prácticas comerciales más responsables.(Panwar et al., 2015)

Convergencia de IA y Sostenibilidad

Inicialmente, la IA se aplicaba principalmente en áreas técnicas y operativas, mientras que las estrategias de sostenibilidad se desarrollaban de manera independiente, enfocadas en prácticas ecológicas y responsabilidad social corporativa.(Vinuesa et al., 2020a)

En la década de 2000, las empresas comenzaron a reconocer el potencial de la IA para optimizar procesos y reducir costos, lo que llevó a su implementación en la gestión de cadenas de suministro y logística. Sin embargo, la integración de objetivos de sostenibilidad en estas aplicaciones de IA aún era limitada, y las iniciativas sostenibles se consideraban más como una responsabilidad social que como una estrategia central de negocio.(Floridi & Cows, 2019)

Las organizaciones están desarrollando soluciones de IA que no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también contribuyen a objetivos de desarrollo sostenible. Sin embargo, este avance también plantea desafíos éticos y de gobernanza, como la necesidad de garantizar que los sistemas de IA no perpetúen desigualdades o causen daños ambientales inadvertidos.(Floridi & Cows, 2019)

Ejes de la Sostenibilidad

1. Eje Ambiental

El eje ambiental de la sostenibilidad se enfoca en la protección y conservación del medio ambiente, promoviendo prácticas que aseguren el uso responsable de los recursos naturales. Esto incluye la gestión eficiente de los recursos como el agua, el suelo y la energía, y la reducción de la contaminación a través de tecnologías limpias y procesos industriales menos contaminantes. La implementación de estrategias para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y la huella de carbono es clave para combatir el cambio climático y proteger los ecosistemas naturales.(*The Limits to Growth - Club of Rome*, n.d.)

1.1. Aplicaciones de la IA en el impacto ambiental

1.1.1. Reducción del impacto ambiental en el comercio global

El comercio global tiene un impacto significativo en el medio ambiente debido a la escala y complejidad de sus operaciones, que incluyen la extracción de recursos, producción masiva, transporte de mercancías y generación de residuos. Abordar este impacto mediante estrategias sostenibles no solo es crucial para mitigar el cambio climático, sino también para garantizar la viabilidad económica a largo plazo de las cadenas de suministro. (Mainstreaming Trade to Attain the Sustainable Development Goals, n.d.)

A continuación, se desarrollan con mayor detalle las áreas clave para reducir el impacto ambiental:

- **Optimización logística**

La optimización logística constituye un componente estratégico en la mitigación de las emisiones de carbono generadas por el transporte de bienes a nivel global. Mediante la incorporación de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles, es posible incrementar la eficiencia operativa y reducir el impacto ambiental de las actividades logísticas. (Chopra & Meindl, 2007)

La IA se utiliza para procesar grandes volúmenes de datos y ejecutar análisis predictivos que optimizan las rutas de transporte. Esta tecnología permite identificar trayectos más cortos, minimizar tiempos muertos en la operación vehicular y maximizar el aprovechamiento de la capacidad de carga. Estas acciones conllevan una disminución significativa en el consumo de combustibles fósiles y en la generación de gases de efecto invernadero (GEI). (Vinuesa et al., 2020b)

- **Uso de la Inteligencia Artificial (IA) en la Logística Inversa para la Sostenibilidad**

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la logística inversa se presenta como una herramienta fundamental para maximizar la sostenibilidad en las cadenas de suministro. (Govindan & Soleimani, 2017)

A continuación, se detallan las principales aplicaciones de la IA que potencian este enfoque:

- Optimización de rutas para el retorno de productos:

Utilizando algoritmos de aprendizaje automático, identifican trayectos que minimicen distancias recorridas y tiempos de traslado, reduciendo el consumo de combustibles y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). (Ko & Evans, 2007)

Tabla 1 Herramientas y Plataformas de IA para Optimización de Rutas

Nombre	Descripción	Aplicación	Ventaja
Google OR-Tools	Suite de herramientas de código abierto para resolver problemas de optimización combinatoria.	Planificación de rutas óptimas minimizando distancias y costos en logística inversa.	Altamente personalizable y compatible con múltiples lenguajes de programación (Python, C++).
OptimoRoute	Plataforma comercial para planificación y optimización de rutas para flotas.	Ideal para recolectar productos retornados en puntos distribuidos geográficamente.	Incluye horarios personalizados, seguimiento de entregas y analítica de rendimiento.
Gurobi Optimizer	Software de optimización matemática para problemas complejos de ruteo y logística.	Modelado de problemas logísticos con múltiples restricciones (costos, tiempos, emisiones).	Uno de los solucionadores más rápidos y precisos del mercado.
PTV Route Optimizer	Herramienta para planificación eficiente de rutas para flotas comerciales.	Optimización de recolección de productos usados o reciclables en zonas urbanas y rurales.	Considera restricciones legales, costos de combustible y capacidad de carga.
Circuit Route Planner	Herramienta simplificada para pequeñas operaciones logísticas.	Útil para empresas pequeñas que recolectan productos retornados o realizan entregas.	Fácil de usar, con integración móvil para conductores.

Elaborado por los autores.

- Clasificación inteligente de materiales:

A través de sistemas basados en visión por computadora, clasifica automáticamente materiales reciclables en plantas de tratamiento. Esto mejora la eficiencia del proceso, reduce los errores humanos y asegura una mayor recuperación de materiales valiosos, como metales, plásticos y componentes electrónicos.

Tabla 2 Clasificación inteligente de materiales

Nombre	Descripción	Capacidades	Ventajas	Industria objetivo
Recycleye	Solución de IA y robótica para la clasificación automatizada de materiales reciclables.	Identifica materiales como plásticos, vidrio, papel, metales mediante visión por computadora.	Fácil integración en líneas de reciclaje, alta precisión y capacidad de aprendizaje continuo.	Plantas de reciclaje y gestión de residuos.
AMP Robotics	Plataforma de clasificación robótica impulsada por IA para separar materiales reciclables.	Detecta tipos específicos de materiales con cámaras de alta velocidad y los manipula robóticamente.	Operaciones en tiempo real, soporte para múltiples categorías de materiales.	Reciclaje y gestión de residuos sólidos.
ZenRobotics	Sistema robótico avanzado para clasificación de residuos sólidos mediante IA.	Utiliza sensores inteligentes y algoritmos de aprendizaje profundo para identificar materiales.	Diseñado para trabajar con flujos de residuos mixtos en plantas industriales.	Plantas de gestión de residuos y reciclaje.
MSS Optical Sorters	Sistemas de clasificación óptica con IA para identificar materiales reciclables.	Clasificación de plásticos, papel, metales y otros materiales en flujos mixtos.	Alta precisión en la detección y fácil integración en sistemas de reciclaje existentes.	Plantas de reciclaje y recuperación de materiales.

Elaborado por los autores.

- **Sistemas de trazabilidad y monitoreo:**

Mediante tecnologías de IA combinadas con Internet de las Cosas (IoT), es posible rastrear el estado y la ubicación de productos en toda la cadena inversa. Esto facilita la identificación de los puntos de mayor desperdicio y permite tomar decisiones informadas para mejorar la recuperación de materiales

Tabla 3 Herramientas de trazabilidad y monitoreo

Nombre	Descripción	Capacidades	Ventajas	Desventajas
IBM Blockchain Transparent Supply	Plataforma basada en blockchain para rastrear y monitorizar productos.	Seguimiento en tiempo real, registro inmutable de datos.	Alta transparencia y cumplimiento normativo.	Complejidad en la integración inicial.
SAP Track and Trace	Solución integrada en SAP Leonardo para trazabilidad en cadenas de suministro.	Visibilidad de extremo a extremo, identificación de cuellos de botella.	Integración directa con sistemas SAP.	Costosa y enfocada en usuarios de SAP.
Microsoft Azure IoT Central	Plataforma IoT para monitorización de activos y productos en tiempo real.	Detección de anomalías, predicción de fallos, seguimiento en tiempo real.	Escalable y fácil de integrar con otros servicios Azure.	Dependencia de infraestructura Azure.
Oracle IoT Asset Monitoring Cloud	Solución de monitoreo de activos dentro del ecosistema Oracle Cloud.	Rastreo en tiempo real, optimización de rutas, análisis predictivo.	Compatible con sistemas Oracle ERP y SCM.	Costosa y menos flexible fuera del entorno Oracle.

Elaborado por los autores.

- **Modelos de economía circular asistidos por IA:**

Diseñar modelos dinámicos que identifican oportunidades para reutilizar materiales o componentes en nuevos ciclos productivos. Estos sistemas analizan datos sobre demanda, disponibilidad de materiales y viabilidad técnica para cerrar ciclos productivos con un enfoque sostenible.

Tabla 4 Programas de modelos de economía circular asistidos por ia

Nombre	Descripción	Capacidades	Ventajas	Desventajas
Circularise	Plataforma basada en blockchain y IA para trazabilidad y transparencia.	Trazabilidad de materiales, certificación de origen, apoyo al reciclaje y reutilización.	Ayuda a cumplir con objetivos de sostenibilidad y normativas.	Dependencia de la colaboración de todos los actores de la cadena.
Recyda	Herramienta de IA para evaluar la reciclabilidad de materiales en envases.	Análisis de reciclabilidad, simulaciones de materiales sostenibles.	Optimización del diseño de productos para el reciclaje.	Limitada al sector de envases y embalajes.
LanzaTech CarbonSmart	Plataforma que convierte residuos de carbono en nuevos productos.	Análisis de emisiones de carbono, generación de datos para procesos de reciclaje y reutilización.	Apoya la transformación de residuos en recursos con valor agregado.	Requiere inversión significativa para implementación inicial.

Elaborado por los autores.

2. Eje Social

El eje social de la sostenibilidad aborda el bienestar y la calidad de vida de las personas, enfocándose en la justicia social y la equidad. Esto implica mejorar el acceso a servicios esenciales como la educación, la salud, la vivienda y la seguridad, de modo que se asegure una calidad de vida digna para todos los individuos. La sostenibilidad social también considera la inclusión de grupos vulnerables, garantizando que todas las personas

tengan igualdad de oportunidades para desarrollarse y participar plenamente en la sociedad.(Sachs, 2015)

2.1. Acceso Igualitario a Mercados Globales

Plataformas de comercio impulsadas por IA permiten conectar a estos actores con compradores potenciales alrededor del mundo, superando barreras lingüísticas y facilitando la búsqueda de oportunidades comerciales. Esto fomenta la inclusión social y económica, reduciendo la desigualdad en el comercio global.(THE GLOBALIZATION PARADOX, by Dani Rodrik, n.d.)

Tabla 5 Herramientas para acceder a mercados globales de manera igualitaria.

Nombre	Descripción	Capacidades	Ventajas
Alibaba AI-Powered Trade Platform	Plataforma de comercio global que utiliza IA para conectar a vendedores y compradores a nivel mundial.	Recomendaciones automáticas de compradores potenciales, traducción automática, optimización de búsqueda.	Facilita el comercio internacional para PyMEs, reduce barreras lingüísticas.
Google Market Finder	Herramienta de Google que utiliza IA para identificar mercados adecuados para la expansión comercial.	Análisis de datos de consumidores y tendencias de búsqueda, identificación de nuevos mercados.	Identifica oportunidades de expansión, proporciona información de mercado clave.
IBM TradeLens	Plataforma blockchain con IA que simplifica la logística del comercio global, creada por IBM y Maersk.	Transparencia en la cadena de suministro, rastreo de envíos, reducción de costos logísticos.	Mejora la transparencia y eficiencia logística, facilita el acceso a información logística para PyMEs.
eBay AI Tools	Herramientas de IA de eBay que ayudan a vendedores a expandir su alcance a mercados internacionales.	Recomendación de productos, traducción automática, fijación de precios, gestión de inventarios.	Permite a pequeños vendedores competir globalmente, facilita la comunicación con compradores internacionales.

Elaborado por los autores.

2.2. Protección de Derechos Laborales y Mejora de Condiciones de Trabajo

La protección de los derechos laborales y la mejora de las condiciones de trabajo constituyen componentes esenciales para la sostenibilidad del comercio global. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) está emergiendo como una herramienta clave para promover el cumplimiento de las normativas laborales y garantizar el bienestar de los trabajadores a lo largo de las cadenas de suministro. Este monitoreo automatizado facilita

la supervisión continua y la intervención oportuna, incrementando la transparencia y garantizando el respeto a los derechos de los trabajadores. (*Work for a Brighter Future : Global Commission for the Future of Work*, 2019)

Optimización de Programas de Comercio Justo

Los programas de comercio justo tienen como objetivo principal asegurar que los pequeños productores y trabajadores reciban una compensación adecuada por sus productos, así como condiciones laborales dignas. Al utilizar algoritmos de aprendizaje automático, se pueden prever desafíos a lo largo de la cadena de valor y sugerir estrategias para mitigarlos, mejorando la transparencia y efectividad de estos programas. (Śliwińska, 2023)

Los programas de comercio justo están diseñados para promover condiciones comerciales más equitativas para los pequeños productores y garantizar que reciban una compensación justa por su trabajo. A continuación, se presentan algunos de los programas y organizaciones más representativos en el ámbito del comercio justo:

Tabla 6 Programas de Comercio Justo

Nombre	Descripción	Enfoque
Fairtrade International	Iniciativa mundial que establece estándares para productos agrícolas, asegurando precios justos y condiciones laborales seguras.	Productos agrícolas como café, té, cacao, algodón y frutas.
World Fair Trade Organization (WFTO)	Red mundial que aboga por el comercio justo y certifica empresas que cumplen con principios de comercio justo.	Productos artesanales, agrícolas y certificación de cadenas de suministro.
Rainforest Alliance	Promueve prácticas sostenibles para productos agrícolas, enfocándose en la sostenibilidad ambiental y social.	Sostenibilidad ambiental y social en la producción de café, té y cacao.
Fair for Life	Programa de certificación que asegura el respeto a los derechos humanos y ofrece precios justos en toda la cadena de suministro.	Productos agrícolas, cosméticos y manufacturados, con trazabilidad de productos.

Elaborado por los autores.

2.3. Inclusión de Grupos Vulnerables en la Cadena de Valor

La inteligencia artificial (IA) está desempeñando un papel clave en este contexto al facilitar la integración de mujeres, jóvenes y comunidades rurales en actividades comerciales internacionales. Además, la IA proporciona acceso a información de

mercado y nuevas oportunidades comerciales, creando condiciones para que estos grupos sean parte integral de las actividades económicas. (González & Popescu, 2024)

La siguiente tabla presenta una lista de los principales grupos vulnerables que enfrentan barreras para participar plenamente en las cadenas de valor del comercio global, junto con una breve descripción de las dificultades que experimentan.

Tabla 7 Tabla de grupos vulnerables.

Grupo Vulnerable	Descripción
Mujeres	Mujeres que enfrentan barreras para acceder a oportunidades económicas, empleo digno y representación en la toma de decisiones.
Jóvenes	Jóvenes que carecen de acceso a empleo, educación y capacitación para integrarse a la fuerza laboral de manera efectiva.
Comunidades Rurales	Comunidades que residen en áreas rurales, con acceso limitado a servicios básicos, tecnología e infraestructura.
Pueblos Indígenas	Grupos indígenas que enfrentan desigualdades económicas, sociales y culturales, y cuyas actividades productivas suelen ser marginalizadas.
Personas con Discapacidad	Personas con discapacidades físicas o mentales que enfrentan barreras para participar plenamente en actividades laborales y comerciales.

Obtenido de la ONU. Elaborado por los autores.

3. Eje Económico

El eje económico de la sostenibilidad se centra en la promoción de un crecimiento económico sostenible y responsable que no comprometa el bienestar social ni el medio ambiente. Este eje fomenta modelos de negocio que sean rentables y, al mismo tiempo, respetuosos con el entorno y las comunidades. La eficiencia en el uso de recursos financieros y materiales es esencial para reducir costos y maximizar los beneficios, lo cual permite la viabilidad económica a largo plazo sin agotar los recursos naturales. (Ross, 2019)

La generación de empleo estable y de calidad es un objetivo primordial dentro del eje económico. El empleo digno no solo contribuye al bienestar económico de las personas, sino que también fortalece la cohesión social y permite el desarrollo de comunidades

resilientes. Las empresas sostenibles buscan crear puestos de trabajo que proporcionen condiciones laborales justas y promuevan el desarrollo personal y profesional de sus trabajadores. (*Trade and Development Report 2020 (Overview)*, 2020)

3.1. Economía Circular en el Comercio Global:

La economía circular es un modelo económico que busca redefinir la producción y el consumo global, reemplazando el tradicional enfoque lineal de "tomar, usar y desechar" por un ciclo cerrado en el que los recursos se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible. En el contexto del comercio global, la economía circular implica adoptar estrategias que maximicen la reutilización de materiales, minimicen los residuos y reduzcan el impacto ambiental. Este enfoque tiene como objetivo desacoplar el crecimiento económico del agotamiento de recursos naturales, asegurando la sostenibilidad a largo plazo de las cadenas de suministro internacionales. (*Accelerating towards a Circular Economy Transition | Report*, n.d.)

El comercio internacional desempeña un papel fundamental en la promoción de la economía circular a través de la cooperación entre países y la implementación de políticas que fomenten la adopción de prácticas circulares en las cadenas de valor globales. Sin embargo, la adopción de la economía circular a nivel global enfrenta desafíos significativos, como la falta de infraestructuras adecuadas, las barreras comerciales y la necesidad de incentivos para que las empresas adopten estos enfoques. Una investigación a fondo sobre la economía circular en el comercio global debería centrarse en cómo superar estos desafíos, analizando casos de éxito y estableciendo recomendaciones para integrar la sostenibilidad en todas las etapas de la cadena de valor. (Geissdoerfer et al., 2017)

3.2. Finanzas Sostenibles:

Las finanzas sostenibles en el comercio global representan una integración estratégica de los criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) en la toma de decisiones financieras, con el objetivo de promover un desarrollo económico sostenible y responsable. Este enfoque comprende el uso de instrumentos financieros innovadores, tales como bonos verdes y préstamos vinculados a la sostenibilidad, los cuales promueven

la implementación de prácticas responsables en las cadenas de suministro del comercio internacional.(Schoenmaker & Schramade, 2019)

Desde una perspectiva económica, las finanzas sostenibles permiten fortalecer la resiliencia de las cadenas de suministro globales al reducir los riesgos financieros, regulatorios y operativos. Al fomentar la adopción de tecnologías limpias y prácticas sostenibles, las empresas pueden asegurar una mayor estabilidad a largo plazo, mejorando su capacidad de adaptación frente a crisis, tales como fluctuaciones de precios de materias primas o interrupciones logísticas.(Bebbington & Unerman, 2018)

3.3.Impacto de las Innovaciones Tecnológicas en el Comercio Sostenible:

Las innovaciones tecnológicas están revolucionando el comercio global y desempeñan un papel esencial en la transición hacia un modelo de comercio sostenible. Tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), el blockchain, el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de big data están siendo integradas para mejorar la eficiencia, transparencia y sostenibilidad en las cadenas de suministro. Estos avances tecnológicos permiten una gestión más eficiente de recursos, una reducción en las emisiones de carbono y una mejora significativa en la trazabilidad de los productos a lo largo de su ciclo de vida, promoviendo una mayor responsabilidad ambiental y social.(*World Economic Forum Annual Meeting 2018 | Foro Económico Mundial*, n.d.)

La inteligencia artificial y el análisis de big data permiten una optimización integral de las cadenas de suministro, mejorando la planificación de la producción y el transporte. Con estas tecnologías, es posible identificar patrones y predecir la demanda con mayor precisión, lo cual ayuda a minimizar el desperdicio de materiales y recursos. Además, el uso de sensores y tecnología IoT facilita un monitoreo constante de las operaciones industriales, asegurando que se mantengan en niveles óptimos de eficiencia energética y reducción de emisiones. Estas mejoras en la eficiencia operativa no solo contribuyen a la sostenibilidad ambiental, sino que también representan ahorros económicos significativos para las empresas, impulsando una rentabilidad sostenible.(Hariyani et al., 2024)

Al proporcionar un registro inmutable de cada transacción y movimiento de bienes, el blockchain permite a los consumidores y a las partes interesadas verificar que los

productos hayan sido fabricados y comercializados de manera ética y sostenible. Así, el impacto de las innovaciones tecnológicas en el comercio sostenible no solo se refleja en la mejora de la eficiencia y la reducción de impactos negativos, sino también en la creación de una mayor confianza y transparencia en las cadenas de valor globales, fortaleciendo la credibilidad de las empresas ante consumidores y reguladores. (*United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) Technology and Innovation Report (TIR)*, 2015)

3.4. Acceso de PyMEs a Mercados Internacionales:

El acceso de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) a los mercados internacionales es un componente fundamental para promover un comercio global inclusivo y equitativo. Las PyMEs constituyen una parte significativa de la economía global, siendo fundamentales para la creación de empleo y el crecimiento económico en numerosos países. Sin embargo, enfrentan importantes barreras para participar en el comercio internacional, tales como el limitado acceso a información de mercado, dificultades logísticas y la falta de financiamiento adecuado. Superar estas barreras es esencial para garantizar que las oportunidades del comercio global beneficien de manera equitativa a actores de todos los tamaños y regiones. (*Strengthening SMEs and Entrepreneurship for Productivity and Inclusive Growth*, 2019)

La tecnología está desempeñando un papel fundamental en la expansión de las PyMEs hacia mercados internacionales. Esto permite a las PyMEs competir en igualdad de condiciones con grandes empresas, al tiempo que reducen los costos asociados con la entrada a nuevos mercados. Además, herramientas de traducción automática y automatización de la logística están eliminando barreras lingüísticas y geográficas, haciendo que la internacionalización sea más accesible para pequeñas empresas. (Union, 2021)

DISCUSIÓN

1. Eficiencia Energética en la Industria Productiva:

La implementación de tecnologías emergentes es clave para el avance de la eficiencia energética en la industria. Sistemas basados en inteligencia artificial (IA), sensores de

Internet de las Cosas (IoT) y análisis de big data permiten una monitorización y control exhaustivos del consumo energético en tiempo real. Estas tecnologías facilitan la identificación de ineficiencias y la implementación de ajustes operativos que optimicen el uso de la energía en cada etapa del proceso productivo. La adopción de estándares internacionales, como la ISO 50001, proporciona un marco normativo para la gestión eficiente de la energía, promoviendo la mejora continua y la optimización de los recursos energéticos en la industria.(Nealer et al., 2012)

2. Normativas internacionales

El comercio global está sujeto a múltiples regulaciones que buscan mitigar su impacto ambiental, pero la alineación con estándares internacionales es clave para maximizar su efectividad:

Tabla 8 Normas internacionales

Norma	Nombre	Descripción
ISO 14001	Sistema de Gestión Ambiental	Estándar internacional que especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental efectivo.
ISO 50001	Sistema de Gestión de la Energía	Norma que proporciona un marco para establecer, implementar y mantener sistemas de gestión de energía.
Acuerdo de París	Acuerdo Internacional de Cambio Climático	Acuerdo internacional que establece objetivos para limitar el calentamiento global por debajo de 2 °C.
Pacto Mundial de la ONU	Iniciativa del Pacto Mundial	Iniciativa de la ONU que alienta a las empresas a adoptar políticas sostenibles en áreas como derechos humanos, trabajo y medio ambiente.
LEED	Certificación de Edificios Sostenibles	Sistema de certificación para edificios que cumplen con criterios de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental.

Elaborado por los autores.

3. Mejora de la competitividad empresarial a través de la sostenibilidad

La sostenibilidad, combinada con la inteligencia artificial (IA), se ha convertido en un factor clave para mejorar la competitividad empresarial en el comercio global. La integración de la sostenibilidad en la estrategia empresarial, junto con el uso de la IA, implica optimizar procesos, reducir costos, innovar en productos y servicios, y satisfacer las demandas crecientes de los consumidores que buscan opciones más responsables y

respetuosas con el medio ambiente. (*Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation*, n.d.)

La **eficiencia en el uso de los recursos** es uno de los principales beneficios que la sostenibilidad, junto con la IA, aporta a la competitividad empresarial. La implementación de normas como **ISO 14001** para la gestión ambiental y **ISO 50001** para la gestión de la energía, potenciadas con sistemas de IA, promueve la mejora continua y aumenta la eficiencia de los procesos industriales. La IA permite optimizar el uso de la energía mediante el análisis predictivo y la monitorización en tiempo real, garantizando un uso más eficiente y resiliente de los recursos. (Blass et al., 2014)

Por último, la **mejora de la imagen y la reputación de la empresa** también se ve favorecida por la IA y la sostenibilidad. Las empresas que utilizan IA para alcanzar objetivos de sostenibilidad pueden obtener certificaciones reconocidas, como **LEED** para edificios sostenibles o **FSC** para productos de origen forestal, demostrando su compromiso con el desarrollo sostenible. (*Trade and Development Report 2020 (Overview)*, 2020)

Conclusiones

La inteligencia artificial se está consolidando como un pilar fundamental en la transformación del comercio global, actuando como un motor crucial para la sostenibilidad en tres dimensiones clave: económica, ambiental y social. Su capacidad para optimizar la cadena de suministro y la logística, reducir los costos operativos y facilitar la inclusión de grupos vulnerables en el comercio internacional evidencia su potencial para promover un desarrollo más equilibrado y responsable. No obstante, es esencial reconocer que la implementación de la IA conlleva desafíos significativos en términos de ética, gobernanza y equidad, los cuales deben ser adecuadamente abordados para maximizar sus beneficios y minimizar los riesgos potenciales para la sociedad.

Es fundamental para reducir las desigualdades y fomentar un crecimiento más equitativo. La transparencia y trazabilidad que ofrece la IA permiten a los consumidores tomar decisiones informadas, generando una presión positiva sobre las empresas para mantener estándares éticos y sostenibles.

Bibliografía

Accelerating towards a circular economy transition | Report. (n.d.). Retrieved November 30, 2024, from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>

Amazon.com: Artificial Intelligence: A Modern Approach (Pearson Series in Artificial Intelligence): 9780134610993: Russell, Stuart, Norvig, Peter: Libros. (n.d.). Retrieved November 30, 2024, from <https://www.amazon.com/Artificial-Intelligence-A-Modern-Approach/dp/0134610997>

Bansal, Pratima., & Hoffman, A. J. . (2014). *The Oxford handbook of business and the natural environment edited by Pratima Bansal and Andrew J. Hoffman*.

Bebbington, J., & Unerman, J. (2018). Achieving the United Nations Sustainable Development Goals: An enabling role for accounting research. *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-05-2017-2929/FULL/XML>

Blass, V., Corbett, C. J., Delmas, M. A., & Muthulingam, S. (2014). Top management and the adoption of energy efficiency practices: Evidence from small and medium-sized manufacturing firms in the US. *Energy*, 65, 560–571. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2013.11.030>

Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply Chain Management. Strategy, Planning & Operation. *Das Summa Summarum Des Management*, 265–275. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5_22

Floridi, L., & Cows, J. (2019). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. *Harvard Data Science Review*, 1(1). <https://doi.org/10.1162/99608F92.8CD550D1>

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048>

González, A. L., & Popescu, C. R. Gh. (2024). *Analysis of the Absence of Corporate Social Responsibility in the Cooperative Savings and Credit Sector*. 245–274. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6298-3.CH010>

Govindan, K., & Soleimani, H. (2017). A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus. *Journal of Cleaner Production*, 142, 371–384. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.03.126>

Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>

Hariyani, D., Hariyani, P., Mishra, S., & Sharma, M. K. (2024). A literature review on green supply chain management for sustainable sourcing and distribution. *Waste Management Bulletin*, 2(4), 231–248. <https://doi.org/10.1016/J.WMB.2024.11.009>

Keohane, R. O., & Victor, D. G. (2016). Cooperation and discord in global climate policy. In *Nature Climate Change* (Vol. 6, Issue 6, pp. 570–575). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nclimate2937>

Ko, H. J., & Evans, G. W. (2007). A genetic algorithm-based heuristic for the dynamic integrated forward/reverse logistics network for 3PLs. *Computers and Operations Research*, 34(2), 346–366. <https://doi.org/10.1016/J.COR.2005.03.004>

Mainstreaming trade to attain the Sustainable Development Goals. (n.d.).

Nealer, R., Matthews, H. S., & Hendrickson, C. (2012). Assessing the energy and greenhouse gas emissions mitigation effectiveness of potential US modal freight policies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(3), 588–601. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2011.11.010>

Panwar, R., Kozak, R., & Hansen, E. (2015). Forests, Business and Sustainability. *Forests, Business and Sustainability*, 1–214. <https://doi.org/10.4324/9781315771397/FORESTS-BUSINESS-SUSTAINABILITY-RAJAT-PANWAR-ROBERT-KOZAK-ERIC-HANSEN/ACCESSIBILITY-INFORMATION>

Ross, F. (2019). Kate Raworth - Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist (2017). *Regional and Business Studies*, 11(2). <https://doi.org/10.33568/RBS.2409>

Sachs, J. D. (2015). The Oxymoron of Sustainable Development: The Age of Sustainable Development. *BioScience*, 65(10), 1027–1029. <http://bioscience.oxfordjournals.org>

Schoenmaker, D., & Schramade, W. (2019). Sustainability and the transition challenge. *Principles of Sustainable Finance, Chapter 1*, 1–35. https://www.researchgate.net/publication/330359025_Principles_of_Sustainable_Finance

Śliwińska, M. (2023). Fair Trade and Sustainable Development: Dispersed Hybrid Markets. *Fair Trade and Sustainable Development: Dispersed Hybrid Markets*, 1–340. <https://doi.org/10.4324/9781003333845>

Strengthening SMEs and Entrepreneurship for Productivity and Inclusive Growth. (2019). <https://doi.org/10.1787/C19B6F97-EN>

THE GLOBALIZATION PARADOX, by Dani Rodrik. (n.d.).

The Limits to Growth - Club of Rome. (n.d.). Retrieved November 30, 2024, from <https://www.clubofrome.org/publication/the-limits-to-growth/>

Trade and Development Report 2020 (Overview). (2020).

Union, P. O. of the E. (2021). *Annual report on European SMEs 2020/2021 : digitalisation of SMEs : background document.* <https://doi.org/10.2826/120209>

United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) Technology and Innovation Report (TIR). (2015). <https://doi.org/10.18356/97084347-EN>

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., & Fuso Nerini, F. (2020a). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-019-14108-Y>

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., & Fuso Nerini, F. (2020b). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-019-14108-Y>

Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation. (n.d.). Retrieved November 30, 2024, from <https://hbr.org/2009/09/why-sustainability-is-now-the-key-driver-of-innovation>

Work for a brighter future : Global Commission for the Future of Work. (2019).

World Economic Forum Annual Meeting 2018 | Foro Económico Mundial. (n.d.). Retrieved November 30, 2024, from <https://es.weforum.org/meetings/world-economic-forum-annual-meeting-2018/>