

REVISTA
LOGINN
Investigación Científica y
Tecnológica



REVISTA **ISSN WEB: 2590-7441**

LOGINN

Investigación Científica y
Tecnológica

Periodicidad Semestral
ISSN 2590- 7441
Volumen 7 No. 1
2023

Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Regional Magdalena
Centro de Logística y Promoción Ecoturística del Magdalena
Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - SENNOVA

Grupo de Investigación
“Innovadores Logísticos y Ecoturísticos del Magdalena”

Avenida del Ferrocarril No. 27-97, Santa Marta
Teléfonos (95) 4212064 Ext. 53922
[http:// revistas.sena.edu.co/index.php/LOG](http://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG)
Email: revistaloginn@sena.edu.co

Santa Marta, Magdalena, Colombia



Equipo Editorial

Director

Leonar Javier Briceño Ariza, PhD.
SENA-Centro de Logística y Promoción
Ecoturística Regional del Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Director

Sugey Issa Fontalvo, PhD.
SENA-Centro de Logística y Promoción
Ecoturística Regional del Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Coeditor

Freddy de Jesús González Castillo, Msc.
SENA-Centro de Logística y Promoción
Ecoturística Regional del Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Gestor Editorial

Juana Isabel Molina Márquez Esp.
SENA-Centro de Logística y Promoción
Ecoturística Regional del Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Comité Editorial

Francisco José Arias Aragonés, Dr.
Institución Tecnológica Colegio Mayor
de Bolívar. Colombia

Nidia Milena Moreno López, Dra.
Universidad Nacional Abierta y a
Distancia - UNAD. Colombia

Comité Científico

Carmen Paola Padilla Lozano, Dra
Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil. Ecuador

Danny Arévalo Avecillas, Dr
Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil Ecuador

Tabla de Contenido

EL PARADIGMA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL AL SERVICIO DEL TALENTO Y LA EQUIDAD.....	6
Jesús Ariza Gómez	
CONTAMINACION FITOSANITARIA EN CONTENEDORES MARITIMOS.....	18
Alexander Eslava Sarmiento	
INDUSTRIA 4.0 IMPACTA LA LOGÍSTICA INVERSA.....	32
Xiomara Daniela Velásquez Monroy	

EDITORIAL

ESTIMADOS LECTORES,

Nos complace presentarles una ventana hacia un universo de sabiduría: ¡un nuevo número de la Revista Loginn! Hoy, en un mundo que se mueve a un ritmo acelerado, es muy importante estar informado y actualizado sobre los temas que nos interesan y afectan nuestra vida diaria.

La Revista Loginn es mucho más que una simple publicación. Es un compendio de ideas, reflexiones y análisis que abarca una amplia gama de temas, desde ciencia y tecnología hasta historia, cultura, salud, medio ambiente, economía y sociedad. Nuestro objetivo es nutrir tu mente con contenido relevante y de calidad, brindándote perspectivas frescas y objetivas para que puedas formarte una opinión informada sobre los asuntos que son de interés propio.

En la era digital, el exceso de información puede ser abrumador, pero en la Revista Loginn te ofrecemos un oasis de rigor intelectual y veracidad. Nuestro equipo de expertos redactores y colaboradores se esfuerza por garantizar que cada artículo esté respaldado por investigaciones sólidas y fuentes confiables. De esta manera, buscamos fomentar un ambiente de confianza y credibilidad para todos nuestros lectores.

Loginn es un viaje hacia lo desconocido, un puente hacia el conocimiento que te permitirá descubrir nuevas ideas, perspectivas y conceptos que pueden desafiar tus propias creencias. Además, esta revista va más allá de los límites de las páginas impresas. Con su presencia en línea, Loginn ha creado una comunidad de lectores y expertos que comparten sus pensamientos y debaten ideas a través de plataformas interactivas. Esto proporciona una experiencia enriquecedora y la oportunidad de conectarse con personas de ideas afines en todo el mundo.

En Revista Loginn, reconocemos que el conocimiento es un recurso invaluable y que el aprendizaje es un viaje constante. Es por eso que nuestra revista se ha creado para ser accesible y atractiva para cada perfil de los lectores. Creemos firmemente en la democratización del saber, y queremos que cada lector, sin importar su experiencia previa en los temas que abordamos, encuentre en nuestras páginas una puerta abierta hacia la comprensión y el conocimiento.

En un momento en que la información superficial y la distracción constante parecen dominar nuestra realidad, Loginn nos invita a sumergirnos en el arte de la lectura profunda y reflexiva. Cada página ofrece un bálsamo para nuestra sed intelectual, nos desafía a pensar más allá de lo obvio y a ampliar nuestros horizontes mentales.

Por lo tanto, les instamos a que se unan a esta travesía del conocimiento y se sumerjan en la maravillosa experiencia que ofrece Loginn. Permítanse ser transportados a nuevos mundos, desafiados por nuevas ideas y enriquecidos por la exploración de la mente humana en todas sus facetas.

Así que, querido lector, te invitamos a sumergirte en las páginas de Revista Loginn, a explorar nuevos horizontes, a enriquecer tu mente y a formar parte de esta comunidad de aprendizaje. Juntos, construiremos un mundo más informado, consciente y solidario.

¡Disfruten de la lectura!

Sugey Martha Issa Fontalvo
Editora Revista Loginn
<https://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG>

EL PARADIGMA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL AL SERVICIO DEL TALENTO Y LA EQUIDAD

THE PARADIGM OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AT THE SERVICE OF TALENT AND EQUITY

Jesús Ariza Gómez¹ 

¹ Nanohexalia.

Email: nanohexalia@gmail.com

Para citar este artículo: Ariza Gómez, J. (2023). El paradigma de la inteligencia artificial al servicio del talento y la equidad. Revista Loginn: Investigación Científica Y Tecnológica, *Loginn 7 (1)*.
<https://orcid.org/0000-0003-2666-203X>

Recibido: 29 de noviembre de 2022

Aceptado: 20 de junio de 2023

Publicado en línea: junio 30 de 2023

.....
Palabras clave:

Tecnologías emergentes, Inteligencia Artificial, Gestión de talento, Competencias ocupacionales

JEL:
J01, O31, O33

Resumen

Se toma como punto de partida las observaciones realizadas desde investigaciones de la Universidad de Cambridge para refutar su apreciación sobre el carácter negativo que puede tener el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) como tecnología aplicable para la gestión de talento en la selección de personal. Los experimentos realizados aparentemente se enfocaron desde el campo del análisis de comportamiento y patrones faciales, dejando poca explicación sobre la incidencia de las competencias y su importancia en los procesos de selección. Se argumenta, entonces, sobre las necesidades de las organizaciones, la caracterización de cargos y roles por competencias y la relevancia de tecnologías emergentes como la IA para optimizar los procesos de gestión en las estrategias de las empresas, teniendo presentes teorías aceptadas tanto en la gestión de talento como en el campo tecnológico y visualizando la necesidad de esta tecnología emergente para brindar soluciones a necesidades, puntualmente observadas en las organizaciones, para sus procesos de reclutamiento, selección e incorporación, entre otros relacionados con el área de talento. En la misma perspectiva, se brinda un punto de vista reflexivo sobre la incidencia de las percepciones humanas (sesgos sociales) sobre las oportunidades laborales y escalamiento de las organizaciones, en su competitividad y diferenciación en una nueva normalidad.

.....
Keywords:

Emerging technologies, Artificial Intelligence, Talent management, Occupational skills.

Abstract

The observations made from research at the University of Cambridge are taken as a starting point to refute their appreciation of the negative nature that the development of AI can have as an applicable technology for talent management in personnel selection. The experiments carried out apparently focused from the field of behavior analysis and facial patterns, leaving little explanation about the incidence of competencies and their importance in selection processes. It is then argued, on the needs of organizations, the characterization of charges and roles by competencies and the relevance of emerging technologies such as AI to optimize management processes in business strategies, taking into account accepted theories both in the management of talent as in the technological field and visualizing the need for this emerging technology to provide solutions to needs, punctually observed in organizations, for their recruitment, selection and incorporation processes, among others related to the talent area. In the same perspective, a reflective point of view is offered on the incidence of human perceptions (social biases) on job opportunities and scaling of organizations, on their competitiveness and differentiation in a new normality.

Introducción

Las tecnologías deben enfocarse al servicio de actividades cotidianas para comenzar procesos de transformación en la mentalidad del individuo y trascender en sus entornos sociales. Si se trasladan los sesgos sociales hacia las tecnologías, se estará incurriendo en una ampliación a gran escala de los defectos que se han generado en las actividades cotidianas por muchos años, sin llegar a resolver eficientemente las necesidades que se presentan actualmente. En el contexto laboral, es necesario establecer que la formulación técnica de un requerimiento organizacional, para apoyar el cumplimiento de sus objetivos y misión, debe estar ligada a su cultura de marca; evitar los sesgos sociales comienza desde este marco de referencia, aplicado sobre las competencias desarrolladas por cada individuo, con o sin influencia de formación académica o para el trabajo.

Aunque la Universidad de Cambridge evalúa la IA de forma bastante objetiva, parece considerar al talento interesado desde aspectos poco prácticos de las competencias ocupacionales. La aplicación de la IA para la selección de personal, aplicando los asistentes y agentes virtuales, debe comenzar con la métrica de componentes competitivos y de desempeño con tecnologías que cada día tienen mayor impacto en la adquisición de talento y que, por separado, siguen haciendo un barrido superficial sobre las capacidades de las personas, su potencial y la eficiencia esperada por parte de las organizaciones.

Evaluar la IA desde teorías no consideradas de carácter científico puede ocasionar desviaciones significativas en el desarrollo de esta tecnología y en su implementación funcional.

Metodología

Las argumentaciones de este artículo se presentan desde un proceso metodológico cualitativo, aplicando técnicas de recolección de datos no estandarizados (consultas a grupos y en fuentes de información digital verificada), generando resultados subjetivos de relevancia para la comprensión del contexto y su aplicación práctica en el entorno productivo.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2003) la investigación no experimental "es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en el contexto natural, para después analizarlos" (p270). Estos mismos autores señalan que los diseños de investigación transversales "recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado" (p289).

Resultados

Los avances en IA confirman que, los modelos modernos de esta tecnología, no implementan estructuras lógicas con reglas no relacionadas directamente con el campo de conocimiento sobre el que tomarán acción. Así, establecer patrones de análisis basados en expresiones faciales, genotípicas o fenotípicas, puede ser poco relevante para determinar si un individuo tiene o no el talento que una organización está interesada en adquirir. Sin embargo, puede valer para apreciar comportamientos y evaluar si son aceptables para el cargo al que se apunta.

El riesgo de fomentar la uniformidad más que la diversidad, parece ser, en este sentido, más una condición establecida desde la humanidad. Los sistemas para la selección de personal, basados en tecnologías como la IA, deben ser sujetos a las condiciones y características de la necesidad y requerimiento, y esto se define desde el Manual de Cargos, Roles y Puestos, el cual debería ser único para cada organización (no para cada tipo de negocio), al igual que su cultura organizacional. Esto sugiere que, además de cambiar el paradigma organizacional desde la productividad hacia la cultura organizacional, los sistemas de IA no se deben programar

con reglas sujetas a la lógica de negocio, sino que deben pensarse para ser entrenados en ese aspecto esencial desde la cultura organizacional. Los estudios sobre el tema, abordados por la Universidad de Cambridge, bien lo han puesto en evidencia.

También se debe tener presente que, las herramientas digitales para selección de personal mejor orientadas suelen ser de carácter propietario, dificultando su aplicación, observación, análisis y depuración; y las que están abiertas a su uso, se han empleado muchas veces con poca regulación y seguimiento, como se presenta actualmente en gran cantidad de plataformas que implementan tecnologías emergentes basadas en IA o análisis de datos no estructurados.

Discusión

Las características de desempeño requerido en un cargo pueden variar en muchas dimensiones: en algunos casos puede ser relevante el sexo y la raza (no por sesgo social, sino por estrategia), mientras que para muchos otros no; culturalmente, el sesgo social ha segmentado a un género para las ocupaciones de cuidado y atención, y a otro género en actividades de logística, construcción e industria.

Como esta ideología proviene de prácticas poco valoradas científicamente (como la fisiognomía y la frenología), se ha vuelto más frecuente implementar en los modelos de sistemas modernos, la valoración de habilidades y destrezas. Sin embargo, los sistemas de información tradicionales pueden llegar a darle un uso precario a los lineamientos de competitividad que se establezcan, debido a la complejidad de la gestión de competencias ocupacionales por sus matices de desarrollo en cada individuo, que incluyen además conocimientos, capacidades y actitudes (Llopart, 1997).

Desde el proyecto de investigación sobre tecnologías emergentes aplicables a la gestión de talento, desarrollado en el SENA Centro de Logística y Promoción Ecoturística (proyecto d'talent) con la participación de SENNOVA y el semillero TIC-TAC (Tecnologías de Información y Comunicación, Transformando Actividades Cotidianas) y el programa de formación tecnólogo Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información, se presenta una perspectiva diferente a considerar como posible solución viable.

Las competencias desarrolladas serán un factor altamente determinante según las características del cargo o rol a desempeñar, por lo que cualquier tecnología, en especial una IA (Inteligencia Artificial), aplicada a la identificación y selección de talento, debe dar respuesta a la necesidad que presente el negocio u organización, partiendo de la evaluación de los patrones y características del talento interesado, más que de factores de sesgo social; según un estudio de la consultora Gartner, la nueva normalidad está impulsando a la adopción de nuevas competencias para seguir desempeñando las actividades ocupacionales, y para IDC, la transformación digital, que involucra el uso de tecnologías emergentes como la IA, es clave en los planes de negocio de las empresas.

De esa manera, las características de los atributos se establecerán para la necesidad particular de la organización y no para el sistema IA global. Esto es un concepto básico desde la programación orientada a objetos (herencia y polimorfismo), pero se precisa mucho más en la IA débil, donde se fundamenta en modelos matemáticos e informáticos para lograr la auto-optimización del sistema, formalizando sobre aspectos relacionados con el pensamiento humano.

En las organizaciones surge la necesidad de optimizar los procesos en la gestión de talento, buscando equilibrio entre la negociación de las partes y los resultados del ejercicio.

Según Harvard, hay unas soft skills o habilidades blandas que pueden contribuir al trabajo y la educación de las personas, los cuales pueden adoptarse por cualquiera, desde temprana edad: planificación, priorización, enfoque, autocontrol, conciencia y flexibilidad. Estas apoyan, inclusive, la gestión del tiempo y la comunicación.

La Teoría Pentagonal de R. Sternberg (1993), considera que un sujeto puede ser valorado con alto desempeño, evaluando cinco criterios: excelencia, rareza, productividad, demostrabilidad y valor.

Teniendo en cuenta lo anterior, las evaluaciones de personalidad, actitud, habilidad, creatividad y productividad pueden graficarse y brindar a los empresarios una visión sintética predictiva del desempeño, y de los puntos críticos que se deben mejorar en el talento de marca, acorde a los requerimientos de la organización. La solución de productividad no está en la rotación inmediata, sino en la construcción científica de competencias desde los entornos académicos y de formación hacia los entornos productivos, donde se evalúa y valora el desempeño real de dichas competencias; la memorización de conocimientos disminuye las capacidades de creatividad e innovación del individuo en su desempeño ocupacional. El desarrollo de la creatividad desde contextos académicos y de formación profesional debe primar sobre las metodologías magistrales o de investigación teórica para evaluación conceptual. El uso de estudio de casos, talleres de aplicación, proyectos de aprendizaje, puede fortalecer, en contextos básicos, la construcción de competencias de alto desempeño. Se hace evidente que las metodologías pedagógicas deben ser más que formas de hacer transferencia de conocimientos.

La búsqueda de estrategias de formación efectivas para la construcción y desarrollo de competencias encuentra aquí un amplio campo de innovación desde las tecnologías emergentes.

Algunas tecnologías emergentes enfocadas en la evaluación del compromiso comenzaron a ser valoradas para implementar en la gestión de talento. Y justo aquí es donde se puede observar una primera coyuntura entre procesos adoptados en una sociedad y las tendencias tecnológicas.

Una primera polémica a revisar es el caso Musk-Twitter. La mayor parte de las más de 3 mil personas despedidas en Twitter (a fecha de redacción) tenían el cargo de moderadores de contenidos. Un moderador de contenido en Internet se encarga de revisar las actividades, por así decirlo, de los otros miembros del sitio o foro de Internet. Generalmente, los moderadores suelen ser nombrados por un administrador. Los moderadores pueden ser denominados a veces "mods", abreviando la palabra "moderadores". Es lo que se podría denominar, un trabajador de granja; sin ser despectivos, las competencias digitales que se aplican son muy pocas, indiferente al nivel de capacitación profesional que se tenga.

Es un tema de actualidad que, cerca del 75% de la fuerza laboral de Twitter en estas condiciones será despedida, luego de la compra de la compañía digital por Elon Musk. Uno de los despidos masivos más polémicos en la historia; ¿estrategia comercial?, ¿estrategia financiera?, ¿estrategia tecnológica?... lo cierto es que Musk suele impactar con tecnologías que impulsan los mercados hacia otras tendencias.

En los análisis que se han realizado para el proyecto d'talent, se ha identificado como innovación posible de patente, que algunas tecnologías emergentes pueden superar los actuales estándares tecnológicos para verificación de contenidos, basados en Inteligencia Artificial, optimizando los resultados de la moderación de contenidos y evitando problemas de salud mental que esta actividad genera, por las continuas visualizaciones de contenidos con alto grado de violencia física, insultos verbales o explícitos sexuales.

Esta observación lleva a otra de mayor relevancia: comienza a ser tendencia el desplazamiento de mano de obra humana por tecnologías emergentes, a consecuencia de la falta de habilidades digitales que sean de mayor relevancia en los entornos competitivos. Una propuesta que se realiza desde el proyecto d'talent es la identificación de esas brechas para ofrecer en prospectiva el plan de capacitación y carrera, mejorando considerablemente las oportunidades de empleo. d'

talent es una plataforma de sistema en desarrollo que busca dar respuesta a esas necesidades en la gestión de talento brindando una experiencia amable. Bajo esta metodología, los resultados generan valor que beneficia tanto a las personas como a las organizaciones tipo micropymes y Startups. ¡La decisión es humana!

Una gran industria que aplica tecnologías emergentes, muy de la mano de la IA, es la de cripto finanzas, y desde esta se están viendo también movimientos fuertes hacia el cambio de paradigma ocupacional, como en el caso de Coinbase, que se une a una creciente fila de organizaciones realizando despidos masivos. Los países de la OCDE cuentan con la ventaja de tener proyectos de emprendimiento que sostienen las economías con estructuras organizacionales menos robustas (micropymes y Startups), pero estas requieren mejor soporte en la gestión de talento para llegar al que tiene la competitividad necesaria para impulsarlos, sosteniblemente y de forma escalada... La preparación competitiva la ofrecen entidades como SENA; una plataforma que acerque a las partes (empresa, estado y talento) de una manera más dinámica y optimizando los procesos (como d'talent) puede apoyar ese fortalecimiento y mitigar las posibilidades de eventos como los que se presentan actualmente a nivel global.

En Colombia, también se presentan casos puntuales en que la necesidad de tecnologías emergentes afecta directamente el crecimiento y sostenimiento del talento y los negocios. Un ejemplo es Coltejer, una empresa que ha sido icónica del país en el sector textil; "Dentro de la expectativa razonable de continuidad de negocio, la compañía no ha tomado la decisión de liquidarse ni disolverse, por lo que sus actividades se concentran en la sostenibilidad de la empresa, aliviando el pasivo y administrando los activos", precisó en el portal Mi Oriente. La empresa viene con problemas desde 2020, con pérdidas por 94.631 millones de pesos, frente a las de 2019, que fueron de 25.000 millones de pesos. Este año, las dificultades económicas para abastecer el trabajo presencial y la dificultad de potenciar su competitividad (120 días sin actividad productiva en lo que va del año), está poniendo la empresa en una situación de ir cubriendo sus obligaciones financieras para poder llegar al cierre posterior. Talento hay, maquinaria hay, creatividad hay, necesidad de empleo hay; el mercado se ha saturado de otras marcas y empresas que han sistematizado sus procesos y han tenido a la estrategia de talento como una de sus banderas para posicionarse. La falta de un marketing de empleado (employer branding) fundado en la aplicación de la IA y el análisis de datos, en los procesos de reclutamiento, pudo haber sido una causa primaria de las condiciones actuales de la empresa del "edificio aguja".

El fenómeno económico que afecta al país, y a otros países alrededor del mundo, está impulsando nuevamente las tendencias digitales del teletrabajo. La transfronterización adquiere mucha más fuerza por la necesidad de competitividad a menor costo. En Colombia, a la fecha de noviembre de 2022 y desde mediados de agosto, se registran 11 empresas reconocidas, afectadas por las condiciones políticas y económicas, cerrando sus operaciones y dejando un gran número de personas sin ocupación laboral, buscando oportunidades para mejorar sus condiciones antes que la economía les empeore. Este triste panorama evidencia la brecha existente entre la atracción del talento y las necesidades de empleabilidad y formación para el trabajo.

Otro caso polémico y tal vez considerado algo subido de colores es el de Esperanza Gómez, reconocido personaje del entretenimiento para adultos, quien sufrió el cierre de su cuenta Instagram por "supuesta pornografía", y parte del argumento en su defensa es que millones de personas tienen perfiles con fotos de desnudos o semidesnudos (usando transparencias), e incluso en muchos otros perfiles se incita a la venta, comercialización u ofrecimiento de servicios sexuales, además de haber identificado, por parte de ella, sus amigos y sus abogados, en otros tantos perfiles, fotos de ella (Esperanza) que fueron censuradas como pornografía en la red social que la veta; y aun así, esos perfiles siguen activos.

Hay que tener en cuenta que las tecnologías emergentes pueden ser usadas, como todo en el planeta, para cosas buenas o para cosas no tan buenas. En el caso de la Inteligencia Artificial, los sistemas actuales que hacen análisis de contenidos, para identificar si estos infringen las políticas de la comunidad digital, se basan en reglas preestablecidas y muy rigurosas en su argumento lógico. En el caso, Instagram establece que:

"Si 'el contenido analizado promueve la pornografía O desnudos explícitos' Y 'ofrece servicios sexuales', ENTONCES se cataloga como contenido ofensivo a las políticas de la comunidad digital y se cancela el acceso a la cuenta".

Esto quiere decir que, deben darse ambas condiciones, tanto la de ser un contenido que promueva a la industria pornográfica presentando desnudos explícitos, y además evidenciarse la oferta de servicios sexuales con mensajes de atracción a adquirir el servicio, datos destinados a contactar con el ofertante o indicaciones para establecer la relación comercial.

Así mismo, esta sentencia lógica tiene sus deficiencias, si no se ha entrenado adecuadamente el sistema, pero sobre todo si en su rigor argumentativo hay personas moderadoras de contenido que al revisar estos pueden estar afectados por la continuidad de su labor en los mismos procesos o en sus entornos personales.

La actriz argumenta que tenía "más de 5 millones de seguidores" y su cuenta estaba verificada, definiéndose esto como una persona real en la red social, dando mayor credibilidad a los contenidos. Sin embargo, estos criterios aceptados con antelación por Instagram (y Facebook), en un proceso de verificación que se realiza por personas reales, parece haber sido pasado por alto al evaluar imágenes de una persona verificada dentro de un contexto industrial vetado socialmente (no digitalmente), sin tener en cuenta si la explicitud en ellas fuera o no en contra de las políticas de la comunidad digital.

La IA realmente puede resolver estas situaciones; en contradicción de lo que argumenta, incluso, la Universidad de Cambridge. La tecnología para reconocimiento facial, reconocimiento de patrones, reconocimiento de porcentaje de piel expuesta, análisis de contenido e intención, ya existe, y hace parte de los avances que se observarán en ciberseguridad y políticas de privacidad en los próximos años. Los entornos laborales requieren que se tome más en serio las competencias relacionadas con esta área que muchos evaden (la seguridad informática y en el ciberespacio), pues son parte de las necesidades que requieren las organizaciones para su crecimiento y escalamiento de forma sustentable.

No obstante, hay factores externos que también se deben considerar a la hora de evaluar competencias:

Según Tannenbaum (1996), las destrezas y habilidades (competencias) se constituyen en el uso de los números y los símbolos algebraicos, el razonamiento matemático, la curiosidad sobre el mundo natural y las facilidades para el uso del método científico, lo que provocaría que un gran porcentaje de personas tendría dificultad en llegar a un alto desempeño en sus capacidades).

Por otra parte, Paul F. Brandwein (1975), en sus estudios previos a los mencionados, resalta un componente adicional a los dos identificados: la predisposición, en la que se incluye la motivación, la persistencia, y las actitudes de cuestionamiento. También argumenta que el desarrollo de competitividad requiere un currículo especializado que permita al alumno (o aprendiz) la realización de investigaciones originales, desarrolle habilidades en las técnicas de laboratorio y el uso del equipamiento del mismo. Debe posibilitar el acceso a la literatura de investigación adecuada y atractiva, así como preparar a los alumnos para la exhibición de los resultados de investigación, la preparación de los seminarios y conferencias y la entrada a diferentes tipos de concursos.

Ahora bien, el gran nuevo paradigma es el de pensar primero en las personas y su entorno, en una sociedad que continúa creciendo dentro de una línea tecnológica que rompe fronteras, y donde aun los límites no están definidos para hacerlo. Pero si se continúa con la misma línea de pensamiento lógico que ha generado "fallos y defectos" sociales, es posible que se trasladen estos a las propuestas de solución que se planteen:

Meta (Facebook) despidió más de 11.000 trabajadores, Twitter (3.700 en una primera oleada), Ford (3.000), Snapchat (más de 1.200), Microsoft (1.000), Amazon (más de 500), Netflix (500), Tesla (más de 200) y HBO (70), Coinbase (90). Una observación general deja inferir que las empresas con base tecnológica (sea de tipo industrial, financiera, comercial o prestadora de servicios), tienden a la transformación digital, requiriendo que el talento que se contrate esté preparado o con actitud de aprender (realmente) nuevas formas de trabajar y competencias digitales. Por extensión, las tendencias globales suelen tardar un poco en aproximarse a países LATAM, lo que no significa que el tema sea de poco cuidado. Entidades de formación para el trabajo, como SENA en Colombia, requieren replantear estrategias para prepararse a esta brecha que se aproxima.

Miles de personas quedan a la deriva, sin empleo u ocupación formal para sostener sus economías. Cantidad de talentos que, comienzan a gestionar por vacantes donde puedan entrar (ni siquiera por gusto, sino por necesidad), deteriorando la competitividad del país al dispersarse las capacidades y desempeños en actividades donde, prima el empleo antes que la experiencia y la capacidad competitiva. La necesidad de transfronterizar se hace cada vez más grande, y este fenómeno de ocupación laboral fuera de las fronteras del hábitat conlleva a un alto nivel de análisis que requiere tener confianza y seguridad en el uso de las tecnologías, además del factor "compromiso" de las personas.

Además, estadísticas públicas, privadas y analítica de datos sectorizados por procesos de I+D (como los desarrollados en el proyecto d'talent) indican que hay tendencia en renunciar por insatisfacción con los cargos desempeñados; en Colombia se pierde talento en las empresas y hay excesiva fuga de Know-How por razones asociadas a la gestión de talento: falta de desarrollo y progresión profesional (53.4%), falta de apoyo al talento (44.56%), indiferencia de los líderes (33.33%), poca flexibilidad en los espacios y tiempos laborales (30.61%) y expectativas de rendimiento insostenibles (26.36%). Los sectores de salud, educación y servicios administrativos (incluye administración tecnológica) son los más afectados a nivel nacional.

Es necesario impulsar y apoyar plataformas que provean soluciones a estas problemáticas observables, ya que ellas se acercan aún más a los procesos de formación, las necesidades empresariales y las competencias del público, trazándose desde modelos de calidad, y cerrando brechas como las de tipo tecnológico, competitivo y calidad de vida. Las empresas están dejando atrás la propuesta presencial, por muchos motivos identificados. La necesidad de plataformas que converjan las tecnologías a beneficio de generar empleo es necesaria.

La predicción temprana del alto desempeño es un problema complejo que apunta a ser respuesta a muchos interrogantes organizacionales sobre su productividad y optimización. Según H. Passow, F. Möns y K. Heller (1993), es una de las líneas en las cuales se necesita profundizar en el área del estudio del talento, buscando no limitar las evaluaciones de competencia a criterios predictivos exclusivos para poder garantizar la integralidad del ser (desde los factores interindividuales y los ambientales). Estas pueden ser investigaciones de prolongada duración, que requieren herramientas tecnológicas que propongan resultados medibles desde la aplicación práctica en los contextos laborales.

Considerando que la gestión de talento es un campo competitivo, se definen entonces unos retos a los que se necesita encontrar soluciones reales e innovadoras:

Reclutamiento transparente:

- Modelar las soft skills, tanto como las hard skills que ayudan a optimizar los resultados de la actividad ocupacional requerida, incluso antes de generarse la necesidad como una ventaja competitiva.
- Modelar las soft skills, tanto como las hard skills que ayudan a optimizar los resultados de la actividad ocupacional requerida, incluso antes de generarse la necesidad como una ventaja competitiva.

- Desarrollar estrategias innovadoras de compensación, dirigidas a la satisfacción, bienestar y fidelización del empleado.
- Desarrollar estrategias de puntuación con base en la evaluación de acciones clave, evitando sesgos, proselitismos o intereses personales en los procesos de gestión de talento.

Desarrollo de liderazgo transformacional:

- Incrementar la tasa de retención del talento, con programas de apropiación de cargo, gestión de carrera y sucesión de roles.

Planificación del talento:

- Implantar procesos de formación, capacitación y entrenamiento.
- Distribuir el talento disponible acorde a las necesidades para el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

Gestión del desempeño:

- Gestionar los resultados de los análisis del trabajo realizado por el talento, tanto el contratado como el que está en procesos de reclutamiento.
- Identificar y actuar sobre los problemas que afectan el desempeño laboral, desde la satisfacción de empleado o experiencia de empleado, midiendo el rendimiento y el potencial oculto.

Una preocupación relevante con el uso de tecnologías emergentes se centra en la caracterización de personalidades realizada por las IA, aplicando análisis de patrones en gestos y comportamientos. Un estudio de la Universidad de Cambridge argumenta que esto sería un sesgo significativo en materia de inclusión y equidad.

La Comisión Europea establece que, la IA “es una familia de tecnologías en rápida evolución que puede contribuir a una amplia gama de beneficios económicos y sociales en todo el espectro de industrias y actividades sociales” (CE, 2021, p18), por lo que sus implementaciones deben ser concebidas teniendo como motor los aspectos sociales, más que técnicos.

En la práctica, puede ser que la mayor parte de respuestas con la IA se encuentren a través de la denominada “débil”, que ha encontrado aplicación en “los derechos a la libertad individual, a la autonomía, a los derechos de la personalidad, a la libertad de decisión del individuo. Sobre esperanzas, miedos, potenciales y expectativas. Pero también se trata de nuevos mercados (...), de la competencia global”, como argumenta Marek Koehn (2019) en sus investigaciones para la aplicación de la IA en Chile, teniendo como marco de referencia los avances en Alemania sobre el tema y sus aplicaciones en el sector privado.

Al tener como principio la necesidad particular de la organización y sus requerimientos de talento, la cultura organizacional se vuelve relevante en la selección del talento y sus características, poniendo a las personas más preparadas (no necesariamente, con más títulos) en frente de esas responsabilidades, haciendo que se optimicen los procesos y recursos. Si bien la necesidad de trabajo es inherente en las personas, la oportunidad de empleo se genera desde las organizaciones a conciencia de sus necesidades, y debería estar concebida con inclusión y sin discriminación, principalmente desde las micropymes; esto no va en detrimento a que sea el talento interesado el que defina dónde o cómo desea ocuparse laboralmente, considerando la oferta disponible. De hecho, como lo comenta Manuela Battaglini (2022), “no es únicamente prevenir la discriminación en curso, sino también cambiar la sociedad, Las políticas y las prácticas para lograr una igualdad sustantiva en lugar de una igualdad meramente formal”.

Las condiciones laborales, compensaciones y beneficios en las organizaciones, además de las políticas nacionales, influyen en la toma de decisiones en el fenómeno de "fuga de talento". Cómo retenerlo es un reto en la gestión que se realiza en las empresas, y en especial en micropymes donde el acceso a tecnologías ya desarrolladas puede ser más complejo.

Se hace evidente que, los sistemas desarrollados con estas características deben concebir la reevaluación del talento según las postulaciones en que participen y sus competencias identificadas; pues, si se conserva el punto de vista de un empleador desde su área funcional en el análisis de características de un postulado, el sistema puede llegar a inhabilitarlo para otras oportunidades donde su capacidad, destreza, habilidad o conocimiento sí sean acorde a las requeridas en el caso. No obstante, hay características evaluadas que sí deben mantenerse en el perfil y registro del talento, en pro de mejorar sus condiciones competitivas.

Conclusiones

Aunque la implementación de sistemas apropiados para resolver las necesidades de la gestión de talento desde los procesos de selección sigue en etapas de desarrollo y maduración, las argumentaciones anteriores permiten observar la necesidad de cambiar el enfoque desde ciencias humanas que permitan una mejor inclusión y escrutinio de las condiciones requeridas para un cargo desde la cultura organizacional, además de proponer a las organizaciones plantear seriamente sus componentes culturales como parte fundamental en sus estrategias como empresas competitivas motivadas por el talento.

En América Latina, donde la necesidad de talento en las organizaciones prima para generar mayor competitividad y crecimiento social sostenible, y, particularmente Colombia, donde el tradicionalismo metodológico en la constitución de empresas sostiene aún modelos de estructuras rígidas para la adquisición de talento, tecnologías emergentes como la IA pueden generar procesos transformadores con altos resultados positivos en diferentes indicadores de desarrollo (como el PIB o la competitividad digital). Hay un amplio mercado para este tipo de soluciones software; casi tanto como para industrias de energía, entretenimiento, salud y educación, y con mejor modelo comercial. Así mismo, las tecnologías emergentes pueden generarle (y ellos lo saben) mejores resultados. Países en desarrollo, y particularmente Colombia, comienzan a pensar en nuevas estrategias para reestructurar la forma de operar el talento en las micropymes, buscando optimizar los recursos y procesos de gestión; ahora el dilema está en entrar a competir en mercados internacionales generando fuga de talento, o abrir oportunidades de crecimiento desde la transfronterización y el emprendimiento dentro de las fronteras del país.

Declaración sobre conflicto de interés:

El autor declara que no tienen ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Referencias Bibliográficas

- Economista, E. (2022, agosto 25). *Daña 60% de jefes autoestima de empleados*. El Economista.
<https://www.eleconomista.com.mx/el-empresario/Dana-60-de-jefes-autoestima-de-empleados-20151103-0205.html>
- Catalano, A. (s/f). *Tecnología, innovación y competencias ocupacionales en la sociedad del conocimiento*. Ilo.org. Recuperado el 29 de junio de 2023, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos-aires/documents/publication/wcms_635946.pdf
- Carvajal Bonilla, E. J. (2022, noviembre); director, Posgrados convenio Usta Icontec en Universidad Santo Tomás. Encuentro internacional de investigación sobre la gestión de las empresas; Tendencia Postpandemia, Riesgo psicosocial y digitalización [virtual]. Universidad Santo Tomás e Icontec. Realizado del 15 al 17 de noviembre de 2022.
- Connecting Visions. (2021, octubre 13). *Gestión del talento: nuevos retos y oportunidades para 2022*. Connecting Visions.
<https://connectingvisionsgroup.com/ideas/gestionar-Connecting-talento/>
- De Lara, M. B. M. (20 de abril de 2022). *La buena calidad de los datos sólo arregla el sesgo técnico, pero mantiene la desigualdad social*. LinkedIn.com.
<https://es.linkedin.com/pulse/la-buena-calidad-de-los-datos-s%C3%B3lo-arregla-el-sesgo-manual>
- Diez, V. R. (2020, abril 4). *¿Qué es la tecnología dura y la tecnología blanda?* Nan0B0t.
<https://nanova.org/que-es-la-tecnologia-dura-blanda/>
- Drage, E., & Mackereth, K. (2022). Does AI debias recruitment? Race, gender, and AI's "eradication of difference" *Philosophy & Technology*, 35(4), 89 *Technology*, 35(4),
<https://doi.org/10.1007/s13347-022-00543-1>
- European Commission (2021, abril). Laying down harmonised rules on *Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain union legislative acts* [pdf].
https://eurlex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- Goel, S., Puckett, J., Claver, P., & Kovacs - Ondrejovic, O. (2022, abril 25). 6 strategies to upskill your workforce. *Harvard business review*.
<https://hbr.org/2022/04/6-strategies-to-upskill-your-workforce>
- Gutiérrez, L. G., Palma, M. (2022). *Retos y desafíos de la SST*. Encuentro Internacional de Investigación sobre la Gestión de las Empresas; Tendencia Postpandemia, Riesgo psicosocial y Digitalización [virtual]. Universidad Santo Tomás e Icontec. Realizado del 15 al 17 de noviembre de 2022.

- Hernández, C., Muñoz, D. (2022). *Nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas de gestión de la calidad*. Encuentro Internacional de Investigación sobre la Gestión de las Empresas; Tendencia Pospandemia, Riesgo psicosocial y Digitalización [virtual]. Universidad Santo Tomás e Icontec. Realizado del 15 al 17 de noviembre de 2022.
- Jenkins, D. (2017, abril). *A Harvard study showed that employers considered soft skills as important as academic ability – but hard to find in Graduates* - World Economic Forum. LinkedIn.com. <https://www.linkedin.com/pulse/harvard-study-showed-employers-considered-soft-skills-denis-jenkins/>
- Koehn, Marek (2019). *La estrategia nacional de Inteligencia Artificial de Alemania IA Made in Germany* [pdf]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27593/1/N_80_19_Estrategia_Alemana_de_Inteligencia_Artificial.pdf
- National Soft Skills Association. (2015, febrero 13). *The soft skills disconnect*. National Soft Skills Association. <https://www.nationalsoftskills.org/the-soft-skills-disconnect/>
- Organización Mundial de la Salud (2022, septiembre). *La salud mental en el trabajo* [web]. <https://www.who.int/es/newsroom/fact-sheets/detail/mental-health-at-work>
- Ortiz, S. M., Enriquez, D. (2021, septiembre). *Oleadas de inversiones para los próximos 5 años en infraestructura de TI* [web]. IDC Consultores. Consultado el 4 de octubre de 2021, en <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prLA48266021>
- Pastor, J. (2022, noviembre 14). *Meta y Twitter tienen otro problema, aparte de los evidentes: la motivación de sus trabajadores*. Xataka.com; Xataka. https://www.xataka.com/empresas-y-economia/meta-twitter-tienen-otro-problema-aparte-evidentes-motivacion-sus-trabajadores?utm_content=buffer8b263&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer&fbclid=IwAR0yZQldydYHlyrEXFOC4kzUCF98eVOUmwvuzGWi4wKTq5YMET2h0YrKz4w
- Prego, C. (2022, octubre 22). *Los procesos de selección siempre han tenido sesgos personales o ideológicos. La IA no los va a solucionar*. Xataka.com; Xataka. https://www.xataka.com/empresas-y-economia/procesos-seleccion-siempre-han-tenido-sesgos-personales-ideologicos-ia-no-va-a-solucionar?utm_content=buffer04867
- Riborg Mann, Charles (1918). *The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching* [pdf]. https://www.nationalsoftskills.org/downloads/Mann-1918_Study_of_Engineering_Educ.pdf

Semana. (2022, noviembre 15). *Harvard revela seis habilidades que deben tener los estudiantes* . Revista Semana.
https://www.semana.com/finanzas/trabajo-y-educacion/articulo/harvard-revela-seis-habilidades-que-deben-tener-los-estudiantes/202223/?utm_term=Autofeed&utm_campaign=echo&utm_medium=Social&utm_source=Facebook&fbclid=IwAR3dFKwWYHdy5qOAR3dFKwWYHdy5qOnR3D78b9YYtsqmZVBmodtJlr3hE5t8tJLEY_p8x365xk

Semana. (2022, noviembre 16). *Esperanza Gómez ante la Corte Constitucional: la actriz presentó una acción judicial* . Revista Semana.
https://www.semana.com/semana-tv/vicky-en-semana/articulo/esperanza-ante-la-corte-constitucional-la-actriz-presento-una-accion-judicial/202201/?fbclid=IwAR3SbzaT1DWmPzVSmxYI_LLUGpn5XVbYi9zQUPW4tEbgN-9jgfnZjyq84VU

University of Cambridge (2022, octubre). *Claims AI can boost workplace diversity are 'spurious and dangerous', researchers argue* [web]. Consultado el 12 de octubre de 2022, en
<https://www.cam.ac.uk/research/news/claims-ai-can-boost-workplace-diversity-are-spurious-and-dangerous-researchers-argue>

CONTAMINACION FITOSANITARIA EN CONTENEDORES MARITIMOS PHYTOSANITARY CONTAMINATION IN SEA CONTAINERS

Alexander Eslava Sarmiento¹ 

Consultor Portuario, Colombia, *Email:* laeslavas@unal.edu.co

Para citar este artículo: Eslava Sarmiento, A., (2023). Contaminación fitosanitaria en contenedores marítimos. Revista Loginn: Investigación Científica Y Tecnológica, *Loginn 7 (1)*.
<https://orcid.org/0000-0002-0580-3078>

Recibido: 29 de octubre 2022
Aceptado: 26 de junio de 2023
Publicado en línea: junio 30 de 2023

Palabras clave:

Contenedor
Marítimo;
Contaminación
Fitosanitaria;
Transporte
Marítimo;
Comercio
Internacional;
Bioflujo
Global

JEL:
F10; L91;
P45;
Q50
.....

Resumen

Tasas sin precedentes de introducción y propagación de especies no autóctonas plantean desafíos crecientes para la biodiversidad, la gestión de los recursos naturales y las economías regionales. La globalización en cuanto al transporte y el comercio internacional de mercancías han comprometido las barreras biogeográficas y ecológicas naturales entre países y continentes a través del transporte de plagas que contribuye a su establecimiento en un nuevo ecosistema. Las fuerzas económicas globales cambiantes determinan el volumen comercial y la frecuencia con la que transitan los buques entre puertos de origen y destino. Anualmente, se movilizan más de 800 millones de contenedores marítimos a nivel global, facilitado por el flujo logístico eficiente a través de en las cadenas de suministro del comercio mundial. El movimiento de mercancías contenedorizadas de un país a otro conlleva en sí mismo el riesgo de trasladar plagas fitosanitarias a los ecosistemas de los países de destino; estos organismos no deseados ingresan en las mercancías dentro del contenedor, en los materiales en los que se embalan las mercancías y en el propio contenedor. El comercio internacional es el vector, los contenedores marítimos el vehículo; la plaga fitosanitaria una vez introducida es muy difícil y costosa de controlar y erradicar.

Abstract

Keywords:

Sea
Container;
Phytosanitary
Contamination;
Maritime
Transport;
International
Trade;
Global
Bioflow.

Unprecedented rates of introduction and spread of non-native species pose increasing challenges to biodiversity, natural resource management and regional economies. Globalization in terms of transport and international trade in goods have compromised the natural biogeographical and ecological barriers between countries and continents through the transport of pests that contributes to their establishment in a new ecosystem. Changing global economic forces determine the volume of trade and the frequency with which ships transit between ports of origin and destination. Annually, more than 800 million sea containers are moved globally, facilitated by efficient logistics flow through world trade supply chains. The movement of containerized goods from one country to other carries the risk of transferring phytosanitary pests to the ecosystems of the destination countries; these unwanted organisms get into the goods inside the container, into the materials in which the goods are packed, and into the container itself. International trade is the vector, maritime containers the vehicle; Once introduced, the phytosanitary pest is very difficult and expensive to control and eradicate.

Introducción

La Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el tratado intergubernamental firmado por más de 180 países para contener la propagación de plagas invasoras: la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), abanderan desde 2017 el programa de Riesgos de Plagas Asociadas con el Movimiento de Contenedores y sus Cargas (contaminación fitosanitaria) movilizados internacionalmente por los modos de transporte marítimo-carretero-ferroviario-fluvial/lacustre. Especies invasoras conocidas como "vertidos biológicos", "bioflujo global" arriban a nuevos hábitats por diversas vías, la principal de ellas es el transporte marítimo de contenedores, ya que a la forma compleja de sus operaciones logísticas comúnmente se le identifica como el principal generador de factores de riesgo de plagas. Esto, dado que el 90 % del comercio mundial se lleva a cabo en contenedores, de los cuales más de 800 millones de ellos fluyen anualmente en las cadenas de suministro del comercio mundial, y de estos, menos del 2 % son inspeccionados fitosanitariamente. Tanto los componentes estructurales de los contenedores marítimos como la propia mercancía con sus pallets y embalajes de madera pueden actuar como vectores de contaminación fitosanitaria.

Los "vertidos biológicos", "bioflujo global", que incluye la propagación de plagas en las rutas del comercio global al ser una amenaza mundial y a pesar de ser más graves que los vertidos de petróleo al océano (abril de 2010, Deepwater Horizon, Pozo Macondo, Golfo de México, filtró al menos 200 millones de galones de petróleo al mar) no están requiriendo la atención o la importancia necesaria a pesar de que se esté experimentando disrupción climática en tiempo real. El comercio mundial está subestimando las advertencias de la OMI, la FAO y de la CIPF que sostienen que los contenedores marítimos se están convirtiendo en "una amenaza flotante" al propagar plagas y enfermedades a nivel global (IPPC Secretariat, 2022); el comercio internacional es el vector, los contenedores marítimos el vehículo.

De hecho, las economías nacionales dependen del movimiento eficaz e ininterrumpido del comercio, que se ve facilitado por el flujo logístico eficiente de los contenedores marítimos a través de Cadenas Globales de Suministro (CGS), de la Red Global de Suministro de Contenedores Marítimos (RGSCM) y de la Cadena Global de Valor (CGV). La escala de las operaciones de contenedores marítimos alcanza proporciones extraordinarias, ya que cada año se transportan más de 800 millones de contenedores a nivel global, y cualquier cambio relacionado con la imposición de una Norma Fitosanitaria en las CGS, RGSCM y CGV tendrá impactos colaterales económicos en fabricantes y propietarios de contenedores, en las líneas navieras, en transitarios, forwarders y transportistas, en operadores portuarios, prestadores de servicios logísticos y operadores logísticos 3PL-4PL, autoridad y/o administración portuaria, y en cargadores, importadores, exportadores y estibadores.

Contenedorización

La economía mundial depende del movimiento eficiente e ininterrumpido del comercio, una gran parte del cual es facilitado por el movimiento eficaz de los contenedores marítimos. En consecuencia, el movimiento de mercancías en contenedores (contenedorización) de un país a otro conlleva en sí mismo el riesgo de trasladar especies invasoras ajenas (plagas fitosanitarias) a los ecosistemas de los países de destino (Simon J. McKirdy, Simon O'Connor, Melissa L. Thomas, Kristin L. Horton, Angus Williams, Darryl Hardie, Grey T. Coupland & Johann van der Merwe, 2019); estos organismos no deseados podrían entrar en o sobre: las mercancías dentro del contenedor, los materiales en los que se embalan las mercancías y/o el propio contenedor. Por tanto, los contenedores marítimos en diversos grados pueden presentar contaminación fitosanitaria interior o exteriormente, en particular en forma de semillas, caracoles, babosas, tierra, arañas y otros elementos de riesgo para la bioseguridad del país de destino; la plaga fitosanitaria una vez introducida es muy difícil y costosa de controlar y erradicar. El comercio internacional, esencial para la economía y los consumidores, no puede detenerse, pero los riesgos fitosanitarios relacionados con él pueden mitigarse. En efecto, el flujo global de contenedores marítimos es complejo e involucra múltiples cruces fronterizos, múltiples traspasos de control, múltiples modos de transporte, múltiples actores; donde las líneas navieras tienen poco control directo o acceso a los contenedores durante su tránsito internacional, a excepción en los depósitos de contenedores.

Los contenedores vacíos enviados desde un depósito de reparación bajo el control de una línea naviera deben estar limpios. Sin embargo, no todos los contenedores pasan por un depósito de reparación y limpieza. Los puntos de embalaje y estiba de la mercancía en el contenedor son los espacios de mayor potencial de contaminación fitosanitaria. Aunado a lo anterior, las compañías navieras no tienen control sobre estos.

De igual forma, no es práctico realizar inspecciones externas e internas completas de todos los contenedores marítimos que arriban a destino debido a su gran número y tamaño. Incluso si se inspeccionaran completamente, no existe garantía de que se detecten todos los organismos de riesgo. Tampoco es práctico inspeccionar exhaustivamente todos aquellos contenedores que se seleccionan para inspección. Una inspección externa completa del contenedor implica inspeccionar los seis lados externos. Esto requiere que el contenedor se levante sobre un soporte, de modo que se pueda inspeccionar su parte inferior. El inspector también debe poder examinar la parte superior del contenedor. Una inspección interna completa requiere que el contenedor sea descargado (desestibado) para poder inspeccionar los seis lados internos. También sería necesario inspeccionar los productos embalados dentro del contenedor, ya que podrían presentar riesgos.

De hecho, una inspección externa e interna completa del contenedor es un proceso largo. Requiere equipo adecuado (puesto de inspección, grúa para levantar y, si se requiere, equipo para limpiar el contenedor y vehículo adicional para desembalaje/reembalaje de la mercancía), mano de obra (estibadores) y espacio suficiente en el que se pueda realizar la inspección. De hecho, el Certificado de Limpieza que debería acompañar al contenedor marítimo es una consideración clave en el perfil de riesgo fitosanitario de los contenedores, y en la selección de cuáles inspeccionar. Esto, con el objeto de identificar aquellos contenedores que probablemente presenten los mayores riesgos fitosanitarios. El perfil de riesgo permite una mejor selección de los contenedores a inspeccionar y el tipo de inspección requerida (Wiedmann, T. & Lenzen, M., 2018). Lo anterior, es posible siempre y cuando no exista un alto nivel de inexactitud de los Certificados de Limpieza.

En consecuencia, en 2014, la OMI, la Organización Mundial del Trabajo (OIT) con el apoyo del Grupo de trabajo de expertos sobre contenedores marítimos de la CIPF (IPPC Secretariat, 2022), incorporaron en el código CTU "Cargo Transport Unit" elementos sobre medidas fitosanitarias: Importancia de la limpieza de los contenedores marítimos; Minimización del riesgo de recontaminación. De igual manera, integraron el siguiente párrafo: "Todas las personas involucradas en el movimiento de unidades de transporte también tienen el deber de garantizar, de acuerdo con sus funciones y responsabilidades en la cadena de suministro, que la unidad de transporte no esté infestada de plantas, productos vegetales, insectos u otros animales". A su vez, con el propósito de ayudar a minimizar el movimiento de plagas fitosanitarias por contenedores marítimos y sus cargas, el Consejo Mundial de Transporte Marítimo, el Instituto de Arrendadores de Contenedores, la Asociación de Propietarios de Contenedores y la Asociación Internacional de Coordinación de Manejo de Carga, en común acuerdo generaron "Directrices" conjuntas de la industria para la limpieza de contenedores marítimos. De igual forma, integraron el siguiente párrafo: Todo contenedor vacío que se utilice para el transporte de carga seca, especial o refrigerada deberá estar "limpio" cuando se envíe desde un depósito de contenedores bajo el control de la compañía naviera.

Norma Fitosanitaria Internacional

El comercio internacional se ha identificado como uno de los factores clave en la propagación de las especies invasoras, organismos que, al ser sacados de su hábitat natural y trasladados a una zona donde tienen pocos o ningún depredador natural, pueden causar estragos en la industria primaria (por tanto, a la economía), y en la biodiversidad local. La CIPF introdujo las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF) como su principal herramienta con el objeto de reducir la propagación de plagas y enfermedades, convirtiéndose en la única organización mundial de normalización en materia de sanidad vegetal. Las plantas proporcionan el 80 % de los alimentos y el 98 % del aire que se respira, por tanto, son fundamentales para la vida en la Tierra y deben ser protegidas (IPPC Secretariat, 2022).

El objetivo de las NIMF es proteger la biodiversidad mundial de la propagación e introducción de plagas, al tiempo que promueve un comercio global seguro y mitiga la amenaza de las especies invasoras sin impactar significativamente la RGSCM, la CGS, la logística global del contenedor marítimo y en efecto, la CGV.

De igual forma, la CIPF espera que a medida que el contenedor se desplaza por la RGSCM y la CGS, se realice inspección fitosanitaria al componente estructural exterior, y control hasta llegar a destino. De hacerlo, el 90% del riesgo de plagas asociadas con el movimiento de contenedores marítimos se mitigará. En efecto, de hacerse de forma sistemática y eficiente la inspección fitosanitaria, se reducirá sustancialmente los costos generales de la mitigación de la propagación de las especies invasoras. De igual manera, reducirá los costos globales de la inspección y los costos asociados a la pérdida de alimentos y biodiversidad por la propagación no deseada de organismos. De hecho, la CIPF promueve que los organismos gubernamentales de los países de origen y los puertos de destino inspeccionen los contenedores y sus productos para que la responsabilidad no recaiga en agricultores individuales, si es el caso, o/y en empresas privadas.

Norma Fitosanitaria Nacional

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en sintonía con la CIPF emite el Instrumento para la Seguridad Sanitaria en la Cadena Logística a través de la Resolución 15 del 17 febrero de 2016 (ICA, 2016), requisitos mínimos para solicitar y mantener la autorización como Operador Económico Autorizado (OEA) Exportador, entre otros: a) asegurarse antes del llenado de los contenedores, que estos y demás unidades de carga reúnan las condiciones óptimas de limpieza, desinfección, conservación y almacenamiento; b) tener vigentes las certificaciones y/o conceptos fitosanitarios y zoosanitarios aplicables a su actividad; c) estar debidamente registrado ante las autoridades sanitarias de control correspondiente; d) contar con un área de almacenamiento y clasificación en sus instalaciones para el desarrollo de las inspecciones sanitarias previas a la salida hacia el lugar de embarque; e) tener establecido un plan fitosanitario y zoosanitario con monitoreo continuo; f) tener establecido un protocolo de limpieza y desinfección de los vehículos que ingresen y salgan a las instalaciones, tanto en su área externa como en el área interna de almacenamiento; g) tener establecido un protocolo de manejo, inactivación o destrucción de productos que representen riesgo fitosanitario y zoosanitario, tales como: plantas enfermas, desechos de cosecha, mortalidades de animales, entre otros.

En consecuencia, el ICA emite el Instrumento para la Seguridad Sanitaria en la Cadena Logística a través de la Resolución 67 del 20 de octubre de 2016 (ICA, 2016), requisitos mínimos para solicitar y mantener la autorización como OEA Importador, entre otros: a) contar con un sistema de administración de riesgos sanitarios y/o fitosanitarios enfocado en la cadena de suministro internacional indicando los procedimientos para su gestión; b) contar con procedimientos documentados para la selección de sus asociados de negocio, a través de los cuales se exige el cumplimiento de los requisitos sanitarios y/o fitosanitarios establecidos por Colombia; c) exigir que su proveedor tenga implementados procedimientos documentados para la inspección, limpieza y desinfección interna y externa de los contenedores y demás unidades de carga antes del llenado; d) contar con protocolos de manejo, inactivación o destrucción de productos que representen riesgo fitosanitario y zoosanitario para el país.

Contenedores De Alto Riesgo Fitosanitario

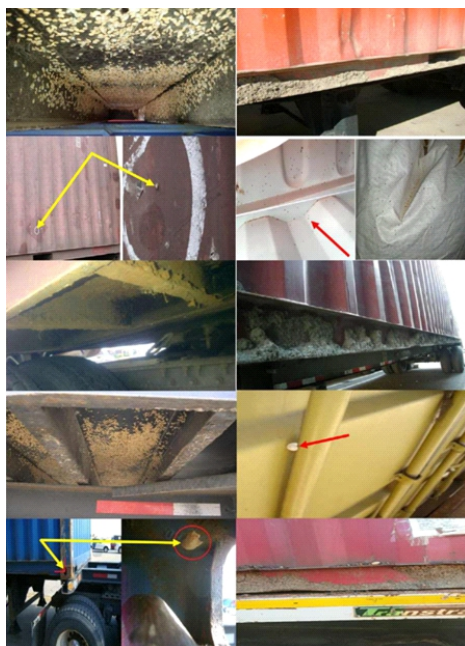
Los contenedores marítimos estructuralmente compuestos de suelo de madera contrachapada, hendiduras, ranuras y huecos (cantonerías, baos, vigas, túnel horquillas) permiten ocultar: ácaros, arácnidos, invertebrados (vivos o muertos, en cualquier etapa del ciclo de vida) polillas, larvas, escarabajos, cangrejos, caracoles, babosas, roedores, secreciones, excreciones, huesos, piel, sangre, plumas, masa de huevos, tierra, semillas, plantas, malas hierbas, ramitas, productos vegetales, raíces, cortezas, animales vivos y/o muertos, partes de animales, sangre, piel, carne, cabello u otro material orgánico, incluidos hongos, moho, esporas, nemátodos, tierra o agua; cuando dichos productos no se manifiesten como carga dentro del contenedor (Figuras 1, 2 y 3) y si no se controlan, pueden transferirse de una carga a otra, pudiendo actuar como vectores de plagas fitosanitarias invasoras.

Si se introducen en nuevas zonas a través de las vías del comercio internacional causan enfermedades, destruyen las plantas, amenazan la agricultura e incrementan la inseguridad alimentaria, impactando negativamente, la biodiversidad, el medio ambiente y la economía de los países que comercian (Bonnamour, A., Gippet, J. M. W., & Bertelsmeier, C., 2021).

En efecto, la adopción de prácticas de limpieza y tratamientos eficaces de los contenedores marítimos es crucial para ayudar a prevenir la propagación de plagas y enfermedades de las plantas a nivel global. En efecto, la enorme complejidad de las operaciones logísticas globales de contenedores marítimos plantea un desafío monumental. De hecho, la Asociación Internacional de Coordinación de Manejo de Carga (AICMC) se unió al Grupo Asesor de la Industria de Limpieza de Contenedores (GAILC), un nuevo grupo de enfoque dedicado a prevenir las pérdidas de carga y la contaminación fitosanitaria cruzada de los contenedores marítimos.

El objetivo de la AICMC es establecer protocolos para la limpieza interior y exterior de los contenedores y crear conciencia sobre los riesgos de contaminación por plagas en la RGSCM y en la CGS. De hecho, Grain Producers Australia está solicitando un impuesto a los contenedores para cubrir el costo de limpieza y fumigación de estos, ya que la necesidad de controlar la propagación de especies invasoras en los contenedores marítimos se pone de manifiesto (Franck Ouessou Idrissou, Qiang Huang, Orlando Yañez & Peter Neumann, 2019; Lichtenberg, E., & Olson, L. J. 2020; Marchioro Matteo, Battisti Andrea, Faccoli Massimo & Phillips Thomas, 2020; Hulme, Philip E., 2021).

Figura 1. Contaminación fitosanitaria al exterior del contenedor marítimo. Fuente: recopilación del autor



En efecto, un contenedor contaminado fitosanitariamente generará altas tasas de demora, costos adicionales de traslado, descargue o desestibado "devanning", fumigación, limpieza, posibles cargos de reexportación, retrasos, entregas canceladas, pérdida de negocio y de la imagen corporativa.

Figura 2. Contaminación fitosanitaria al exterior e interior del contenedor marítimo. Fuente: recopilación del autor



A su vez, el aumento de los tiempos de permanencia en puertos marítimos, zonas francas, puertos secos, estaciones de transferencia modal o de transbordo y en patios inadecuados puede hacer que los contenedores individuales se transporten menos veces al año, con el inconveniente que el aumento del tiempo de espera "stand bye" podría significar que los organismos (el suelo alberga plagas de insectos, semillas de malas hierbas, gusanos microscópicos y es vector de enfermedades animales extrañas) tienen tiempo para establecerse en el contenedor, lo que aumenta la necesidad de una adecuada y eficaz limpieza de este.



Figura 3. Contaminación fitosanitaria al interior del contenedor marítimo. Fuente: recopilación del autor

Aunado a lo anterior, una reciente investigación de Drewry Shipping Consultants indica que en la actualidad existen al menos 6 millones de TEU "Twenty-Foot Equivalent Unit" en "stand by" en todo el mundo, por efecto de los bloqueos generados por la pandemia de Covid-19.

En consecuencia, para la CIPF cualquier contenedor marítimo se debe considerar de alto riesgo fitosanitario si se mueve en la CGS sin la debida Declaración de Cuarentena, si contiene material de embalaje prohibido y si no porta información veraz sobre la mercancía que transporta (Noa Shenkar & David Rosen, 2018; Miguel Monteiro, Luís Reino, Maria Teresa Ferreira, Franz Essl, Anna Schertler & César Capinha, 2022). En efecto, la palabra cuarentena se originó en una palabra italiana «Quarantina», que significa "Alrededor de 40". La existencia de este término se originó en torno a la llegada de la peste negra en Europa en el siglo XIV. El período de incubación de la enfermedad fue de aproximadamente 40 días, por tanto, esta duración se implementó en los barcos que transportaban material sospechoso. En consecuencia, se tomaron medidas de precaución cuando se sospechara sobre el material encontrado en el barco o puerto, al denegar la entrada o el acceso. Esta práctica ayudó, actualmente se aplica, en la prevención de la entrada y propagación de enfermedades desconocidas en los países de destino.

Efecto Colateral

La invasión biológica generada por los "vertidos biológicos", "bioflujo global" es un término común, pero ambiguo, que se refiere a la expansión del rango geográfico de especies no nativas hacia nuevas áreas fuera de su rango de distribución nativo, derribando barreras biogeográficas, donde llegaron por la actividad humana, ya sea deliberada o accidentalmente; la mayoría de las especies exóticas se introdujeron solo después de la mejora del transporte marítimo desde alrededor del año 1500 d. C; las tasas a las que las especies han eludido las barreras naturales e invaden nuevos continentes aumentaron dramáticamente después de la globalización. Los principales componentes de este fenómeno es el volumen creciente de cargas y personas transportadas, mayor eficiencia y velocidad de los modos de transportes, avances tecnológicos y acuerdos comerciales.

Las especies exóticas (especies transportadas a áreas donde no son nativas a través de la injerencia humana) se establecen en ecosistemas o hábitats naturales o seminaturales, es un agente de cambio y amenaza la diversidad biológica nativa, una sola especie invasora puede causar una disminución del 16,6 % en la riqueza de especies, llegan con el transporte de mercancías contaminadas, como polizones en un vector de transporte para luego propagarse; los contenedores marítimos vacíos, temporalmente fuera de uso, suelen contener plagas (Pyšek, Petr; Hulme, Philip E.; Simberloff, Dan; Bacher, Sven; Blackburn, Tim M.; Carlton, James T.; Dason; Liebhold, Andrew M.; Mandrak, Nicholas E.; Meyerson, Laura A.; Pauchard, Anbal; Pergl, Jan; Roy, Helen E.; Seebens, Hanno; Kleunen, Mark; Vilà, Montserrat; Wingfield, Michael J. & Richardson David M., 2020) Cuanto mayor sea el comercio internacional, mayor será el número de especies exóticas invasoras especies que viajan discretamente a bordo de contenedores marítimos; es un componente significativo del cambio ambiental global causado por el hombre, responsable de efectos nocivos dramáticos sobre la biodiversidad y de grandes costos económicos.

La economía y el comercio han estado implicados en la propagación de especies invasoras. Muchas de estas especies tienen grandes impactos económicos y sociales; de manera preocupante, las tasas de introducción y establecimiento de especies exóticas están aumentando y no muestran signos de disminuir; un análisis global de las amenazas de las especies invasoras sugirió que una sexta parte de la superficie terrestre de la Tierra es muy susceptible a la invasión.

particularmente en los países en desarrollo donde la infraestructura para responder podría ser limitada o inexistente (Rojas-Sandoval, J., Ackerman, J. D., & Tremblay, R. L., 2020; Ross N. Cuthbert, Angela C Bartlett, Anna J Turbelin, Phillip J Haubrock, Christophe Diagne, Zarah Pattison, Franck Courchamp & Jane A Catford, 2021); las invasiones biológicas seguirán siendo altas en los países ricos y ya muy invadidos.

En efecto, el cambio climático global no solo promueve una mayor propagación de las invasiones de plantas, sino que también reduce capacidad para manejarlas, a través de la reducción de la eficacia de los herbicidas y otros métodos (Bonnamour, et al, 2021).

En efecto, el crecimiento de los volúmenes manejados en las CGS, en particular por medio de contenedores marítimos, ha sido especialmente marcada desde la década de 1990 debido al aumento de las exportaciones a raíz de la rápida industrialización en los países en desarrollo economías y la deslocalización masiva de la fabricación, particularmente en China. En la actualidad, existen más de 100000 buques mercantes de comercio internacional, que transportan todo tipo de carga. La flota mundial está registrada en más de 150 países y tripulada por más de un millón de navegantes de casi todas las nacionalidades. El cambio climático ha incrementado las incursiones de las plagas en lugares donde antes no se habían detectado y donde ahora se desarrollan, prosperan y proliferan (Nnadi NE & Carter DA, 2021; Rai, R.K., Shrestha, L., Joshi, S. & Clements, D.R., 2022). Los cambios en la temperatura global, la humedad, la luz y el viento son los segundos impulsores en la dispersión de las plagas, junto al comercio internacional y, en especial el transporte de mercancías en contenedores marítimos.

Un análisis de 110000 contenedores vacíos que arribaron a Nueva Zelanda en los últimos cinco años reveló que uno de cada 10 presentaba contaminación fitosanitaria exteriormente, el doble de la tasa de contaminación interior (Rebecca Epanchin-Niell, Carol McAusland, Andrew Liebhold, Paul Mwebaze & Michael R. Springborn, 2021). Entre las plagas halladas, entre otras, la oruga lagarta, el caracol gigante africano, hormigas argentinas, el chinche apestoso marrón marmolado, semillas de plantas invasoras, nematodos y fitopatógenos. Según cifras de la ONU, las plagas y enfermedades de las plantas son responsables de la pérdida de hasta el 40 % de los cultivos agrícolas del mundo, lo que provoca anualmente pérdidas comerciales de 22000 millones de dólares.

El mayor “vertido biológico”, “bioflujo global” de todos los tiempos se produjo cuando un microorganismo eucariota, similar a un hongo y llamado «*phytophthora infestans*» —el nombre proviene del griego y significa “destructor de plantas”— zarpó desde América hacia Bélgica. A los pocos meses llegó a Irlanda, desencadenando una plaga de la papa que provocó una mortífera hambruna y migración masiva de la población (Walker, Tony R., 2019). En Roma, las autoridades municipales intensifican su campaña anual contra el mosquito tigre, una especie invasora que llegó por buque a Albania en los años 70. El mosquito tigre, conocido por sus agresivas picaduras, es una de las especies de mosquitos más invasivas, prolifera actualmente en Italia y el cambio climático global le ha facilitado que colonice zonas de Europa septentrional.

Se sabe que las flores de corte, en su mayoría originarias de América Latina, a menudo están contaminadas con especies exóticas, y representan un ejemplo en el que el comercio actúa como un impulsor directo de las invasiones “bioflujo global”, son transportadas accidentalmente (introducciones no intencionales). Un reciente estudio (Lucardi, Rima D., Bellis, Emily S., Cunard, Chelsea E., Gravesande, Jarron K., Hughes, Steven C., Whitehurst, Lauren E., Worthy, Samantha J.; Burgess, Kevin S. & Marsico, Travis D., 2020) realizado en Europa resalta que los principales productos sobre los que llegaron las plagas fitosanitarias fueron las flores de corte (22,3 %), plantas en maceta (19,1 %), hortalizas (18,7 %), especialmente bonsáis (8,6 %). De igual manera, indica que el jacinto de agua que es originario de América del Sur se encuentra en todos los continentes, excepto en la Antártida.

Un informe (Christos G. Athanassiou, Thomas W. Phillips & Waqas Wakil, 2019; Hoyer-Tomiczek, Ute & Hoch, Gernot, 2020) sobre la cuarentena en Australia en 1996 en el que se inspeccionaron los pisos de 3000 contenedores marítimos vacíos almacenados para estimar el riesgo de cuarentena encontraron un total 7861 artrópodos al interior de los contenedores muestreados: 1174 insectos (114 familias), 72 arañas, 39 isópodos, ácaros, 25 milpiés, 16 ciempiés, 3 escorpiones y 1 garrapata. De igual forma, en Australia, recientemente han observado grandes poblaciones del escarabajo khapra sobreviviendo en contenedores marítimos (polizone).

Este escarabajo es nativo del sur de Asia, siendo una de las plagas más destructivas de granos y semillas a nivel global. Es considerado una de las 100 especies invasoras peores del mundo el rastreo preliminar realizado por las autoridades australianas indica que la contaminación de los contenedores por el escarabajo khapra sucedió algunos años antes de su detección como consecuencia del transporte de productos vegetales infectados procedentes del sur de Asia.

Investigaciones recientes señalan que el escarabajo khapra puede sobrevivir en los contenedores marítimos como polizón o plaga contaminante durante varios años, hasta 6 años, según la publicación científica (Christos G. Athanassiou et al 2019). Debido a su pequeño tamaño, su capacidad para sobrevivir sin alimentos durante periodos prolongados y su preferencia por ocupar las ranuras, el escarabajo khapra y sus larvas pueden pasar inadvertidos bajo el suelo, las fisuras y las grietas en los contenedores marítimos. La presencia de residuos de grano y otros residuos de carga de los contenedores pueden proporcionar una fuente de alimento para el escarabajo khapra, causando que se reactiven y salgan del estado fisiológico de inactividad. Cuando las condiciones son favorables, las poblaciones de escarabajo pueden aumentar rápidamente y contaminar productos, incluidos aquellos productos "no hospedantes" que se estiban en el contenedor. Los agricultores de Australia están preocupados por la inminente amenaza del escarabajo Khapra; con un desplazamiento de 200 millones de contenedores marítimos al año a nivel mundial, el riesgo de propagación de khapra a través del traslado de contenedores es real y va en aumento. Se corre el riesgo de causar daños estimados en 11000 millones de dólares (Ross N. Cuthbert, Christophe Diagne, Emma J. Hudgins, Anna Turbelin, Danish A. Ahmed, Céline Al-bert, Natalia Kirichenko, Melina Kourantidou, Andrew M. Kramer & Franck Courchamp, 2022) y la pérdida de acceso a importantes mercados de exportación de cereales para el pueblo australiano.

Se sospecha que el transporte marítimo es responsable de la introducción en los EE. UU de avispones gigantes asiáticos, coloquialmente denominados "avispones asesinos". De igual manera, La mosca linterna con manchas, originaria de China, es una amenaza latente para cultivos frutales y árboles maderables, es tan destructiva que los residentes de varios estados de la costa este de EE. UU. han recibido instrucciones de matarlas en cuanto los vean. En febrero de 1999, el presidente de los EE. UU. Bill Clinton firmó una Orden Ejecutiva 13112, que instaba a tomar medidas contra la Invasión de "Especies Biológicas Exóticas" en los Estados Unidos, lo que también encendió las alarmas en todo el mundo; Desde el año 2000, los escarabajos barrenadores asiáticos han excavado túneles en docenas de especies de árboles en California, EE. UU., transmitiendo enfermedades fúngicas infecciosas que interrumpe el flujo de agua y nutrientes, lo que provoca la mortalidad y ayuda a alimentar los incendios forestales; en 2016, la Orden Ejecutiva OE13751 del presidente Barack Obama, "Salvaguardar a la Nación de los Impactos de las Especies Invasoras", vinculó explícitamente las especies invasoras con la seguridad nacional. En 2017, la garrapata asiática de cuernos largos apareció en el este de EE. UU.; transmitió la enfermedad teileriosis al ganado vacuno, disminuyendo la producción de leche, y disminuyendo la cantidad y calidad de lana de los ovinos. La OE13751 permitió que el Congreso de EE. UU. apruebe en 2018 la Ley de Descarga Incidental de Buques.

En 2019, en los puertos de Mombasa y Malindi, Kenia, que sirven a 7 países regionales, se inspeccionaron fitosanitariamente 789 contenedores importados de 54 países. El número de contenedores vacíos inspeccionados 242; llenos inspeccionados 547; vacíos contaminados 138; llenos con contaminados 306; 57 % de contaminación fitosanitaria en contenedores vacíos; 56 % de contaminación fitosanitaria en contenedores llenos; el 5% de los contenedores inspeccionados tenían alto nivel de riesgo de contaminación fitosanitaria. Por su parte, China (Zheng Wan, Zhuangfei Shi, Anwei Nie, Jihong Chen & Zhaojun Wang, 2021; Roger Paulo Mormul, Denner Serafim Vieira, Dayani Bailly, Karina Fidanza, Valéria Flávia Batista da Silva, Weferson Júnio da Graça, Vanessa Pontara, Marcelo Leandro Bueno, Sidinei Magela Thomaz & Renio Santos Mendes, 2022) es el país con el mayor tráfico de contenedores del mundo, los contenedores manejados por China van y vienen de más de 150 países; el tráfico de contenedores en 2021 fue aproximadamente 283 millones de TEU. China enfrenta un riesgo de bioseguridad muy sombrío asociado con los contenedores marítimos. La estructura general de los contenedores de entrada y salida de China muestra una tendencia de más entradas y menos salidas; 60 % de entradas, 40 % de salida. China importa una gran cantidad de contenedores vacíos del exterior, los carga y fluyen hacia los mercados internacionales y nacionales. Los contenedores vacíos de reposicionamiento entrantes son el foco del control de riesgos de bioseguridad en China: patógenos zoonóticos, enfermedades infecciosas; enfermedades de las plantas, insectos, malas hierbas; roedores, mosquitos, moscas y cucarachas; tierra y cadáveres de animales; residuos animales y vegetales, desechos domésticos y otras sustancias nocivas.

En suma, es muy probable que muchos contenedores contaminados sigan circulando en la RGSCM y en la CGS sin que la plaga se haya detectado aún. Cuando la contaminación se detecta, frecuentemente las mercancías infectadas ya se hayan desembalado, entrado en la cadena minorista y puede que incluso estén en los hogares de los consumidores. Es posible que las instalaciones que almacenan y/o maniobran contenedores y cargas contaminadas también se encuentren infectadas. Adicionalmente, el contenedor contaminado fitosanitariamente puede que ya se haya vuelto estibar y trasladar localmente o al exterior. De hecho, la FAO advierte que el daño va mucho más allá de problemas relacionados con la agricultura y la salud humana (IPPC Secretariat, 2022). Las especies invasoras pueden obstruir los cauces fluviales y detener las centrales eléctricas. Las invasiones biológicas causan daños por valor de un 5 % de la actividad económica mundial anual, equivalente a un decenio de desastres naturales.

La gestión eficaz de los riesgos de bioseguridad asociados a los contenedores marítimos requiere de la cooperación y el apoyo de todos los integrantes y «stakeholders» de la CGS. Mantener buenas relaciones con estos grupos es fundamental para asegurar la implementación exitosa del programa de gestión de riesgos de bioseguridad asociados a los contenedores marítimos. Un contenedor marítimo no contaminado fitosanitariamente fluye entre puertos y alcanza su destino final con mayor rapidez y con menos gastos. Por tanto, la inspección de contaminación fitosanitaria debe considerarse como parte de la inspección de seguridad. Los avances en los análisis de riesgo incluyen la vinculación de información biológica, así como el uso de nuevas tecnologías para la detección y vigilancia, como el ADN ambiental. En efecto, la detección temprana es clave para reducir la influencia ecológica junto con la erradicación perjudicial y costosa, y los perros (*Canis lupus familiaris*), perros de bioseguridad, son particularmente útiles en los programas de erradicación de especies invasoras (Hoyer-Tomiczek, Ute & Hoch, Gernot, 2020; Charlotte Holmstad Arnesen & Frank Rosell, 2021), pueden detectar plagas de cuarentena; estudios han demostrado que los perros pueden usarse para detectar escarabajos, heces, plantas invasoras, artrópodos, hongos, moscas, rastros (heces, pelo), masa de huevos.

Conclusiones

Las invasiones biológicas originadas de los "vertidos biológicos", "bioflujo global" es un fenómeno a gran escala considerado después de la pérdida de hábitat, la mayor amenaza para la biodiversidad mundial. En las últimas décadas, debido al comercio global, la mejora del transporte y, en efecto, de la contenedorización, las mercancías se han movido por todo el mundo a un ritmo cada vez mayor. Como resultado de la contenedorización, "vertidos biológicos", "bioflujo global" ha aumentado significativamente, lo que ha dado lugar a un incremento sustancial en el número de plagas causadas por organismos exóticos; el cambio climático facilita la llegada de nuevos invasores y la expansión de los establecidos. La continua expansión de especies invasoras es responsable de un impacto significativo en la biodiversidad. Hoy día, la expansión y aceleración de las invasiones biológicas es un problema ecológico a escala planetaria equivalente a algunos de los problemas ambientales bien conocidos, como el cambio climático global.

Las invasiones biológicas, "vertidos biológicos", "bioflujo global", son sinónimo del comercio internacional, y en efecto, del transporte marítimo global de mercancías. Entre los factores impulsores directos, a saber:

- Apertura de nuevas rutas comerciales; cientos de especies marinas en el Océano Índico occidental y el Mar Rojo lograron atravesar el Canal de Suez y establecer poblaciones exóticas en el Mar Mediterráneo con consecuencias negativas considerables para las especies nativas. En solo cuatro años después de la expansión del canal de Panamá, 2020, el monitoreo a largo plazo ha registrado la presencia de 11 nuevas especies de peces marinos en el lago Gatún.
- Velocidad de la red de transporte marítimo. Los tiempos de incubación de los microorganismos son menos prolongados y los síntomas de enfermedades son menos evidentes en las mercancías transportadas.

- Intercambio de agua de lastre de los buques al arribo y zarpe en los diferentes puertos del mundo. La transferencia de agua de lastre (se utiliza para estabilizar los buques en el mar) conlleva microorganismos e invertebrados de la fauna marina. Se han introducido un gran número de especies exóticas a los mares costeros, estuarios y aguas dulces hasta el punto de que el movimiento global de agua de lastre es ampliamente reconocido como una de las principales causas de las invasiones acuáticas en todo el mundo. En la actualidad se estima que en todo el mundo más de 7000 especies marinas viajan en las más de 4 millones de toneladas de agua de lastre que se movilizan a diario por el transporte marítimo mundial.
- Transporte refrigerado. La refrigeración logra que el producto llegue a mercados distantes, permitiendo que arácnidos (en embarques de bananos, bicicletas, partes de tractores y botes), insectos y enfermedades transiten por el mundo; muchas larvas de insectos pueden sobrevivir durante varios meses a 4 °C; los envíos internacionales de frutas, hortalizas y flores de corte son a menudo responsables de la mayoría de las intercepciones de especies exóticas en las fronteras internacionales
- Contenedor marítimo. Los contenedores marítimos se han convertido en “una amenaza flotante”, al propagar plagas y enfermedades a nivel global. El comercio internacional es el vector, los contenedores marítimos el vehículo. Como media global, todo el comercio mundial tiene lugar entre ubicaciones separadas por más de 3000 km, por tanto, no es raro que las mercancías transportadas desde países distantes estén asociadas con especies exóticas, plagas fitosanitarias, invasiones biológicas, “vertidos biológicos”, “bioflujo global”.

En efecto, la contenedorización de mercancías es ampliamente considerada como un impulsor directo de invasiones biológicas, que afectan tanto el ecosistema mundial como la biodiversidad local. Esto, ya que con bastante frecuencia especies exóticas se introducen involuntariamente como contaminantes de los productos comercializados y/o como polizontes en los contenedores marítimos que transitan a nivel global. Dado el aumento en el volumen de la carga, así como la geografía cambiante del comercio internacional, parece sensato suponer que las invasiones biológicas seguirán introduciéndose, con un potencial sin precedentes, a través de las importaciones de productos básicos a un ritmo igual, si no mayor, que el que experimenta la contenedorización de mercancías en tiempo real. El comercio y el transporte son mecanismos que impulsan la introducción de plagas fitosanitarias. Si bien el cambio climático global altera el área de distribución natural de las especies invasoras, el crecimiento del comercio afecta el número y la frecuencia de las nuevas introducciones y, por tanto, la probabilidad de que las especies se establezcan y propaguen.

Declaración sobre conflicto de interés:

El autor del presente documento manifiesta ser independiente con respecto a instituciones financiadoras y de apoyo, y que durante la redacción del manuscrito no han recibido ningún tipo de financiamiento y no han incidido intereses o valores distintos a los que usualmente tiene la investigación

Referencias Bibliográficas

- Bonnamour, A., Gippet, J. M. W., & Bertelsmeier, C (2021). *Insect and Plant Invasions Follow Two Waves of Globalisation*. *Ecology Letters*
<https://doi.org/10.1111/ele.13863>
- Chapman, Daniel; Purse, Bethan V.; Roy, Helen E. & Bullock, James M. (2017). *Global Trade Networks Determine the Distribution of Invasive Non-Native Species*. *Global Ecology and Biogeography*, <https://doi.org/10.1111/geb.12599>
- Charlotte Holmstad Arnesen & Frank Rosell. (2021). *Pest Detection Dogs for Wood Boring Longhorn Beetles*. *Scientific Reports*
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-96450-0>
- Christos G. Athanassiou, Thomas W. Phillips & Waqas Wakil. (2019). *Biology and Control of the Khapra Beetle, Trogoderma Granarium, a Major Quarantine Threat to Global Food Security*. *Annual Review of Entomology*, Vol.64:131-148
<https://doi.org/10.1146/annurevento-011118-111804>
- Franck Ouessou Idrissou, Qiang Huang, Orlando Yañez & Peter Neumann. (2019). *International Bees-wax Trade Facilitates Small Hive Beetle Invasions*. *Sci Rep* 9, 10665.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-47107-6>
- Hoyer-Tomiczek, Ute & Hoch, Gernot (2020). *Progress In the Use of Detection Dogs for Emerald Ash Borer Monitoring*. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, cpa001.
<https://doi.org/10.1093/forestry/cpa001>
- Hulme, Philip E. (2021). *Unwelcome Exchange: International Trade as A Direct and Indirect Driver of Biological Invasions Worldwide*. *One Earth*,
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.015>
- ICA (2016). Resolución 15 del 17 febrero de 2016, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Pp. 52
<https://www.dian.gov.co/aduanas/oea/inicio/marconormativo/Resoluci%C3%B3n%20No%20000015%20del%2017%20de%20febrero%20de%202016.pdf>
- ICA (2016). Resolución 67 del 20 de octubre de 2016, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Pp.20
<https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Resoluci%C3%B3n%20000067%20de%2020-10-2016.pdf>
- IPPC Secretariat. (2022). *Final Report of the Sea Containers Task Force*. Rome, *FAO on behalf of the International Plant Protection Convention*. Pp. 52, ISBN:978-92-5-136063-7,
<https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9533>
- Lichtenberg, E., & Olson, L. J. (2020). *Tariffs and the Risk of Invasive Pest Introductions in Commodity Imports: Theory and Empirical Evidence*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 101, 102321.
<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102321>

Lucardi, Rima D., Bellis, Emily S., Cunard, Chelsea E., Gravesande, Jarron K., Hughes, Steven C., Whitehurst, Lauren E., Worthy, Samantha J.; Burgess, Kevin S. & Marsico, Travis D. (2020). *Seeds Attached to Refrigerated Shipping Containers Represent a Substantial Risk of Nonnative Plant Species Introduction and Establishment*. Scientific Reports, 10(1), 15017.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-71954-3>

Marchioro Matteo, Battisti Andrea, Faccoli Massimo & Phillips Thomas. (2020). *Light Traps in Detection of Insect Alien Species*. Journal of Economic Entomology. toaa098.
<https://doi.org/10.1093/jee/toaa098>

Miguel Monteiro, Luís Reino, Maria Teresa Ferreira, Franz Essl, Anna Schertler & César Capinha.(2022). *Patterns and Drivers of The Global Diversity of Non Native Macrofungi*, Volume 28 Issue 10;2042-2055
<https://doi.org/10.1111/ddi.13607>

Nnadi NE & Carter DA (2021) Climate Change and The Emergence of Fungal Pathogens. PLoS Pathog 17(4): e1009503.
<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009503>

Noa Shenkar & David Rosen. (2018). *How Has the Invention of The Shipping Container Influenced Marine Bioinvasion?* Management of Biological Invasions (2018) Volumen 9, Issue 3: 187-194.
<https://doi.org/10.3391/mbi.2018.9.3.02>

Philip E. Hulme; (2021). *Unwelcome Exchange: International Trade as a Direct and Indirect Driver of Biological Invasions Worldwide*, *Invasions Worldwide One Earth*,
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.015>

Pyšek, Petr; Hulme, Philip E.; Simberloff, Dan; Bacher, Sven; Blackburn, Tim M.; Carlton, James T.; Dason; Liebhold, Andrew M.; Mandrak, Nicholas E.; Meyerson, Laura A.; Pauchard, Anibal; Pergl, Jan;

Roy, Helen E.; Seebens, Hanno; Kleunen, Mark; Vilà, Mónica; Tscharntke, Michael J. & Richardson, David M. (2020). *Scientists' Warning on Invasive Alien Species*. Biol. Rev. 95, 1511-1534. <https://doi.org/10.1111/brev.12627>

Rai, R.K., Shrestha, L., Joshi, S. & Clements, D.R. (2022). *Biotic and Economic Impacts of Plant Invasions*. In: Clements, D.R., Upadhyaya, M.K., Joshi, S., Shrestha, A. (eds) Global Plant Invasions. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3030-89684-3_14

Rebecca Epanchin - Niell, Carol McAusland, Andrew Liebhold, Paul Mwebaze & Michael R. Spring (2021). *Biological Invasions and International Trade: Managing a Moving Target*. Review of Environmental Economics and Policy,
<https://doi.org/10.1086/713025>

Roger Paulo Mormul, Denner Serafim Vieira, Dayani Bailly, Karina Fidanza, Valéria Flávia Batista da Silva, Weferson Júnio da Graça, Vanessa Pontara, Marcelo, Leandro Bueno, Sidinei Magela Thomaz & Renio Santos Mendes. (2022). *Invasive Alien Species Records Are Exponentially Rising Across the Earth*. Biol Invasions 24, 3249 -3261
<https://doi.org/10.1007/s10530-022-02843-1>

Rojas - Sandoval, J., Ackerman, J. D., & Tremblay, R. L. (2020). *I sland Biogeography of Native and Alien Plant Species: Contrasting Drivers of Diversity Across the Lesser Antilles*. Diversity and Dis
<https://doi:10.1111/ddi.13139>

Ross N Cuthbert, Angela C Bartlett, Anna J Turbelin, Phillip J Haubrock, Christophe Diagne, Zarah Pattison, J Haubrock, Christophe Diagne, Zarah Pattison, Franck Courchamp & Jane A Catford. (2021). *Economic Costs of Biological Invasions in the United Kingdom*. NeoBiota, Pensoft Publishers, 67, pp.299328
<https://doi.org/10.3897/neobiota.67.59743>

Ross N. Cuthbert, Christophe Diagne, Emma J. Hudgins, Anna Turbelin, Danish A. Ahmed, Céline Al - bert, Natalia Kirichenko, Melina Kourantidou, Andrew M. Kramer & Franck Courchamp. (2022). *Biological Invasion Costs Reveal Insufficient Proactive Management Worldwide*, Science of The Total Environment, Volume 819,
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153404>

Simon J. McKirdy, Simon O'Connor, Melissa L. Thomas, Kristin L. Horton, Angus Willia ms, Darryl Hardie, Grey T. Coupland & Johann van der Merwe. (2019). *Biosecurity Risks Posed by A Large Sea -Going Passenger Vessel: Challenges of Terrestrial Arthropod Species Detection and Eradica - tion*. Sci Rep 9, 19339
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-55554-4>

Walker, Tony R. (2019). *World Seas: An Environmental Evaluation || Environmental Effects of Marine Transportation*. 505-530.
<https://doi:10.1016/B978-012-805052-1.00030-9>

Wiedmann, T. & Lenzen, M. (2018). *Environmental And Social Footprints of International Trade* Na-ture Geosci 11,314-321.
<https://doi.org/10.1038/s41561-018-0113-9>

Zheng Wan, Zhuangfei Shi, Anwei Nie, Jihong Chen & Zhaojun Wang. (2021). *Risk Assessment of Marine Invasive Species in Chinese Ports Introduced by The Global Shipping Network*, Marine Pollution Bulletin, Volume 173, Part A, 112950,
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112950>

INDUSTRIA 4.0 IMPACTA LA LOGÍSTICA INVERSA

INDUSTRY 4.0 IMPACTS REVERSE LOGISTICS

Xiomara Daniela Velásquez Monroy¹ 

¹Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Colombia, **Email:** xiomara.velasquez@ica.gov.co

Para citar este artículo: Velasquez Monroy, X.D, (2023). Industria 4.0 impacta la logística inversa. Revista Loginn: Investigación Científica y Tecnológica, *Loginn* 7 (1).

<https://orcid.org/0000-0003-4264-1247>

Recibido: 19 de noviembre 2022

Aceptado: 29 de junio de 2023

Publicado en línea: junio 30 de 2023

Palabras clave:

Industria 4.0;
Cadena de Suministro;
Economía Circular;
Logística Inversa 4.0;
Sostenibilidad.

Resumen

El creciente enfoque en el desarrollo sostenible, la economía circular y regulaciones ambientales más estrictas han requerido que las empresas y organizaciones que integran las cadenas de suministro asuman la responsabilidad de todo el ciclo de vida de sus productos. Esto, con el objeto de maximizar la recuperación del valor restante de los productos al final de su uso y de su vida útil, a través del diseño, operación, control, y mantenimiento económico y eficientemente del flujo logístico inverso de sus productos, desde los clientes hacia fabricantes y proveedores iniciales, con el apoyo de operaciones logísticas de recolección y reciclaje con el objeto de preservar el valor y la utilidad de los materiales en el mayor tiempo posible, generando ganancias significativas en la cadena de valor. Sin embargo, la logística inversa tradicional no puede hacer frente a los requisitos de las cadenas de suministros modernas y requiere la implementación de tecnologías disruptivas de la Industria 4.0, lo que la haría más eficiente, con procesos de redistribución más limpios, con objetivos de sostenibilidad afines a la economía circular. Las tecnologías disruptivas de la industria 4.0 conducen a mejoras de la sostenibilidad empresarial e introducen importantes soluciones innovadoras en la logística inversa.

JEL:

F18; J20;
L81; O10;
Q53

Keywords:

Industry 4.0;
Supply Chain;
Circular Economy;
Reverse Logistics 4.0;
Sustainability.

Abstract

The increasing focus on sustainable development, the circular economy and stricter environmental regulations have required companies and organizations that make up supply chains to take responsibility for the entire life cycle of their products. This, in order to maximize the recovery of the remaining value of the products at the end of their use and useful life, through the economical and efficient design, operation, control, and maintenance of the reverse logistics flow of their products, from the customers to initial manufacturers and suppliers, with the support of collection and recycling logistics operations in order to preserve the value and usefulness of materials for as long as possible, generating significant gains in the value chain. However, traditional reverse logistics cannot cope with the requirements of modern supply chains and requires the implementation of disruptive Industry 4.0 technologies, which would make it more efficient, with cleaner redistribution processes, with sustainability goals. related to the circular economy. The disruptive technologies of Industry 4.0 lead to improvements in business sustainability and introduce important innovative solutions in reverse logistics.

Introducción

La Logística Inversa (LI) es un tipo de Cadena de Suministro (CS) cuyo intención es optimizar el flujo logístico de retornos/devoluciones de productos (bienes), desde el punto de consumo hasta el punto de origen con el objeto de planificar, implementar y controlar de manera eficiente y efectiva la adecuada eliminación de materiales, productos finales e inventarios, o recuperación de su valor a través de la reventa, reacondicionamiento, reparación, refabricación o reciclaje (Marta Starostka-Patyk & Paulina Grunt, 2022). En consecuencia, la Economía Circular (EC), al ser una economía industrial restaurativa y regenerativa, a fin con la LI, tiene como objeto preservar la usabilidad y el valor de los productos terminados, componentes y materias primas en todo momento; transforma el proceso de la cadena de valor lineal hacia adelante (tomar, fabricar y desechar) en la CS mediante la introducción de procesos de recuperación, remarketing, reutilización, refabricación y reciclaje, convirtiéndose así en una opción prometedora para concebir el desarrollo sostenible. Por tanto, la LI está fuertemente arraigada en el paradigma de la EC. Comparten los mismos requisitos de sostenibilidad y principios técnicos basados en la restauración y circularidad de los materiales. La LI permite la circularidad de los flujos de retornos dentro de la CS con el objeto de recuperar el valor de los productos y/o extraer el valor de los materiales.

La LI incluye los reflujos de devoluciones y retiros, que se pueden revender, reutilizar, reparar, reacondicionar o remanufacturar, y los desechos, que se pueden reciclar o eliminar. Desde una perspectiva operativa, la LI requiere la gestión de inventarios de productos devueltos o materiales desechados, mientras que desde una perspectiva circular, la LI representa una oportunidad para reducir los impactos ambientales de todo negocio. Si todos los bienes devueltos se gestionan de manera adecuada y eficiente, las empresas pueden aumentar sus ganancias (Marta Starostka-Patyk et al., 2022). El producto devuelto que se recibe a través de la LI se clasifica en tres categorías: revenderlo directamente, restaurarlo y/o reciclarlo, lo que ayuda a aumentar los factores de sostenibilidad y disminuir el impacto negativo en el medio ambiente; las categorizaciones adecuadas de los productos devueltos y sus movimientos circulares con la economía ayudan a lograr el desarrollo de objetivos de la EC en la CS.

Cadena de Suministro Sostenible

La sostenibilidad de la CS se refiere a los esfuerzos de las empresas y organizaciones para abordar los impactos ambientales y durante el transporte, almacenamiento y distribución de sus productos a través de la Cadena de Valor (CV), desde el abastecimiento de materias primas, la fabricación, el almacenamiento, la distribución y todas las conexiones de transporte intermedias. La adopción de prácticas de sustentabilidad no solo mejora el desempeño ambiental y social de una organización y el desempeño de la CS, sino que también le permite adquirir un nuevo conjunto de competencias que pueden ayudarla a obtener una ventaja competitiva. La LI ha contribuido significativamente a los ingresos y la sostenibilidad de las empresas y organizaciones (Umar, M., Khan, S.A.R., Zia-ul-haq, H.M., Yusliza, M.Y. & Farooq, K., 2022). La LI comienza donde termina el flujo logístico directo de la CS, hacia adelante, es decir, el flujo logístico inverso de la gestión de la CS.

Según estudios, el 42 % de todos los artículos electrónicos ordenados en línea se devuelven a través de las redes de LI. Siendo una cantidad enorme para cualquier empresa en el actual entorno competitivo. Las devoluciones son inevitables para cualquier empresa y son un componente crucial para decidir el costo del producto. Lo anterior, debido a que la plataforma de comercio electrónico B2C carece de un sistema de logística hacia adelante y hacia atrás para la entrega de productos electrónicos nuevos y para la recolección de productos devueltos por los clientes (Dhirendra Prajapati, Saurabh Pratap, Mengdi Zhang, Lakshay & George Q. Huang., 2022).

Si todos los bienes devueltos se gestionan de manera adecuada y eficiente, las empresas pueden aumentar sus ganancias. El producto devuelto que se recibe a través de la LI y se clasifica en categorías: revender directamente, restaurar y/o reciclarlo; lo que ayuda a aumentar los factores de sostenibilidad y disminuir el impacto negativo en el medio ambiente (Marco Simonetto, Fabio Sgarbossa, Daria Battini & Kannan Govindan, 2022); las categorizaciones adecuadas de los productos devueltos y sus movimientos circulares contribuyen con el desarrollo de objetivos de la EC. En efecto, lograr los objetivos de desarrollo de la EC y la sostenibilidad, es necesario presentar modelos de optimización que incorporen un sentido comercial efectivo y que cumplan con los requisitos de la CS, incluida la reventa, la restauración y el reciclaje.

Economía Circular

La naturaleza de la EC se define como actividades económicas basadas en los tres principios de Reducir-Reutilizar-Reciclar. La utilización de recursos, la ecoeconomía, la ecoeficiencia, los diseños sostenibles, la fabricación ajustada y la gestión del ciclo de vida del producto pueden considerarse planes de acción para una EC. La EC (Krsti?, Mladen, Giulio Paolo Agnusdei, Pier Paolo Miglietta, Snežana Tadi? & Violeta Roso, 2022). representa cero emisiones, cero residuos, por lo que los subproductos o productos dañados generados en el proceso de fabricación y los materiales que ya no se consideran necesarios se reciclan y no se relegan a residuos, sino que sirven como materia prima para un nuevo ciclo de producción. En respuesta a las necesidades de la ecoeconomía, las empresas deben establecer un modelo circular para reemplazar el modelo lineal anterior de Fabricación-Desperdicio (es decir, extracción, producción y eliminación) y maximizar el uso de recursos a través de la reutilización de materiales, lo que implica establecer una CS sustentable (Navin K. Dev, Ravi Shankar & Fahham Hasan Kaiser, 2020). Como modelo económico basado en los principios de regeneración y restauración, la EC es una alternativa viable para concebir el desarrollo sostenible. La necesidad de reutilizar residuos y productos contribuyó al desarrollo del concepto de EC.

De hecho, la EC, es conocida como economía libre de residuos, pues permite conservar el valor añadido de los productos durante el mayor tiempo posible y ayuda a minimizar la cantidad de residuos. Cuando el ciclo de vida del producto llega a su fin, los recursos en el CV se conservan, lo que les permite ser reutilizados muchas veces de forma productiva, creando así otro valor. La transición a una EC requiere tanto la introducción de cambios en las empresas y organizaciones en todas las etapas de la CS como la orientación hacia un nuevo comportamiento del consumidor (Emilia Taddei, Claudio Sassanelli, Paolo Rosa & Sergio Terzi., 2022). Sin embargo, para gerenciar la CV orientada a la EC, las empresas y organizaciones necesitan asegurarse de administrar las operaciones de recuperación y remarketing respaldadas por el departamento de LI. La EC y LI tienen enfoques similares, las dos se preocupan por aspectos económicos y ambientales; componentes clave de cualquier empresa para hacer que sea rentable y competitiva en el mercado global. La EC propone que la LI debe diseñarse más allá de la CS de una empresa, y no restringida a operaciones de recolección y reciclaje de residuos para preservar el valor y la utilidad del material en el mayor tiempo posible, además de generar ganancias significativas en la CV.

En la EC, el diseño adecuado se centra en encontrar soluciones para evitar la eliminación de residuos en vertederos y facilitar el desmontaje y la reutilización. Cuando los materiales pueden reclasificarse o reutilizarse como materias primas para otros productos, dichos productos de diseño pueden reutilizarse, reciclarse y la energía renovable puede utilizarse como fuente principal de energía, reduciendo así la dependencia de la energía de combustibles fósiles, y aumentando la adaptabilidad y flexibilidad de la economía (Xiaoyu Yan, Weihua Liu, Ming K. Lim, Yong Lin & Wanying Wei., 2022) En cuanto a mantener el valor económico de los productos y sus componentes al Final De su Uso (FDU) y al Final de su Vida Útil (FVU) durante más tiempo mediante la reutilización/reparación/restauración/refabricación/reutilización del producto o sus componentes, requiere de estrategias de aceptación en el mercado, que la LI funcione bien, que se rentable corporativamente y de modificaciones de los modelos de negocio.

De igual forma, en la EC, los productos reutilizados deben conservar en la medida de lo posible sus funciones y condiciones de uso originales. En el caso de reventa de bienes de segunda mano, solo se cambia el propietario del producto sin afecta el valor económico de este. Para extender la vida útil del producto y aumentar su valor económico requiere de un proceso integral y efectivo de devolución y mantenimiento de alerta temprana (Ana Beatriz Lopes de Sousa Jabbour, Charbel Jose Chiappetta Jabbour, Tsan-Ming Choi & Hengky Latan, 2022). En cuanto a la restauración de productos defectuosos, que a menudo requiere el reemplazo de piezas defectuosas, la gestión de piezas de repuesto requiere ser administrada adecuadamente para que la reparación, la restauración y la refabricación sean factibles.

En la CS, la aplicación de la circularidad se basa en: extender la durabilidad de los productos o aumentar el número de ciclos de refabricación, reparación, reacondicionamiento y reciclaje, y en extender el tiempo de almacenamiento del material. Por tanto, los sistemas de producción deben ser reconsiderados (Bag, Surajit; Yadav, Gunjan; Wood, Lincoln C.; Dhamija, Pavitra; Joshi, Sudhanshu, 2020; Konstantinos Voulgaridis, Thomas Lagkas & Panagiotis G. Sarigiannidis, 2022), para permitir procesos de producción más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, es decir, de 3R (reducir, reutilizar, reciclar), a 6R (reutilizar, reciclar, rediseñar, remanufacturar, reducir, reciclar) y pasa a 10R (rechazar, repensar, reducir, reutilizar, reparar, reacondicionar, remanufacturar, reutilizar, reciclar y recuperar) (Cagno, Enrico, Alessandra Neri, Marta Negri, Carlo Andrea Bassani & Tommaso Lampertico, 2021) con el objeto de generar más ganancias para las empresas y organizaciones.

En general, La CS está asociada al consumo de recursos y generación de residuos para atender al cliente final y gestionar las pérdidas inherentes a los productos al FDU/FVU (Surajit Bag, Gunjan Yadav, Lincoln C. Wood, Pavitra Dhamija & Sudhanshu Joshi, 2020). Cada segmento de la CS, desde la obtención de materias primas hasta la gestión al FDU/FVU de los productos, contribuyendo a la circularidad general de la CS; la economía global actualmente es solo 9 % circular. Este hecho significa que los actuales sistemas de producción y consumo son incapaces de restaurar el valor de los recursos naturales que se consumen para producir bienes a lo largo de la CS y la CV.

Logística Inversa

La logística directa se define como la interrelación dinámica de los siguientes flujos: a) Flujo de productos, materias primas y componentes que se mueven desde aguas arriba (proveedor/fabricante) hasta aguas abajo (cliente/consumidor); b) Flujo de información y dinero en efectivo que viaja de aguas abajo hacia aguas arriba; c) Flujo de la demanda y de riesgos que se mueven dinámicamente en ambos sentidos (aguas arriba/aguas abajo; aguas abajo/ aguas arriba); d) Flujo de retornos/ devoluciones que se mueve de aguas abajo (cliente/consumidor) hacia aguas arriba (proveedor/fabricante) (Marta Starostka-Patyk, 2021). En palabras simples, la logística directa solo entrega productos a los segmentos posteriores de la CS. En la logística directa (Pamal R. Nanayakkara, Madushan Madhava Jayalath, Amila Thibbotuwawa & H. Niles Perera, 2022), por lo general, se pronostican las ventas futuras, los productos se envían a los centros de distribución y, finalmente, las mercancías llegan a los puntos de venta minorista para los clientes finales. Sin embargo, en la LI tiene mucha menos visibilidad y coordinación entre los integrantes de la CS, es muy reactiva.

En la LI (Marta Starostka-Patyk et al., 2022), las empresas no inician su actividad como resultado de una planificación y decisión, sino como respuesta a acciones a través de canales posteriores (cliente/consumidor. Así, la LI se ha visto como una logística que va en la dirección equivocada; no debería ser el caso, pues es un desafío controlar las actividades de LI sin la participación de los segmentos posteriores de la CS, , incluidos los clientes, consumidores, minoristas y distribuidores. La mayoría de las veces, los consumidores devuelven los productos a un minorista para su reparación, refabricación o reciclaje. No obstante, el minorista conserva estos productos/artículos durante mucho tiempo, con el objeto de hacer un solo un envío (consolidado) y luego poder enviar al distribuidor; el distribuidor también se toma un tiempo para que sea un solo envío consolidado y significativo. Finalmente lo envía a los fabricantes; todos estos procedimientos, por lo general toman meses.

Por tanto, la LI se refiere al papel fundamental de la logística en la devolución de mercancías, el reciclaje, la reutilización de materiales, la reducción de fuentes, la sustitución de materiales, la restauración, la eliminación de desechos, la refabricación y la reparación (Khan, S.A., Laalaoui, W., Hokal, F., Tareq, M. & Ahmad, L., 2022). Estudios indican que una de cada cinco toneladas de material que fluye a través de las redes de retorno son residuos, por esto, antes de establecer los flujos logísticos inversos, las empresas y organizaciones que integran la CS deben asegurarse de que los productos puedan reutilizarse, remanufacturarse, repararse o reciclarse.

De nada sirve recuperar un producto si no se puede recuperar su valor. Por tanto, la gestión de LI, por su naturaleza, está relacionada con acciones a nivel estratégico y operativo, ya que el propósito de la gestión no es solo la recuperación de valor, sino también la generación de valor. En efecto, la LI consiste en gestionar la circulación de residuos (productos dañados y no dañados) y toda la información relacionada con estos. Se trata de actividades desde el lugar de origen hasta el lugar de procesamiento de residuos (reciclado), por lo que incluye la planificación, ejecución y control del flujo de materiales, mercancías y productos finales. En otras palabras, la LI es la fuerza impulsora de los flujos circulares de materiales, ya que promueven su retorno a la CS para la extracción de valor

De hecho, la LI se centra en la Recuperación de Valor de los Productos (RVP) al FDU/FVU, así como del debido tratamiento de los no reciclables, siendo el proceso central de la recuperación de valor y recuperación de material de los productos al FDU/FVU; ganando importancia creciente como estrategia comercial rentable y sostenible. En consecuencia, las operaciones logísticas de la LI consisten en la recolección de productos al FDU/FVU, de clientes y usuarios finales, la inspección, clasificación, desmontaje y/o preprocesamiento apropiados (Lars Kintscher, Sebastian Lawrenz, Hendrik Poschmann, & Priyanka Sharma, 2020), la distribución de diferentes productos, partes y componentes a las instalaciones respectivas para el tratamiento adecuado, planificación y programación de operaciones y el transporte a las instalaciones. Configurar un sistema de LI para la gestión eficaz de estas operaciones requiere una adecuada toma de decisiones a nivel estratégico, táctico y operativo.

Sin embargo, en la práctica, la RVP a través de la LI puede verse drásticamente obstaculizada (Yasin Galip Gencer & Ulas Akkucuk, 2020), por factores como: el bajo margen de beneficio, la posible competencia con nuevos productos, la canibalización y no aceptación del mercado, la complejidad de gestionar flujos inversos y por las actividades de reciclaje inadecuadas que generan impactos ambientales y sociales negativos. Por tanto, el objetivo principal de la LI es maximizar la RVP al FDU/FVU a través del diseño, operación, control y mantenimiento adecuados de flujos logísticos efectivos y económicamente eficientes desde los clientes hacia los proveedores iniciales y fabricantes; y donde los no reciclables deben eliminarse/desecharse adecuadamente.

Finalmente, el auge y desarrollo de la LI se debe, a saber: a) el aumento de los requisitos legales en materia de protección del medio ambiente, imponiendo a las unidades económicas (segmentos de la CS) la obligación de gestionar eficazmente el producto en cada etapa de su ciclo de vida; b) aumento de los requisitos de los clientes en cuanto a la calidad de los productos, lo que aumenta el número de bienes excluidos en la distribución; c) altas existencias que caducan con el tiempo y necesitan ser procesadas para su reutilización; d) voluntad de obtener una ventaja competitiva, lo que obliga a la introducción de soluciones innovadoras, también en el ámbito de la reutilización de bienes y materiales; e) mayor concienciación de los consumidores sobre el cuidado del medio ambiente natural y la posibilidad de reciclar los productos usados (Hannan Amoozad Mahdiraji, Fatemeh Yafthiyan, Aliasghar Abbasi-Kamardi & Jose Arturo Garza-Reyes, 2022); f) falta tasa de devolución de productos usados; g) capacidad para negociar devoluciones en mercados secundarios, obteniendo así beneficios económicos; h) para alcanzar una escala suficiente y construir una LI eficaz y eficiente, las empresas deben consolidar sus flujos de retorno mediante la colaboración a lo largo de la CV del titular y las actividades adyacentes o en cascada. Los flujos de retorno suelen ser más fáciles de consolidar entre empresas que los flujos directos porque no están sujetos a las mismas restricciones de tiempo y confidencialidad.

Industria 4.0

Las tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 (I4.0) permiten a las empresas gestionar los flujos logísticos de retorno, propios de la LI, que son menos predecibles y más variables que los flujos directos (Theofilos D. Mastos, Alexandros Nizamis, Sofia Terzi, Dimitrios Gkortzis, Angelos Papadopoulos, Nikolaos Tsagkalidis, Dimosthenis Ioannidis, Konstantinos Votis, Dimitrios Tzovaras, 2021). Lo anterior, ya que los dispositivos conectados pueden rastrear la ubicación y condición de activos y recursos. Las empresas pueden saber dónde están sus activos y materiales, incluso después de que salen de la CS, y cuantificar el valor de recuperación en un nivel específico del producto (Praveen Kumar Reddy Maddikunta, Quoc-Viet Pham, Prabadevi B, N Deepa, Kapal Dev, Thippa Reddy Gadekallu, Rukhsana Ruby & Madhusanka Liyanage, 2022). Por tanto, la I4.0 ayuda a la CS: a) en la conectividad inicial para la recopilación y el análisis de datos (Abhijeet Ghadge, D.G. Mogale, Michael Bourlakis, Lohithaksha M. Maiyar & Hamid Moradlou, 2022); b) en el aumento de la creación de redes y en la digitalización y mejora de los procesos logísticos; c) en la automatización y actualización de estándares lo que conlleva a la reducción de costos; d) en la creación y desarrollo de nuevos modelos de negocios (Stephen Pettit, Yingli Wang & Anthony Beresford, 2022); e) mejora la calidad y aumenta la eficiencia aguas arriba-aguas abajo; f) en la digitalización, la automatización e integración total de la CS. Las tecnologías disruptivas más importantes de la I4.0, a saber:

Internet de las cosas (IoT): se refiere a la interconexión de redes y la capacidad de conectar millones de objetos físicos con Internet. Permite que diferentes dispositivos inteligentes puedan interconectarse, monitorearse, comunicarse y controlarse de acuerdo a protocolos de comunicación estándar para facilitar la transición de bienes, servicios e información.

Cyber-Physical System (CPS): es la integración del sistema de inteligencia computacional y elementos físicos, que permite interacciones efectivas entre el sistema y los humanos. CPS tiene como objetivo lograr un alto nivel de conectividad, inteligencia y automatización mediante la integración de componentes cibernéticos y físicos. Por tanto, el nivel de CPS determina en gran medida la implementación exitosa de la I4.0.

Análisis Big Data: es la capacidad analítica de última generación para procesar con alta velocidad, alta complejidad y gran variedad un gran volumen de datos dinámicos. Las estrategias y operaciones de una empresa o un sistema pueden evaluarse continuamente a través de análisis de datos masivos para obtener información crítica con el objeto de mejorar la planificación comercial y toma de decisiones.

Inteligencia Artificial (AI): se refiere a los sistemas y aplicaciones informáticas que realizan tareas que necesitan inteligencia humana, y también tiene la capacidad de aprender y mejorar el pensamiento, la percepción y la acción a través del entrenamiento a partir de datos y algoritmos. Los algoritmos de IA se utilizan ampliamente en muchas áreas, por ejemplo, enrutamiento, gestión de tráfico, mantenimiento y seguridad.

Tecnologías en la Nube: brindan una plataforma central para el almacenamiento y la integración de recursos de tecnología de la información (TI) configurables, que permiten el acceso a datos y recursos desde ubicaciones descentralizadas. Las tecnologías de la nube forman la arquitectura orientada a servicios que vincula los conceptos de plataforma como servicio (PaaS), software como servicio (SaaS) e información como servicio (IaaS).

Blockchain: es una forma innovadora de implementar tecnologías de registros distribuidos que cualquier persona sin una autoridad central puede programar para registrar y rastrear cualquier dato, siendo una red entre pares y una forma no destructiva de rastrear los cambios de datos a lo largo del tiempo.

Robots Autónomos: son inteligentes y capaces de autoorganizarse, autoevaluarse y tomar decisiones para ejecutar varias tareas sin instrucciones humanas. Puede tener varios tamaños y formas, así como diferentes niveles de autonomía, movilidad e inteligencia.

Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV): comúnmente conocido como dron, es un dispositivo volador que no requiere un piloto humano a bordo. Suele estar pilotado por control remoto o por un control combinado con programación informática.

Fabricación Aditiva-Impresión 3D: es la producción por capas o fabricación generativa. Al agregar material capa sobre capa, brinda oportunidades para la producción precisa de artículos en el tamaño, la forma y el material requeridos sin desperdicios. Con la madurez tecnológica y la creciente conciencia de la sostenibilidad, 3D se ha utilizado cada vez más como elemento principal en los procesos de producción y logística.

Realidad Aumentada (RA): es la superposición de información digital generada por computadora, por ejemplo, textos, imágenes y efectos, en el mundo real, que puede interactuar con los usuarios y dar instrucciones en tiempo real de una manera fácil de usar.

Tecnologías Virtuales y Simulación: son herramientas poderosas que pueden imitar, evaluar, optimizar y controlar una entidad del mundo real o un sistema en su representación digital en un entorno libre de riesgos y rentable.

Ciberseguridad: se refiere a la protección y defensa de datos críticos, servidores y computadoras, software y otros recursos de TI de ataques cibernéticos.

Estas tecnologías (Theofilos D. Mastos, et al., 2021), no solo se utilizan para mejorar los procesos de fabricación, sino que también se aplican para mejorar la gestión de CS, la innovación y el desarrollo sostenible. Investigaciones recientes han mostrado grandes oportunidades para mejorar la sostenibilidad y la EC con la ayuda de la I4.0, por ejemplo, reduciendo la generación de residuos y mejorando la utilización del material mediante la adopción de un proceso de producción inteligente a pequeña escala impulsado por la demanda con fabricación aditiva 3D.

Logística Inversa 4.0

La LI tradicional no puede hacer frente a los requisitos de las CS modernas y requiere la implementación de tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 (I4.0) (Xu Sun; Hao Yu & Wei Deng Solvang, 2022), lo que lo haría más eficiente: hacia una "Logística Inversa 4.0 (LI 4.0)". Dado que las soluciones de I4.0 se identifican como factores disruptivos en la CS, con procesos de producción más limpios, las empresas deben acelerar la implementación de EC y las nuevas tecnologías de la I4.0 para cumplir con sus objetivos de sostenibilidad.

La LI 4.0 es un aspecto inherente de que se refiere a la implementación de varias tecnologías de Industria 4.0 en logística inversa (Mehmet Ali Ilgin, 2021). Las tecnologías disruptivas de la I4.0 introducen importantes soluciones de innovación que permiten abordar nuevos desafíos: rediseñar la CS tradicional, buscar competitividad, transitar hacia la era digital; permiten a las empresas y/u organizaciones gestionar los flujos de retorno que son menos predecibles y más variables que los directos (Theofilos D. Mastos, et al., 2021; Xu Sun, Hao Yu, Wei Deng Solvang, Yi Wang & Kesheng Wang, 2022). Por ejemplo, los dispositivos conectados pueden rastrear la ubicación y condición de activos y recursos (Akkad, M.Z., Bányai, T., 2021).

Las tecnologías disruptivas de la I4.0 respaldan la sostenibilidad económica, social y ambiental de la CS al fomentar la LI 4.0. Transitar hacia una LI 4.0 requiere de digitalización, automatización e integración y, cohesión de las redes informáticas con los procesos físicos de la vida real a través de la aplicación de tecnologías como la Internet de las cosas (IoT), Blockchain, Mercados Electrónicos Móviles, Computación en la Nube (CC), Big Data, Minería de Datos, Inteligencia Artificial (IA), Vehículos Autónomos (VA), Vehículos Auto-Guiados (VAG), Realidad Aumentada (RA), formando así un Sistema Ciberfísico (SC). A saber:

Internet de las Cosas. Conocido como internet integrado o computación generalizada, proporciona comunicación y conexiones, en el espacio y el tiempo, entre todos los elementos del sistema. En la LI 4.0 para adquirir información sobre diferentes productos de forma rápida y precisa; para superar la incertidumbre de todos los atributos del producto; puede rastrear, recopilar, monitorear y analizar los datos en tiempo real, creando bases de datos que respaldan el proceso de toma de decisiones (Al-Shihmani, W. I. M., Ali Agha, M. S., & Masood, T., 2022; Xu Sun et al., 2022); adecuado para señalar el tiempo y la cantidad de recolección de desechos y administrar una gran cantidad de puntos de recolección en distancias geográficas mayores; para la optimización de inventarios; para la evaluación de alternativas de diseño para los productos al FDU/FVU, como para determinar las condiciones de los productos devueltos y decidir si deben ser desarticulados, remanufacturados, reciclados o desechados o aumentar el grado de utilización y RVP usados.

Vehículos Autoguiados. Implican el sistema de transporte y manejo de materiales de forma remota o autocontrolada con la ayuda de imanes, ondas de radio, láser y cámaras, operan por sí mismos sin ninguna intervención humana o con poca. En la LI 4.0 (Theofilos D. Mastos, et al., 2021), para el desplazamiento horizontal o vertical de la carga, transbordo, manipulación, almacenamiento /recuperación y preparación de pedidos dentro de los puntos de recogida de residuos, instalaciones de reciclaje (fabricación), instalaciones de eliminación o instalaciones de incineración de residuos; para procesos intralogísticos confiables y eficientes mediante la automatización y la mínima participación de personas; aumentan la productividad y la eficiencia al tiempo que reduce los costos y los requisitos de recursos humanos en las operaciones de transporte dentro de las redes de LI

Inteligencia Artificial. La IA es la capacidad de las computadoras para comportarse de una manera que requiere inteligencia y discernimiento, que son las características que generalmente se atribuyen a los humanos. En el área de la LI, para el diseño de redes, asistencia en la realización de procesos como recolección, clasificación, inspección, desmontaje, reciclaje, remanufactura, redistribución, enrutamiento de vehículos, pronóstico de devolución de productos; enrutamiento de vehículos, recolección de productos, transporte, almacenamiento, pronóstico de devolución, clasificación, inspección y procesamiento, así como para seleccionar las alternativas de reciclaje, reensamblaje y remanufactura (Theofilos D. Mastos, et al., 2021; Xu Sun et al., 2022). La IA puede mitigar los riesgos relacionados con el reprocesamiento de productos usados, proveedores y fabricación, ya que puede utilizarse para determinar la calidad de los productos, tanto nuevos como usados.

Big Data. Se refiere a conjuntos de datos con tal volumen y complejidad que las soluciones de software de procesamiento de datos tradicionales no pueden recopilarlos, administrarlos y procesarlos en un período de tiempo razonable, es necesario aplicar herramientas analíticas avanzadas, denominadas colectivamente minería de datos, para identificar patrones y tendencias actuales y anticipar cambios futuros (Al-Shihmani et al., 2022). En la LI, para la mejora de la calidad del servicio, en la toma de decisiones (estratégicas y tácticas), en la estimación del rendimiento de remanufactura, para la planificación de la red, en la planificación de puntos de recolección para múltiples productos y las conexiones entre ellos, en la predicción de devoluciones de productos y la estimación de la calidad de devolución, en la predicción de otras actividades inversas como evitar devoluciones, procesos de reparación y reciclaje (Xu Sun et al., 2022); para crear rutas de camiones recolectores de residuos según el tipo de residuos y las cantidades dentro de los contenedores de residuos. El análisis de datos puede permitir a las empresas mitigar los riesgos relacionados con el reprocesamiento de productos devueltos a proveedores, la fabricación y la distribución.

Blockchain. Tecnología integrada de múltiples bases pequeñas conocidos como bloques, compuestos de información sobre transacciones digitales y conectadas entre sí, formando cadenas de bloques; están inextricablemente vinculados por criptogramas, no es posible ningún cambio en los datos de las transacciones realizadas, incluida su eliminación, adición y cualquier acto de fraude. Esto hace que blockchain sea perfecto para permitir transacciones seguras de cualquier tipo y en cualquier sentido. En el sector de la LI (Theofilos D. Mastos, et al., 2021; Al-Shihmani et al., 2022).), para desarrollar contrataciones inteligentes entre todos los integrantes e interesados de la CS y de la red de LI, evitando así cualquier posible comportamiento fraudulento y brindando apoyo a los consumidores al momento de seleccionar un programa de pago adecuado; para establecer confianza, trazabilidad y transparencia en los procesos de la LI, como el reciclaje, la redistribución y la refabricación (Xu Sun et al., 2022); permite el establecimiento de un marco que integra la gestión de las relaciones con los proveedores con la gestión de las relaciones con los clientes como un medio para generar confianza en un entorno sin confianza (Zhiqi Wu & Zhiqi, 2022). Blockchain puede mitigar los riesgos relacionados con los productos devueltos con el reprocesamiento y los relacionados con la fabricación y la distribución. Todos los datos relevantes sobre las condiciones de los productos (nuevos y devueltos), la producción y el transporte se pueden guardar en la cadena de bloques, y todos los actores del SC pueden acceder a ellos e identificar cualquier error en la producción, el reprocesamiento o el transporte de sus productos.

Mercados Electrónicos Móviles. Son plataformas electrónicas que utilizan Internet y diversas tecnologías de dispositivos móviles inteligentes para realizar actividades comerciales. En la LI, permiten la desfragmentación del mercado, por tanto, facilitan la redistribución de los retornos al mercado, permiten el establecimiento de agregadores de rentabilidad, también permite el establecimiento de agregadores de devoluciones, cuyos proveedores manejan devoluciones de muchos usuarios diferentes, reuniendo así a proveedores y clientes, facilitando el contacto directo entre varias partes interesadas dentro de la cadena LI (Al-Shihmani et al., 2022). De igual forma, permiten el desarrollo de políticas justas de rentabilidad, el establecimiento de sistemas de información eficientes (Xu Sun et al., 2022). En efecto, el uso generalizado y de fácil acceso de dispositivos móviles inteligentes e Internet permite reducir la incertidumbre, los costos de tratamiento, la complejidad y el tiempo para procesar los productos devueltos comprados en los mercados electrónicos móviles, al tiempo que mejora la visibilidad, automatización y control de los procesos de devolución; permiten la identificación en tiempo real de los requisitos de flujo inverso, visibilidad en toda la cadena de retorno, la automatización de la adquisición de devoluciones, la creación de valor a través de un alto rendimiento y costos de transacción mínimos, el control efectivo del volumen de devoluciones, y la minimización de los factores de incertidumbre de los rendimientos.

Fabricación Aditiva-Impresión 3D. Tecnología utilizada en la fabricación de objetos tridimensionales mediante la aplicación sucesiva de capas de material o aditiva, permitiendo que la producción final se pueda realizar más cerca del punto de compra y/o consumo. Su apoyo en la LI radica porque gran parte de los flujos de retorno se pueden utilizar como materia prima para la producción de nuevos productos. El uso de productos devueltos como materias primas permite un suministro fiable, ininterrumpido e independiente ((Theofilos D. Mastos, et al., 2021; Al-Shihmani et al., 2022; Xu Sun et al., 2022), al tiempo que reduce significativamente los residuos, los efectos negativos de la producción y del transporte (emisión de gases, ruido y partículas, accidentes, etc.), esto significa menos interacciones con proveedores y menos viajes para organizar la producción y transporte de los productos.

Robótica Avanzada. Se refiere a la aplicación de robots, máquinas que realizan el trabajo que generalmente realizan las personas. Las principales razones para la aplicación de robots son su alta eficiencia, flexibilidad, confiabilidad y precisión (Giorgia Atzeni, Giuseppe Vignali, Letizia Tebaldi & Eleonora Bottani, 2021). En LI, los robots se pueden utilizar para la recolección y el transporte, así como para la clasificación, el desensamblaje, el almacenamiento y la recuperación de los productos devueltos dentro de varias instalaciones de las redes de LI (Al-Shihmani et al., 2022; Xu Sun et al., 2022); mitigan los riesgos relacionados con el reprocesamiento de productos devueltos y la fabricación. Pueden mejorar la eficiencia de los sistemas de producción y recuperación ayudando a los operadores a realizar actividades; pueden mejorar la seguridad de estos sistemas al usarse para realizar las partes más onerosas de las tareas en lugar de dejarlas en manos de los operadores ya que están diseñados para el trabajo colaborativo directo con un operador humano.

Comentarios

La LI 4.0 es un aspecto inherente que se refiere a la implementación de tecnologías disruptivas de Industria 4.0 en LI con hincapié en la comunicación y la conectividad basadas en Internet/5G de diferentes dispositivos inteligentes y elementos cibernéticos, que permiten la recopilación de datos en tiempo real, el control autónomo del sistema y la interacción efectiva hombre-máquina allanando el camino para nuevos modelos comerciales, reduciendo la generación de residuos y mejorando la utilización del material mediante la adopción procesos inteligentes. Es decir, la LI 4.0 es la gestión sostenible de todos los flujos y actividades relevantes para la RVP y/o la eliminación adecuada de productos al FDU/FVU mediante el empleo de herramientas, datos y servicios innovadores basados en tecnologías disruptivas de la I4.0.

De hecho, la LI 4.0 enfatiza el uso de datos y tecnologías inteligentes para realizar servicios innovadores de la LI y lograr la armonía entre los tres pilares del desarrollo sostenible, incluida la eficacia económica, el respeto por el medio ambiente y la responsabilidad social. Los cinco procesos principales de la LI tradicional o convencional, es decir, la recolección de productos al FDU/FVU, la clasificación y el preprocesamiento, el transporte, la RVP mediante la refabricación y el reciclaje, y la eliminación, se verán afectados por la adopción de tecnologías disruptivas de la LI 4.0. En consecuencia, los cinco principales procesos de la LI 4.0 serán recolección inteligente; clasificación inteligente y gestión de procesos; remanufactura y reciclaje inteligente; transporte y distribución inteligente; eliminación inteligente.

En efecto, la recolección de productos al FDU/FVU y otros tipos de desechos en horarios y rutas fijas generalmente conduce al uso ineficiente de los recursos, alto consumo de combustible, bajo nivel de servicio, y al tratarse de desechos biodegradados en la acumulación de bacterias de malos olores y propagación de enfermedades. Con el apoyo de la LI 4.0 este problema se puede solucionar con el uso de contenedores inteligentes integrados con sensores IoT para monitorear y proporcionar información en tiempo real sobre sus niveles de llenado y ubicaciones, optimizando rutas de recolección y actualizando digitalmente el sistema para la recopilación de productos al FDU/FVU. De igual forma, con el apoyo de una red neuronal inteligente, se pueden aprender y predecir los patrones de generación de desechos y enviar notificaciones oportunas al personal adecuado a través de un sistema de mensajería en la Nube.

En lo que respecta a la compleja composición y calidad de los productos al FDU/FVU en el flujo logístico inverso, la clasificación es un proceso semiautomatizado y laborioso, en el que los diferentes materiales reciclables deben ser recogidos y separados manualmente por trabajadores humanos, quienes se exponen a sustancias peligrosas y al duro entorno de trabajo poniendo en riesgo la salud. La Inteligencia Artificial y los sistemas basados en Realidad Aumentada han empoderado robots inteligentes con capacidad de reconocer y separar, con alta precisión, diferentes tipos de materiales reciclables (aluminio, plástico, cobre, etc.) de productos al FDU/FVU, mostrado gran potencial para convertirse en el punto de inflexión en las operaciones de LI.

De hecho, las tecnologías disruptivas de la I4.0 también pueden ayudar a gestionar de manera más eficaz diferentes procesos: la integración e identificación de extremo a extremo por radiofrecuencia (RFID), Bluetooth de Baja Energía (BBE), sensores inteligentes IoT, contenedores inteligentes y con puerta de enlace híbrida en un Sistema Ciberfísico en red permite obtener información en tiempo real recopilada de varios procesos de la LI, es decir, identificación, clasificación, información local e información global del producto devuelto, que puede utilizarse para un mejor control de inventario y la gestión ambiental de todo el flujo logístico de retorno o devolución. Finalmente, el análisis Big Data ayudará a maximizar la recuperación de valor de los productos al FDU/FVU a través de una mejor información sobre tiempos de producción específicos y opciones en la LI. El uso de la información del producto y los datos del sistema en tiempo real como entradas dinámicas para los modelos de optimización maximizarán la eficacia y la utilización de recursos a través de una planificación de producción mejorada y más flexible para la refabricación.

Además, el desensamblaje inteligente basado en Big Data reducirá el daño durante el desmontaje y/o desensamblaje del producto, mejorando la calidad y la previsibilidad de los productos remanufacturados; la calidad y la eficacia del servicio de mantenimiento y la restauración de la funcionalidad en la refabricación, previo al proceso de desmontaje del producto, mejorarán con el apoyo de la Realidad Aumentada, y con el uso de vehículos aéreos no tripulados (drones) que monitorearan el proceso de remanufactura en tiempo real.

Conclusiones

El problema de la eliminación de residuos no solo está relacionado con la eliminación de estos en el lugar adecuado, sino que también está asociado con la reducción del volumen de eliminación, problemas de seguridad y limpieza. Aunque se recicle una cantidad cada vez mayor de productos al FDU/FVU, las plantas de incineración y los vertederos siguen siendo los destinos finales de los no reciclables en los flujos logísticos inversos o de la LI, donde se pueden usar robots inteligentes para reemplazar a los trabajadores humanos en entornos de trabajo difíciles.

Los sistemas inteligentes habilitados para IoT ayudarán a monitorear los indicadores clave de rendimiento y controlar de forma remota y en tiempo real las diferentes operaciones. El vertedero de residuos sólidos genera gases de vertedero y líquidos peligrosos de alta densidad, llamados lixiviados, los cuales tienen impactos ambientales significativamente negativos, por lo tanto, necesitan ser tratados adecuadamente. Para gestionar mejor los problemas de lixiviados, un sistema IoT basado en la Nube puede desempeñar un papel importante en la conexión de los datos de campo relevantes con los modelos matemáticos respectivos para analizar varios parámetros clave, es decir, turbidez, sólidos suspendidos y oxígeno disuelto, para su eliminación inteligente.

La transformación inteligente y sostenible de la LI tradicional o convencional hacia la LI 4.0 representa de manera concisa la unión de las cadenas de valor tanto físicas como digitales. Por un lado, una cadena de valor física ilustra la aplicación y los impactos de estas tecnologías disruptivas tanto a nivel interorganizacional como interorganizacional. Por otro lado, una cadena de valor digital evalúa los impactos a largo plazo en los patrones de valor agregado y recuperación de valor de productos al FDU/FVU desde un punto de vista tecnológico.

La LI 4.0 se considerará inteligente cuando tenga la capacidad de comunicarse y transmitir información de forma autónoma sobre la organización a los responsables de la gestión de retornos y/o devoluciones. La LI 4.0 utiliza sistemas basados en IoT, vehículos autoguiados, inteligencia artificial, big data, blockchain, mercados electrónicos móviles, impresión 3D, drones, robótica avanzada, gemelos digitales, radiofrecuencia (RFID) y Bluetooth de Baja Energía para la recolección de productos al FDU/FVU, para su clasificación, el preprocesamiento, transporte, la RVP mediante la refabricación y el reciclaje y para su eliminación; minimizando el costo de sus redes de recuperación/devolución, al mismo tiempo aumentando su sostenibilidad y transformándose gradualmente en una EC.

Cuando las materias primas, los productos finales, los repuestos y los productos devueltos que no se entregan cuando deben entregarse o recolectarse, significa que los fabricantes no producirán, los clientes no estarán satisfechos, las actividades de reprocesamiento no estarán operativas y los flujos logísticos inversos carecerán de valor.

Declaración sobre conflicto de interés. La autora del presente documento manifiesta ser independiente con respecto a instituciones financiadoras y de apoyo, y que durante la redacción del manuscrito no ha recibido ningún tipo de financiamiento y no ha incidido intereses o valores distintos a los que usualmente tiene la investigación.

Declaración sobre conflicto de interés:

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Ferencias Bibliográficas

- Abhijeet Ghadge, D.G. Mogale, Michael Bourlakis, Lohithaksha M. Maiyar & Hamid Moradlou. (2022). Link between Industry 4.0 and green supply chain management: Evidence from the automotive industry, *Computers & Industrial Engineering*,
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108303>
- Akkad, M.Z., Bányai, T. (2021). Applying Sustainable Logistics in Industry 4.0 Era. In: Jármay, K., Voith, K. (eds) *Vehicle and Automotive Engineering 3 VAE. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-98-29-1-15-9529-5_19
- Al -Shihmani, W. I. M., Ali Agha, M. S., & Masood, T. (2022). Reverse Supply chains in Industry 4.0. ented chains in Industry 4.0. Paper presented at 29 th International European Operations Management Association Annual Conference, Germany.
https://pure.strath.ac.uk/ws/portalfiles/portal/138151731/Al_Shihmani_et al_Eu rOMA_2022_Reverse_supply_chains_i n_Industry_4.0.pdf
- Ana Beatriz Lopes de Sousa Jabbour, Charbel Jose Chiappetta Jabbour, Tsan - Ming Choi & He Choi & Hengky Latan. (2022). Better together : Evidence on the joint adoption of circular economy and industry 4.0 technologies, *International Journal of Production Economics*, Volumen 252,
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108581>
- Bag, Surajit; Yadav, Gunjan; Wood, Lincoln C.; Dhamija, Pavitra; Joshi, Sudhanshu. (2020). Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics. *Resources Policy*, 101776.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101776>
- Cagno, Enrico, Alessandra Neri, Marta Negri, Carlo Andrea Bassani & Tommaso Lampertico. (2021). The Role of Digital Technologies in Operationalizing the Circular Economy Transition: A Systematic Literature Review *Applied Sciences* 11, no. 8: 3328.
<https://doi.org/10.3390/app11083328>
- Dhirendra Prajapati, Saurabh Pratap, Mengdi Zhang, Lakshay & George Q. Huang. (2022). Sustainable forward-reverse logistics for multi-product delivery and pickup in B2C E-commerce towards the circular economy, *International Journal of Production Economics*, Volumen 253,
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108606>
- Emilia Taddei, Claudio Sassanelli, Paolo Rosa & Sergio Terzi. (2022). Circular supply chains in the era of industry 4.0: A systematic literature review, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 170,
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108268>
- Giorgia Atzeni, Giuseppe Vignali, Letizia Tebaldi & Eleonora Bottani. (2021). A bibliometric analysis on collaborative robots in Logistics 4.0 environments, *Procedia Computer Science*, Volume 180,
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.291>
- Hannan Amoozad Mahdiraji, Fatemeh Yaftiyan, Aliasghar Abbasi - Kamardi & Jose Arturo Garza - Reyes. (2022). Investigating potential interventions on disruptive impacts of Industry 4.0 technologies in circular supply chains: Evidence from SMEs of an emerging economy, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 174,
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108753>

Khan, S.A., Laalaoui, W., Hokal, F., Tareq, M. & Ahmad, L. (2022). Connecting reverse logistics with circular economy in the context of Industry 4.0, *Kybernetes*, Vol. ahead-of-print No. ahead -of-print.
<https://doi.org/10.1108/K-03-2022-0468>

Konstantinos Voulgaridis, Thomas Lagkas & Panagiotis G. Sarigiannidis. (2022). Towards Industry 5.0 and Digital Circular Economy: Current Research and Application Trends, Conference: 2022 18th Internationale on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS)
<https://doi.org/10.1109/DCOSS54816.2022.00037>

Krstić, Mladen, Giulio Paolo Agnusdei, Pier Paolo Miglietta, Snežana Tadić & Violeta Roso. (2022). Applicability of Industry 4.0 Technologies in the Reverse Logistics: A Circular Economy Approach Based on COMprehensive Distance Based Ranking (COBRA) Method, *Sustainability* 14, no. 9: 5632.
<https://doi.org/10.3390/su14095632>

Lars Kintscher, Sebastian Lawrenz, Hendrik Poschmann, & Priyanka Sharma. (2020). Recycling 4.0 - Digitalization as a Key for the Advanced Circular Economy, *Journal of Communications* Vol. 15, No. 9, September, Page 652
<https://doi.org/10.12720/jcm.15.9.652-660>

Marco Simonetto, Fabio Sgarbossa, Daria Battini & Kannan Govindan.(2022). Closed loop supply chains 4.0: From risks to benefits through advanced technologies. A literature review and research agenda, *International Journal of Production Economics*, Volumen 253,
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108582>

Marta Starostka-Patyk & Paulina Grunt. (2022) Future ICT trends as the opportunity for reverse logistics support, *Procedia Computer Science*, Volume 207, Pages 4401-4408,
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.503>

Marta Starostka-Patyk. (2021). The use of information systems to support the Marta Starostka-Patyk. (2021). The use of information systems to support the management of reverse logistics processes, *Procedia Computer Science*, Volume 192, Pages 2586 - 2595 ,
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.028>

Mehmet Ali Ilgin. (2021). DEMATEL -Based Analysis of the Factors Hindering the Effective Use of Industry 4.0 Technologies in Reverse Logistics, Chapter 10, In: *Sustainable Production and Logistics, Modeling and Analysis*, Edited by Eren Özceylan, Surendra M. Gupta, 1st Edition, Pages 418
<https://doi.org/10.1201/9781003005018>

Navin K. Dev, Ravi Shankar & Fahham Hasan Kaiser. (2020). Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 153,
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104583>

Pamal R. Nanayakkara, Madushan Madhava Jayalath, Amila Thibbotuwawa & H. Niles Perera. (2022). A circular reverse logistics framework for handling e-commerce returns, *Cleaner Logistics and Supply Chain*, Volumen 5,
<https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.1000880>

Praveen Kumar Reddy Maddikunta, Quoc-Viet Pham, Prabadevi B, N Deepa, Kapal Dev, Thippa Reddy Gadekallu, Rukhsana Ruby & Madhusanka Liyanage. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications, *Journal of Industrial Information Integration*, Volume 26,

<https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>

Stephen Pettit, Yingli Wang & Anthony Beresford. (2022). The impact of digitalization on contemporary and future logistics, Chapter 7, In: The Digital Supply Chain, Editor(s): Bart L. MacCarthy, Dmitry Ivanov, Pages 111-125, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91614-1.00007-1>

Surajit Bag, Gunjan Yadav, Lincoln C. Wood, Pavitra Dhamija & Sudhanshu Joshi. (2020). Industry 4.0 and the circular economy: Resource melioration in logistics, Resources Policy, Volume 68 <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101776>

Theofilos D. Mastos, Alexandros Nizamis, Sofia Terzi, Dimitrios Gkortzis, Angelos Papadopoulos, Nikolaos Tsagkalidis, Dimosthenis Ioannidis, Konstantinos Votis, Dimitrios Tzovaras. (2021). Introducing an application of an industry 4.0 solution for circular supply chain management, Journal of Cleaner Production, Volume 300, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126886>

Umar, M., Khan, S.A.R., Zia -ul-haq, H.M., Yussliza, M.Y. & Farooq, K. (2022). The role of emerging technologies in implementing green practices to achieve sustainable operations, The TQM Journal, Vol. 34 No. 2, pp. 232-249. <https://doi.org/10.1108/TQM-60-2021-0172>

Xiaoyu Yan, Weihua Liu, Ming K. Lim, Yong Lin & Wanying Wei. (2022). Exploring the factors to promote circular supply chain implementation in the smart logistics ecological chain, Industrial Marketing Management, Volume 101, Pages 57-70, <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.11.015>