

REVISTA LOGINN

Investigación Científica y
Tecnológica



REVISTA **ISSN WEB: 2590-7441**

LOGINN

Investigación Científica y
Tecnológica

Periodicidad Semestral
ISSN 2590- 7441
Volumen 7 No. 2
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.

Editora

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

Liseth Paola Guerrero Jiménez, Msc
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

Editorial

Queridos lectores,

Es un honor presentarles el segundo número del volumen 7 de la Revista Loginn, una publicación semestral auspiciada por el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - SENNOVA, del Centro de Logística y Promoción Ecoturística del SENA Regional Magdalena. En este número, continuamos nuestro compromiso de ofrecer un espacio para la difusión del conocimiento y la investigación en el ámbito de la logística y disciplinas afines.

El contenido de este volumen es diverso y enriquecedor, reflejando la dedicación y el esfuerzo de investigadores y académicos comprometidos con el avance del conocimiento en temas relevantes para la sociedad contemporánea.

Abrimos este número con el artículo "Oferta profesional en Colombia 2001-2020: Bibliotecólogos, Archivistas y Ciencia de la Información". Este trabajo proporciona una mirada detallada a la evolución de la oferta profesional en un periodo significativo, ofreciendo insights valiosos para comprender el desarrollo y las tendencias en campos importantes para la gestión de la información.

Seguimos explorando las dinámicas empresariales en el artículo "Influencia de los aportes teóricos de las ciencias administrativas, desde una perspectiva de gestión y control interno en las MiPymes del sector comercial del municipio de Facatativá". Este estudio destaca la relevancia de la teoría administrativa en el contexto específico de las micro, pequeñas y medianas empresas, contribuyendo así a la comprensión de los desafíos y oportunidades en este sector vital para la economía.

La problemática de las especies invasoras se aborda en nuestro tercer artículo, "Especies invasoras fluyen en la cadena global de suministro". Un análisis que pone de manifiesto la importancia de entender cómo estas especies impactan la logística y la cadena de suministro, y la necesidad de estrategias efectivas para abordar este creciente desafío ambiental.

Finalmente, cerramos este volumen con la oportuna contribución que destaca el papel transformador de la educación en el ámbito tecnológico titulada "Explorando el potencial educativo del juego para estimular la adopción de ciencia y tecnología en la TecnoAcademia Cazucá", la cual presenta una investigación pionera que se sumerge en el fascinante mundo de la enseñanza a través del juego. La TecnoAcademia Cazucá, como espacio emblemático, se convierte en el escenario donde la ciencia y la tecnología encuentran un aliado inesperado pero efectivo: el juego. Este artículo arroja luz sobre cómo la ludificación puede ser una herramienta pedagógica poderosa para estimular la curiosidad, fomentar el pensamiento crítico y propiciar la adopción de conocimientos en campos científicos y tecnológicos. Este enfoque innovador no solo presenta una perspectiva fresca sobre la educación, sino que también abre un diálogo esencial sobre cómo podemos hacer que el aprendizaje de disciplinas fundamentales sea accesible y atractivo para las generaciones futuras. La integración del juego como una herramienta educativa va más allá de lo lúdico; es una estrategia pedagógica que puede allanar el camino para el descubrimiento y la pasión por la ciencia y la tecnología.

La Revista Loginn se enorgullece de ser el medio para difundir investigaciones que desafían las convenciones y promueven enfoques innovadores en la educación tecnológica. Celebramos este trabajo por su contribución significativa a la conversación sobre la evolución de las metodologías educativas en la era digital. Que este número inspire nuevas reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje, y motive a la comunidad académica a seguir explorando los límites de la innovación educativa.

Agradecemos a todos los autores por compartir sus investigaciones innovadoras, a nuestros lectores por acompañarnos en este viaje intelectual y a nuestros revisores por su compromiso con la calidad académica. La Revista Loginn reafirma su compromiso de ser un foro de intercambio de conocimientos, impulsando la investigación y el desarrollo en el campo de la logística y disciplinas conexas.

Esperamos que disfruten de la lectura de este fascinante número y que las ideas aquí presentadas inspiren nuevas investigaciones y perspectivas en el infinito mundo del conocimiento.

Cordialmente,

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

Tabla de Contenido

OFERTA PROFESIONAL EN COLOMBIA 2001-2020: BIBLIOTECÓLOGOS, ARCHIVISTAS Y CIENCIA DE LA INFORMACIÓN	6
Cristian Alejandro Chisaba Pereira y Adriana Paola Guío Olarte	
INFLUENCIA DE LOS APORTES TEÓRICOS DE LAS CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, DESDE UNA PERSPECTIVA DE GESTIÓN Y CONTROL INTERNO EN LAS MIPYMES DEL SECTOR COMERCIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ	29
Joan Sebastián Martínez Ordoñez y Yesica Andrea Cañas Martínez	
ESPECIES INVASORAS FLUYEN EN LA CADENA GLOBAL DE SUMINISTRO	44
Alexander Eslava Sarmiento	
EXPLORANDO EL POTENCIAL EDUCATIVO DEL JUEGO PARA ESTIMULAR LA ADOPCIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA TECNOACADEMIA CAZUCÁ	64
Héctor Germán Gil Novoa, Andrés David Núñez Garzón y Laura Natalia Villabon Torres	

**OFERTA PROFESIONAL EN COLOMBIA 2001-2020: BIBLIOTECÓLOGOS, ARCHIVISTAS
Y CIENCIA DE LA INFORMACIÓN**

**PROFESSIONAL OFFER IN COLOMBIA 2001-2020: LIBRARIANS, ARCHIVISTS
AND INFORMATION SCIENCES**

Cristian Alejandro Chisaba Pereira¹ 

Adriana Paola Guío Olarte² 

¹Profesional en Ciencia de la Información – Bibliotecólogo, Magíster en Tecnologías de la Información para el Negocio,
Docente de la Pontificia Universidad Javeriana y Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Jefe Sección Biblioteca.

²Correo: cachisabap@udistrital.edu.co

Profesional en Sistemas de Información, Bibliotecología y Archivística, Pontificia Universidad Javeriana,
Correo: apguio@javeriana.edu.co

Para citar este artículo: Chisaba Pereira, C. & Guío Olarte, A., (2023). Oferta profesional en Colombia 2001-2020: Bibliotecólogos, Archivistas y Ciencia de la Información. Revista Loginn: Investigación Científica y Tecnológica, Loginn 7 (2). <https://dx.doi.org/10.23850/25907441.574>

Recibido: 09 de junio de 2023

Aceptado: 26 de diciembre de 2023

Publicado en línea: 27 de diciembre de 2023

RESUMEN

La oferta profesional en bibliotecología, archivística y ciencia de la información permite determinar las posibilidades profesionales, de oferta y demanda en el ejercicio de estas profesiones. Las Instituciones de Educación Superior en Colombia, representadas en las corporaciones e instituciones universitarias, escuelas técnicas y tecnológicas, y las universidades, tienen la responsabilidad de ofertar programas académicos en los niveles de formación estipulados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. El objetivo de este estudio fue analizar los datos de graduados en programas académicos, en los niveles de formación técnico, tecnólogo y profesional de pregrado, entre los años 2000 al 2020, disponibles en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior de Colombia. A partir de un proceso de descarga de datos, integración de datos, identificación y normalización de nombres de programas y análisis de datos, se identificaron el total de graduados en bibliotecología, archivística y ciencia de la información, las instituciones de educación superior que gradúan, metodologías de estudio, oferta por departamento y ciudad, e incluso género. Este estudio complementa el desarrollo investigativo de otras pesquisas alrededor del análisis de perfiles, oferta y la aplicación profesional del bibliotecólogo y archivística en las unidades de información de Colombia.

ABSTRACT

The professional offer in librarianship, archival and information science allows determining the professional possibilities, supply and demand in the exercise of these professions. Higher Education Institutions in Colombia, represented in university corporations, university institutions, technical and technological schools, and universities, have the responsibility to offer academic programs at the levels of training stipulated by the Ministry of National Education of Colombia. The objective of this study was to analyze the data of graduates in academic programs, at the levels of technical training, technologist and professional undergraduate, between the years 2000 to 2020, available in the National Information System of Higher Education of Colombia. From a process of Data Download, Data Integration, Identification and Standardization of program names and Data Analysis, the total number of graduates in library science, archiving and information science were identified, higher education institutions that graduate, study methodologies, offering by department and city and even gender. This study complements the research development of other investigations around the analysis of profiles, professional offer and the professional application of the librarian and archivist in the information units of Colombia.

.....

Palabras clave:

Bibliotecología,
Archivística,
Ciencia de la
Información,
Bibliotecólogos,
Archivistas,
Profesionales
en ciencia de
la información.

.....

Keywords:

Library
Science,
Archival
Science,
Information
Science,
Librarians,
Archivists,
Information
Science
Professionals.

Introducción

El desarrollo de una profesión está directamente vinculada por la transformación de los profesionales que las ejercen. En Colombia, el campo de la información, los profesionales en Ciencia de la Información, bibliotecólogos o bibliotecarios en otras partes de la región y los archivísticos, tienen en su desarrollo la voluntad de establecer el devenir mismo de las profesiones. La normatividad colombiana alrededor de las unidades de información como las bibliotecas, museos o archivos estableció el horizonte del ejercicio profesional.

La Ley 11 de 1979 reconoció la profesión de Bibliotecólogo a partir del título obtenido en una escuela o facultad “cuyos programas de bibliotecología hayan sido aprobados y que igualmente hayan sido reconocidos por el estado” (Congreso de Colombia, 1979) y la Ley 1379 de 2010 (Congreso de Colombia, 2010) organizó la Red Nacional de Bibliotecas Públicas que permitiría un reconocimiento de la biblioteca como actor clave en la cultura del país. La Ley 594 de 2000, a su vez, estipuló en su artículo 17, la responsabilidad del archivista como sujeto técnico y que, amparado por los principios éticos profesionales, desarrollaría sus funciones en los archivos que den paso en su vida profesional. Además, a través de la Ley 1409 de 2010, se reglamentó de manera oficial el ejercicio profesional de la archivística y dictó el código ético del ejercicio de esta (Congreso de Colombia, 2010). Así mismo, la Ley 397 de 1997 dictó el precedente de reconocimiento del patrimonio cultural, en el cual los museos son reconocidos como una de las instituciones responsables de la salvaguarda de este y todo lo que conlleva el patrimonio cultural colombiano (Congreso de Colombia, 1997).

La Oferta Educativa Actual en Ciencia de la Información, Bibliotecología y Archivística

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia, a través del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, lista las siguientes instituciones de educación superior activas que ofertan programas, activos también, asociados a la ciencia de la información, bibliotecología y archivística: Fundación Universitaria para el Desarrollo Humana – UNINPAHU, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad de Antioquia, Universidad de la Salle, Universidad del Quindío, Corporación Tecnológica de Bogotá - CTB, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Industrial de Santander, Corporación Universitaria del Caribe - CECAR y el Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA (SNIES, 2022).

Ahora bien, el Ministerio de Educación Nacional colombiano cuenta con diferentes niveles de formación profesional: pregrado y posgrado. En pregrado, enfoque principal de esta investigación, se clasifican en Nivel Técnico Profesional, Nivel Tecnológico y Nivel Profesional. En cuanto a posgrados, especializaciones, maestrías y doctorados (MEN, 2019). Ahora bien, las instituciones de educación superior anteriormente mencionadas ofertan programas técnicos, tecnológicos y profesionales para el nivel de pregrado. En cuanto a programas del nivel técnico, encontramos el programa Técnico Profesional en Desarrollo de Procesos y Servicios Bibliotecarios de la Corporación Tecnológica de Bogotá - CTB (Corporación Tecnológica de Bogotá, 2022) y el Técnico Profesional en Gestión Documental de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR (Corporación Universitaria del Caribe, 2022).

A nivel tecnológico, Colombia cuenta con la siguiente oferta educativa: la Tecnología en Gestión Bibliotecaria del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA (SENA, 2022) y la Tecnología en Gestión de Sistemas de Información Documental y Archivística de la Corporación Tecnológica de Bogotá - CTB (Corporación Tecnológica de Bogotá, 2022).

En el Nivel Profesional, Colombia cuenta con el programa en Bibliotecología y Estudios de la Información y Archivística e Inteligencia de Negocios de la Universidad de La Salle (Universidad de La Salle, 2022), Ciencia de la Información, Bibliotecología y Archivística de la Pontificia Universidad Javeriana (Pontificia Universidad Javeriana, 2022); Bibliotecología en la Universidad de Antioquia (Universidad de Antioquia, 2022), Ciencia de la Información y la Documentación, Bibliotecología y Archivística de la Universidad del Quindío (Universidad del Quindío, 2022), Ciencia de la Información y Bibliotecología de la Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano – UNINPAHU (UNINPAHU, 2022); el pregrado de Archivística y Gestión de la Información Digital de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2022) y el pregrado en Historia y Archivística de la Universidad Industrial de Santander (Universidad Industrial de Santander, 2022). (Ver Tabla 1).

Este grupo de programas de formación en los tres niveles mencionados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia ofertan a la población colombiana un total de doce programas de formación, de los cuales, dos se encuentran en el nivel técnico, dos en el nivel tecnológico y ocho en el nivel profesional, nivel en el que se concentra la mayor cantidad de programas de formación. Además, la oferta concentra sus expectativas alrededor de las temáticas bibliotecológicas y archivísticas, pues están presentes en los títulos de los programas académicos. No obstante, la propuesta de valor de las Instituciones de Educación Superior conlleva intenciones claras de cara al futuro técnico, tecnólogo o profesional.

La Corporación Tecnológica de Bogotá explora los campos de acción de sus técnicos alrededor de la ejecución de estrategias de apoyo “con técnicas y herramientas estandarizadas nacional e internacionalmente para bibliotecas análogas y digitales” o el desarrollo de “funciones de apoyo frente a la producción, acceso, normalización y recuperación de información a través del uso de las tecnologías de la información y la comunicación TIC” (Corporación Tecnológica de Bogotá, 2022).

A nivel profesional, las universidades ofertan programas con unas lógicas que responden a necesidades disciplinarias como del mercado laboral. La Universidad de la Salle (2022), por ejemplo, manifiesta en la propuesta de valor del programa de Archivística e Inteligencia de Negocios “una triple perspectiva: gestión documental, transformación digital y relación ciudadanos, funcionarios y estado (gobierno electrónico)” la cual, como lo indican, responde a las habilidades más demandadas actualmente como lo son, el “análisis de datos, estrategias para la preservación digital, administración de archivos, y toma de decisiones.” (Universidad de la Salle, 2022).

Tabla 1

Cantidad de programas por nivel de formación en pregrado en Colombia.

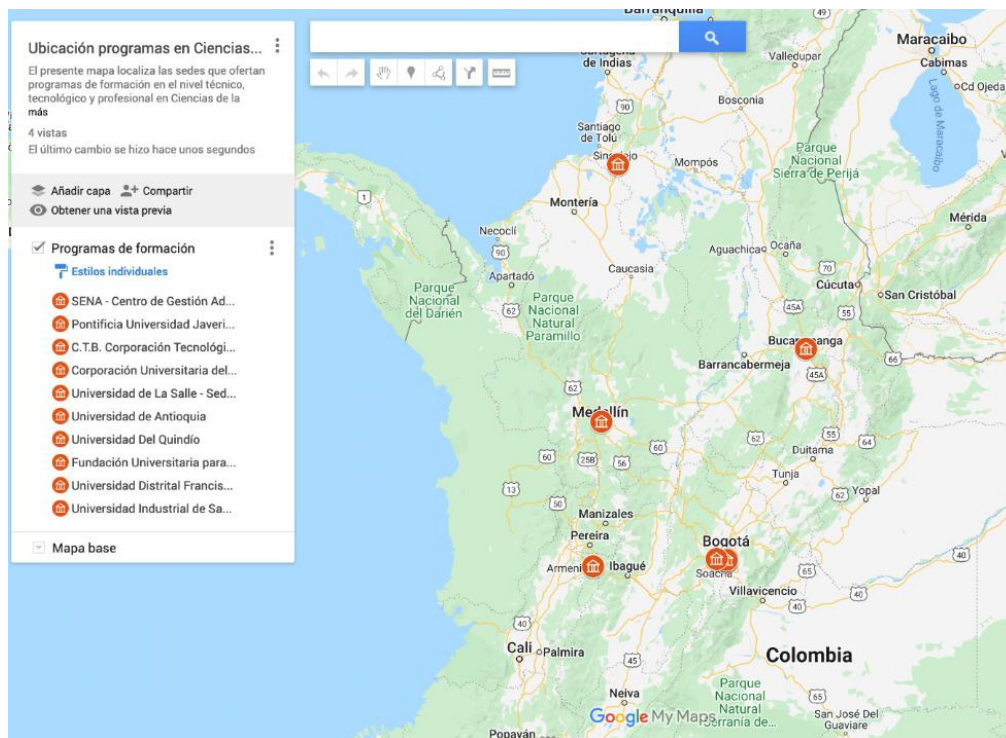
Nivel de formación en pregrado	Instituciones de Educación	Nombre del programa
Nivel técnico	1. Corporación Tecnológica de Bogotá 2. Corporación Universitaria del Caribe – CECAR	1. Técnico Profesional en Desarrollo de Procesos y Servicios Bibliotecarios 2. Técnico Profesional en Gestión Documental
Nivel tecnológico	1. Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA 2. Corporación Tecnológica de Bogotá	1. Tecnología en Gestión Bibliotecaria 2. Tecnología en Gestión de Sistemas de Información Documental y Archivística
Nivel profesional	1. Universidad de La Salle 2. Universidad de La Salle 3. Pontificia Universidad Javeriana	1. Archivística e Inteligencia de Negocios 2. Bibliotecología y Estudios de la Información

	4. Universidad de Antioquia 5. Universidad del Quindío 6. Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano – UNINPAHU 7. Universidad Distrital Francisco José de Caldas 8. Universidad Industrial de Santander	3. Ciencia de la Información, Bibliotecología y Archivística 4. Bibliotecología 5. Ciencia de la Información y la Documentación, Bibliotecología y Archivística 6. Ciencia de la Información y Bibliotecología 7. Archivística y Gestión de la Información Digital 8. Historia y Archivística
--	---	--

Es importante señalar que la ubicación geográfica de oferta de los programas académicos representa las principales ciudades de Colombia. Así, de los doce programas en los diferentes niveles de formación que se ofertan al 2022, siete son ofertados en la ciudad de Bogotá, uno en la ciudad de Medellín, Antioquia; uno en la ciudad de Armenia, Quindío, uno en la ciudad de Bucaramanga, Santander y uno en la ciudad de Sincelejo, Sucre. (Ver Figura 1 y Figura 2).

Figura 1

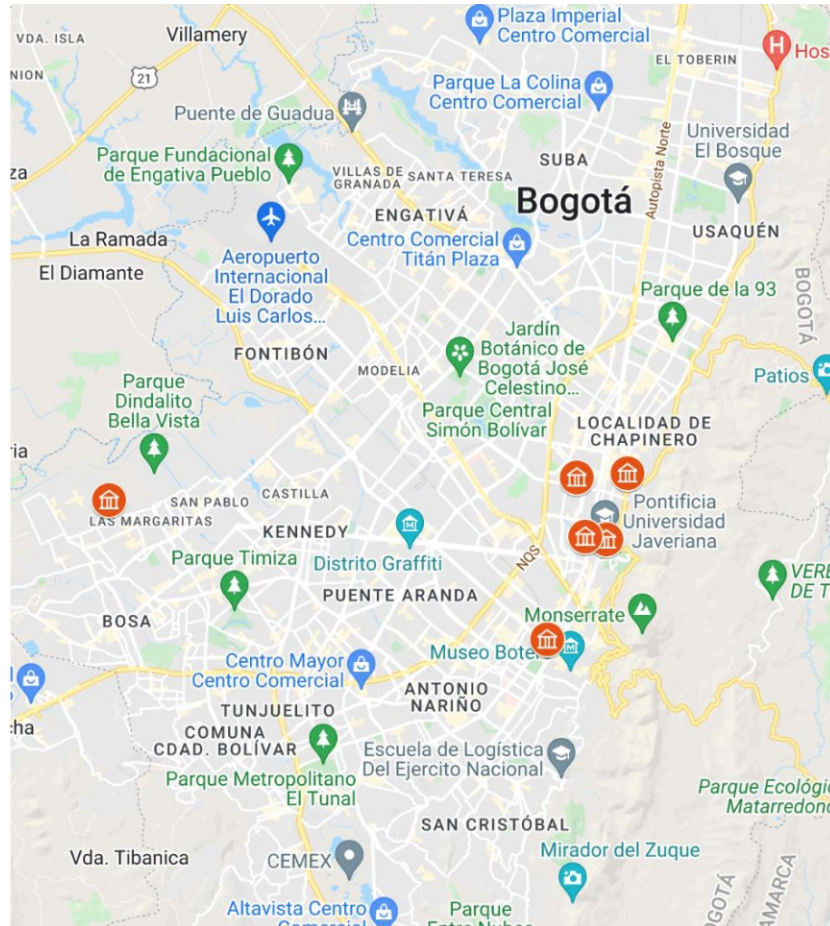
Ubicación geográfica de las sedes que ofertan programas en los diferentes niveles de formación en ciencias de la información, bibliotecología y archivística.



Nota. Elaboración propia utilizando [Google Maps](https://www.google.com/maps).

Figura 2

Ubicación geográfica de las sedes en Bogotá que ofertan programas en los diferentes niveles de formación en ciencias de la información, bibliotecología y archivística



Nota. Elaboración propia utilizando [Google Maps](https://www.google.com/maps).

El Mercado Laboral en Ciencia de la Información, Bibliotecología y Archivística

En el año 2013, los investigadores de la Universidad de Oxford, Carl Benedikt Frey y Michael A. Osborne publicaron un artículo bajo el título *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation* (Frey & Osborne, 2013). El artículo tomó como referencia 702 ocupaciones detalladas del mercado laboral estadounidense, sobre las cuales, identificaron el porcentaje de computarización de las diferentes ocupaciones.

En cuanto las ocupaciones afines a la bibliotecología, se identificó que la ocupación *Librarians* (bibliotecólogo, bibliotecario) tendría una probabilidad del 65% de ser computarizada, *Library Assistants, Clerical* (tecnólogo en bibliotecología) un 95% y *Library Technicians* (técnico, auxiliar u operario de biblioteca) un 99%. A su vez, los *Archivists* (archivistas) tendrían una probabilidad del 76% y los *Museum technicians and Conservators* (técnicos de museos y conservadores) un 59% (Frey & Osborne, 2013). Esta perspectiva invitó a realizar una reflexión acerca de aquellas ocupaciones computarizables que responden a ocupaciones u oficios con una carga operativa alta y en la que tecnologías como la realidad aumentada, robótica o inteligencia artificial tendrían un impacto directo en la automatización de dichas actividades (Goos & Manning, 2007).

Recientemente, el panorama laboral expone la demanda que las unidades de información e instituciones culturales presentan frente a los retos y proyectos. En un estudio realizado en el 2021 por School of Information de la San José State University de California acotó el análisis específicamente a las ocupaciones propias de la bibliotecología, la ciencia de la información, archivística e incluso de las ocupaciones museográficas (San José State University, 2021).

A partir del análisis de las ofertas de empleo identificaron los tipos de organizaciones empleadoras, títulos representativos de trabajos, habilidades blandas y técnicas más demandadas, habilidades especializadas y requerimientos (San José State University, 2021, p. 8). Las organizaciones que tienen el 48% de la oferta de empleabilidad corresponde a las universidades e instituciones académicas, seguidas de las públicas con un 19% y la industria con un 13% (San José State University, 2021, p. 9). A su vez, las ofertas de empleabilidad permitieron explorar aquellas habilidades denominadas blandas o soft skills que son requeridas. Así, habilidades como la colaboración, la comunicación, el pensamiento organizacional y valores de diversidad lideran la demanda por parte de las organizaciones e instituciones (San José State University, 2021, p. 11).

No obstante, el contraste entre dichas habilidades blandas y las habilidades técnicas más solicitadas acercan la interpretación global de los empleos. Habilidades técnicas como la investigación, la instrucción y formación, tecnologías, computación y gestión de proyectos son las más representativas en las disciplinas de la ciencia de la información, bibliotecología, archivística e incluso museología (San José State University, 2021, p. 12).

Esto implica trasladar la discusión por el mercado laboral en ciencia de la información, bibliotecología y archivística y preguntarnos acerca del lugar en el que los profesionales de estas disciplinas desempeñarán y desarrollarán sus habilidades. En bibliotecología, por ejemplo, la institución, entidad o unidad de información potencial recae sobre la biblioteca misma. Según el IFLA Library Map of the World (2022), Colombia cuenta con 21.559 bibliotecas distribuidas en una biblioteca nacional, 252 bibliotecas académicas, 1702 bibliotecas públicas, 204 bibliotecas comunitarias y 19.400 bibliotecas escolares (IFLA, 2022). Por su parte, la archivística cuenta con un doble mercado laboral potencial: entidades públicas y empresas con procesos de gestión documental. En el primer caso, hay poca certeza alrededor de la cantidad de entidades que podrían ser objeto potencial de ejercicio profesional.

En el año 2013, el Departamento Administrativo de la Función Público identificó 6.247 entidades, el Ministerio de Hacienda 12.000 entidades, la Contaduría General de la Nación 3.375 y el Archivo General de la Nación 7.855, visualizando un margen de 3.000 a 12.000 entidades públicas en Colombia (Colprensa, 2013). En el segundo caso, el de las empresas, según Informa Colombia (citado por Portafolio, 2021), en el país existían, a mayo del 2021, cerca 469.099 empresas activas concentradas en las siguientes ciudades de Colombia: Bogotá con el 56,1 % de las organizaciones, Medellín (13,9 %), Cali (12,2 %), Barranquilla (11,2 %) y Cartagena (6,5 %) (Portafolio, 2021).

En este sentido, el mercado laboral para la ciencia de la información, bibliotecología y archivística dispone de un universo de 490.658 entidades, bibliotecas, unidades de información, archivos y empresas. Sin embargo, el número resulta llamativo e implica un ejercicio crítico y de reflexión alrededor de la realidad laboral de dichas entidades, bibliotecas, unidades de información, archivos o empresas. En el caso de la bibliotecología, el mercado laboral está fuertemente afectado por la labor de las bibliotecas académicas, de las redes de bibliotecas públicas y redes de bibliotecas en las principales ciudades como Bogotá, Medellín o Cali. En el caso de las bibliotecas escolares, el cual concentra el mayor número de unidades de información, la realidad colombiana representa lo contrario, pues el despliegue profesional en estas bibliotecas escolares no ha llegado a niveles de madurez que impliquen el ejercicio bibliotecológico realmente.

A esto se suma, el desarrollo legislativo que se viene desarrollando en los últimos años alrededor de la biblioteca escolar. Desde el 2020, se viene desarrollando el proyecto de ley Bibliotecas Escolares “por la cual se reglamentan las Bibliotecas Escolares, se garantiza su funcionamiento, operación y sostenibilidad en todos los establecimientos educativos del país y se dictan otras disposiciones.” (Cámara de Representantes, 2020)

y tiene como objetivo “reglamentar las Bibliotecas Escolares y garantizar su funcionamiento, operación y sostenibilidad en todos los establecimientos educativos que ofrezcan el servicio público de educación formal, por niveles, ciclos y grados dentro del territorio nacional.” el cual se encuentra en primer debate y trámite de plenaria (Cámara de Representantes, 2020).

Por otra parte, la archivística encuentra en las entidades del estado un grupo clave de ejercicio profesional. La Ley 594 de 2000 estableció el marco normativo de referencia del ejercicio archivístico para cada entidad del estado, sentando la base formal y normativa para todo quien fuese profesional en archivística (Congreso de Colombia, 2000). A pesar de la falta de claridad frente a la cantidad de entidades del estado, el panorama es propicio para el profesional en archivística. No obstante, en el caso de las más de 469.000, el ejercicio archivístico puede estar mediado por la motivación empresarial de establecer planes de gestión documental o que el mismo ejercicio de la empresa, les permita disponer de procesos archivísticos. Esto se traduce a que las empresas grandes, corporaciones o multinacionales pueden incluir procesos de gestión documental en todo el mapa de procesos organizacional, lo que podría contrastar con la inexistencia de dicho proceso en empresas que inician en el mercado o son pequeña o mediana empresa (PYME).

Métodos

El análisis de la oferta profesional de Bibliotecólogos, Archivistas y Ciencias de la Información en Colombia se realizó a partir de los datos públicos disponibles en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, en el módulo Estadísticas, Bases consolidadas. En esta consulta, se descargaron los documentos en formato Excel con nombre Estudiantes graduados 2001 a 2017, Estudiantes graduados 2018, Estudiantes graduados 2019 y Estudiantes graduados 2020 (ver Tabla 2).

A continuación, se describen los nombres de las columnas presentes los archivos descargados:

Nombre de la columna	Descripción
Código de la Institución	Número asignado a la institución.
IES_PADRE	Número asignado a la institución.
Institución de Educación Superior (IES)	Nombre de la institución.
Principal o Seccional	Tipo de institución.
ID Sector IES	Número del sector de la IES.
Sector IES	Oficial o privada.
ID Caracter	Número del carácter de la institución.

Caracter IES	Institución Tecnológica, Institución Universitaria/Escuela Tecnológica o Universidad.
Código del departamento (IES)	Número del departamento.
Departamento de domicilio de la IES	Nombre del departamento.
Código del municipio	Código del municipio.
Municipio de domicilio de la IES	Nombre del municipio.
Código SNIES del programa	Número del programa académico.
Programa Académico	Nombre del programa académico
ID Nivel Académico	Número de nivel académico
Nivel Académico	Pregrado, Posgrado
ID Nivel de Formación	Número del nivel de formación
Nivel de Formación	Doctorado, Especialización, Especialización médico-quirúrgica, Especialización técnico profesional, Especialización tecnológica, Especialización universitaria, Formación técnica profesional, Maestría, Tecnológica y Universitaria
ID Metodología	Número de la metodología
Metodología	Distancia (tradicional), Distancia (virtual), Dual, Presencial, Virtual
ID Área	Número del área
Área de Conocimiento	Nombre del área de conocimiento
ID Núcleo	Número del núcleo
Núcleo Básico del Conocimiento (NBC)	Nombre del núcleo básico del conocimiento
ID CINE CAMPO AMPLIO	Número del CINE campo amplio
DESC CINE CAMPO AMPLIO	Nombre del campo amplio
ID CINE CAMPO ESPECIFICO	Número del CINE campo específico
DESC CINE CAMPO ESPECIFICO	Nombre del campo específico
ID CINE CODIGO DETALLADO	Número del CINE código detallado
DESC CINE CODIGO DETALLADO	Nombre del código detallado
Código del Departamento (Programa)	Número del departamento en el que se impartió el programa académico
Departamento de Oferta del Programa	Nombre del departamento en el que se impartió el programa académico
Código del Municipio (Programa)	Número del municipio en el que se impartió el programa académico
Municipio de Oferta del Programa	Nombre del municipio
ID Sexo	Número del sexo
Sexo	Mujer u hombre
Año	Número del año
Semestre	Número del semestre
Graduados	Número total de graduados por semestre

Por otra parte, se realizaron las siguientes etapas en el desarrollo metodológico de esta investigación:

Etapas 1: *Descarga de los datos en el SNIES* (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior). En esta etapa se descargaron los documentos en formato Excel con los datos de egresados entre los años 2001 y 2020. El nombre de los documentos es el siguiente: *Estudiantes graduados 2001 a 2017, Estudiantes graduados 2018, Estudiantes graduados 2019 y Estudiantes graduados 2020.*

Etapas 2: *Integración de los datos.* En esta etapa se analizaron los nombres de las columnas de los diferentes documentos y se integraron en un solo documento principal.

Etapas 3: *Identificación de los nombres de programas académicos.* Se realizó el filtrado por nivel académico pregrado, el cual involucra programas académicos en los niveles técnicos, tecnológicos y profesional, y posteriormente se identificaron los diferentes nombres de programas de formación del conjunto de datos a partir del concepto raíz biblio*, archi* y docu* para recuperar los programas académicos asociados a la ciencia de la información, bibliotecología y archivística.

Etapas 4: *Normalización de nombres de programas, áreas temáticas, categorías, ciudades, modalidades y nivel de formación.*

Etapas 5: *Análisis de resultados.* El análisis de resultados se realizó con el software Excel y PowerBI (ver Tabla 3).

A continuación, se describe con detalle lo realizado e identificado en cada etapa:

Tabla 3

Etapas realizadas para esta investigación

Etapas	Descripción	Cantidad de resultados
Etapas 1 <i>Descarga de los datos en el SNIES</i>	Estudiantes graduados 2001 a 2017	4.290.760 graduados en Colombia (todos los programas académicos)
	Estudiantes graduados 2018	482.122 graduados en Colombia (todos los programas académicos)
	Estudiantes graduados 2019	507.338 graduados en Colombia (todos los programas académicos)
	Estudiantes graduados 2020	449.923 graduados en Colombia (todos los programas académicos)
Etapas 2: <i>Integración de los datos</i>	Consolidación de un solo documento con los datos presentes en los documentos de la Etapa 1.	5.730.143 graduados en Colombia (todos los programas académicos)
Etapas 3 <i>Identificación de los nombres de programas académicos</i>	En la columna Nivel Académico se filtró únicamente por Pregrado.	4.484.589 graduados de un programa de pregrado en Colombia (todos los programas académicos).

	Los sufijos biblio*, archi* y docu* fueron utilizados en la columna de Programa Académico.	21 nombres de programas académicos: 1. Archivística 2. Bibliotecología 3. Bibliotecología y archivística 4. Ciencia de la información - bibliotecología 5. Ciencia de la información y Bibliotecología 6. Ciencia de la información y la documentación, bibliotecología y archivística 7. Ciencia de la información, bibliotecología y archivística 8. Historia y archivística 9. Técnica profesional en archivística 10. Tecnología en archivística 11. Tecnología en documentación y archivística 12. Tecnología en gestión bibliotecaria 13. Tecnología en gestión de sistemas de información documental y archivística 14. Ciencias de la información y la documentación 15. Sistemas de información y documentación 16. Técnica profesional en documentología 17. Tecnología en gestión de sistemas de información y documentación 18. Tecnología en administración documental y micrografía 19. Tecnología en administración de sistemas de información y documentación 20. Tecnología en administración documental 21. Tecnología en gestión documental 21.386 graduados en programas en ciencia de la información, bibliotecología y archivística.
--	---	--

Etapa 4 Normalización de nombres de programas, áreas temáticas, categorías, ciudades, modalidades y nivel de formación.	• Institución de Educación Superior (IES) • Carácter IES • Departamento de domicilio de la IES • Municipio de domicilio de la IES • Programa Académico • Nivel de Formación • Área de Conocimiento • Núcleo Básico del Conocimiento (NBC) Municipio de Oferta del Programa
Etapa 5 Análisis de resultados	Los datos fueron descargados, integrados y normalizados en Microsoft Excel. Así mismo, se utilizó el software PowerBI para la creación de gráficas y visualizaciones. Los resultados son descritos en el siguiente apartado.

Resultados

El análisis de datos realizado sobre las fuentes de datos de egresados en Colombia, en los niveles de formación de pregrado, técnico, tecnólogo y profesional permitió identificar un total de 21.386 graduados en programas académicos técnicos, tecnólogos y profesionales (Ver Tabla 4).

El programa más representativo es la Tecnología en Gestión Documental con un total de 12.895 graduados equivalentes al 60.3% del total de graduados en ciencias de la información bibliotecología y archivística en Colombia desde el 2001 al 2020. Seguido de este, la Tecnología en Administración Documental ha graduado 1.995 personas equivalentes al 9.3%. El programa profesional que más ha graduado en los últimos veinte años es el pregrado en Ciencias de la Información y la Documentación con un total de 875 personas, equivalentes al 4.1%. Así mismo, a nivel técnico, el programa Técnica Profesional en Archivística ha graduado 336 personas equivalentes al 1.6% de toda la población de graduados en ciencias de la información, bibliotecología y archivística.

Tabla 4

Graduados por programa académico

Programa Académico	Total de graduados	% graduados
Tecnología en gestión documental	12895	60,3%
Tecnología en administración documental	1995	9,3%
Ciencias de la información y la documentación	875	4,1%
Tecnología en gestión bibliotecaria	839	3,9%
Ciencia de la información y Bibliotecología	820	3,8%
Ciencia de la información y la documentación, bibliotecología y archivística	678	3,2%
Sistemas de información y documentación	669	3,1%
Bibliotecología	653	3,1%
Tecnología en administración de sistemas de información y documentación	536	2,5%
Ciencia de la información - bibliotecología	381	1,8%
Tecnología en archivística	336	1,6%

Técnica profesional en documentología	176	0,8%
Archivística	121	0,6%
Historia y archivística	112	0,5%
Tecnología en administración documental y micrografía	90	0,4%
Tecnología en documentación y archivística	82	0,4%
Técnica profesional en archivística	46	0,2%
Tecnología en gestión de sistemas de información documental y archivística	34	0,2%
Ciencia de la información, bibliotecología y archivística	23	0,1%
Bibliotecología y archivística	17	0,1%
Tecnología en gestión de sistemas de información y documentación	8	0,0%
<i>Total general</i>	21386	

Las instituciones de educación superior, quienes tienen la responsabilidad de ofertar los programas de formación y, por supuesto, graduar a los profesionales, encuentra en el Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA la institución con más graduados, 15.775, equivalentes al 73.76% de toda la población de graduados en el nivel de formación tecnológico (ver Tabla 5).

Seguido del SENA, la Universidad del Quindío, ha graduado en el nivel profesional 1.553 personas, equivalentes al 7.26%; la Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano – UNINPAHU, 1.356 personas (6.34%); la Universidad de Antioquia, 1.110 personas (5.19%), la Universidad de la Salle, 686 personas (3.21%); Pontificia Universidad Javeriana, 404 personas (1.89%). Por su parte, las instituciones que han graduado en menor cuantía personas han sido la Corporación Tecnológica de Bogotá con 34 personas (0.165) y la Corporación Universitaria de Investigaciones y Desarrollo con 8 personas (0.04%), ambas instituciones graduado en los niveles técnico y tecnológico (Ver Tabla 5).

Tabla 5
Graduados por Institución de Educación Superior

Institución de Educación Superior (IES)	Total de graduados	% graduados
Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA-	15775	73,76%
Universidad del Quindío	1553	7,26%
Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano - UNINPAHU	1356	6,34%
Universidad de Antioquia	1110	5,19%
Universidad de La Salle	686	3,21%
Pontificia Universidad Javeriana	404	1,89%
Dirección Nacional de Escuelas	176	0,82%

Universidad Industrial de Santander	112	0,52%
Tecnológico de Antioquia	90	0,42%
Universidad Católica de Manizales	82	0,38%
Corporación Tecnológica de Bogotá - CTB	34	0,16%
Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo - UDI	8	0,04%
Total general	21386	

El análisis alrededor de la cantidad de graduados desde el 2001 hasta el 2020 permite ilustrar que desde el 2001 hasta el 2010 el rango de graduados estuvo entre 117 y 308 personas, representado en la Figura 3 sin proyecciones cuantiosas, por el contrario, continua en estos primeros diez años. No obstante, entre el 2010 y el 2018 se incrementaron considerablemente la cantidad de graduados en los diferentes niveles de formación. Así, en el 2010 se graduaron 165 personas y en el 2011, 1200 personas, representando un aumento de más de más del 1000% en la oferta de graduados.

Posterior al año 2011, el número de graduados en pregrado y en sus diferentes niveles de formación incremento año tras año, excepto en los años del 2015, 2019 y 2020, en los cuales se presentó una disminución de graduados respecto al año anterior 2014, 2018, respectivamente. Por otra parte, el nivel de formación con mayor cantidad histórica de graduados es el tecnológico, seguido del profesional. El nivel técnico, por su parte, desde el 2001 ha mantenido un ritmo homogéneo de graduados que se detuvo en el año 2017 (ver Figura 3 y Figura 4).

Figura 3
Graduados entre los años 2000 y 2020

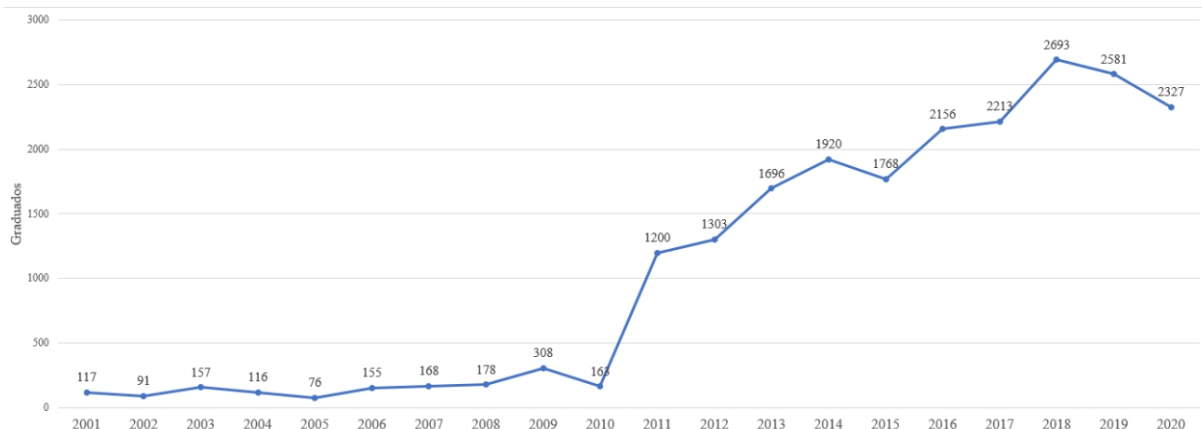
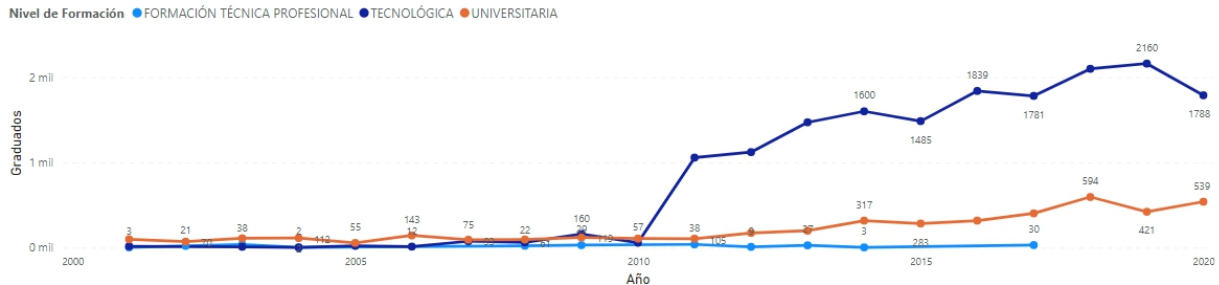


Figura 4

Graduados entre los años 2000 y 2020 por Nivel de formación de pregrado



Ahora bien, el sector de las instituciones de educación más participativo en la graduación de personas en las disciplinas de la ciencia de la información, bibliotecología y archivística es el oficial con un 88% de graduados frente al 12% de graduados. Este resultado representativo responde a la labor desempeñada en los últimos diez años por el Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA, quien es la institución de educación superior que más gradúa profesionales en las disciplinas, en el nivel tecnológico de pregrado, por la Universidad del Quindío y la Universidad de Antioquia en el nivel profesional de pregrado (ver Tabla 6).

Tabla 6

Graduados por sector oficial o privado de las Instituciones de Educación Superior

Sector IES	Total de graduados	% graduados
Oficial	18816	88%
Privada	2570	12%
Total general	21386	

El nivel de formación es un indicador clave que permite estimar la cantidad de graduados en los niveles técnicos, tecnológicos y universitario o profesional. En la Tabla 7 se describe el nivel de formación Tecnológica como el más representativo con un 79%, seguido del Universitario con un 20% y en menor cuantía, Formación Técnica Profesional con 1%. Esto representa una relación de cuatro tecnólogos por cada profesional, siendo el graduado en el nivel de tecnología el más cuantioso para el ejercicio profesional en ciencias de la información, bibliotecología y archivística.

Tabla 7

Graduados por nivel de formación

Nivel de Formación	Total de graduados	% graduados
Tecnológica	16815	79%
Universitaria	4349	20%
Formación Técnica Profesional	222	1%
Total general	21386	

Ahora bien, estos niveles de formación también están representados a través de la graduación por medio de las instituciones de educación superior. En la Tabla 8, podemos identificar que, en el nivel de formación Tecnológica, el Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA es la institución que más gradúa en este nivel de formación, seguido por la Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano-UNINPAHU.

En el nivel de formación Universitaria, la Universidad del Quindío es la institución que más gradúa en el país, seguido de la Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano-UNINPAHU y la Universidad de Antioquia. Finalmente, en el nivel de formación Técnica Profesional, la Dirección Nacional de Escuelas y el Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA son las dos y únicas instituciones que han graduado profesionales en dichas disciplinas.

Tabla 8

Graduados por nivel de formación e Institución de Educación Superior

Nivel de Formación	Institución de Educación Superior (IES)	Total de Graduados
Tecnológica	Servicio Nacional De Aprendizaje-SENA	15729
	Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano - UNINPAHU	536
	Universidad de Antioquia	336
	Tecnológico de Antioquia	90
	Universidad Católica de Manizales	82
	Corporación Tecnológica de Bogotá - CTB	34
	Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo - UDI	8
	Total Tecnológica	16815
Universitaria	Universidad del Quindío	1553
	Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano - UNINPAHU	820
	Universidad de Antioquia	774
	Universidad de La Salle	686
	Pontificia Universidad Javeriana	404
	Universidad Industrial de Santander	112
	Total Universitaria	4349
Formación Técnica Profesional	Dirección Nacional de Escuelas	176
	Servicio Nacional De Aprendizaje-SENA	46
	Total Formación Técnica Profesional	222

Las metodologías de oferta de los programas de formación han sido importantes a la hora de captar el interés de las personas a la hora de estudiar, en cualquier de nivel de formación, estudios en ciencia de la información, bibliotecología y archivística. En Colombia, la metodología presencial ha graduado el 92% de toda la oferta Técnica, Tecnológica y Profesional, seguida de la Distancia Tradicional con un 5%, Distancia Virtual 3% y Virtual con 1% (ver Tabla 9).

Tabla 9
Graduados por metodología

Metodología	Total de graduados	% graduados
Presencial	19661	92%
Distancia Tradicional	967	5%
Distancia (Virtual)	598	3%
Virtual	160	1%
Total general	21386	

Ahora, la oferta de estos programas académicos tiene departamento principal de oferta. En la Tabla 10, podemos identificar que la ciudad de Bogotá ha graduado la mayor cantidad de personas en dichas disciplinas con un 32,8%, seguido del departamento de Antioquia con un 14,3% y Quindío con un 8,2%, representando, estos dos departamentos y ciudad, el 55,3% de todos los graduados en Colombia. Por otra parte, departamentos como La Guajira, Vichada y Amazonas han representado el menor número de graduados en dichas disciplinas en Colombia; sin embargo, la oferta de graduados ha estado representada en 31 departamentos de Colombia (ver Figura 5).

Tabla 10
Graduados por Departamento que ofertó el programa académico

Departamento de Oferta del Programa	Total de graduados	% graduados
Bogotá	7011	32,8%
Antioquia	3050	14,3%
Quindío	1759	8,2%
Cundinamarca	1310	6,1%
Tolima	906	4,2%
Santander	837	3,9%
Atlántico	724	3,4%
Valle del Cauca	718	3,4%
Boyacá	615	2,9%
Cauca	594	2,8%
Norte de Santander	562	2,6%
Cesar	427	2,0%
Caldas	367	1,7%
Risaralda	361	1,7%
Meta	336	1,6%
Huila	307	1,4%
Magdalena	259	1,2%
Bolívar	223	1,0%
Córdoba	161	0,8%

Nariño	154	0,7%
Casanare	122	0,6%
Guaviare	120	0,6%
Chocó	101	0,5%
Guajira	100	0,5%
Arauca	63	0,3%
Caquetá	44	0,2%
Putumayo	43	0,2%
San Andres y Providencia	41	0,2%
La Guajira	36	0,2%
Vichada	25	0,1%
Amazonas	10	0,0%
Total general	21386	

Figura 5
Graduados por Departamento que ofertó el programa académico



Nota. Elaboración propia utilizando PowerBI.

A nivel ciudad, en 97 ciudades y municipios de Colombia se han graduado personas en ciencia de la información, bibliotecología y archivística. Bogotá con un 34,59%, Medellín con 9,65%, Armenia con un 8,23%, Ibagué con un 4,01 y Barranquilla con un 3,14% son las cinco ciudades con más oferta de profesionales en dichas disciplinas, conformando el 59,66% de toda la oferta de profesionales en Colombia como se observa en la Tabla 11 y en la Figura 6.

Tabla 11

Graduados por municipio o ciudad que ofertó el programa académico

Municipio de Oferta del Programa	Total de graduados	% graduados
Bogotá	7397	34,59%
Medellín	2064	9,65%
Armenia	1759	8,23%
Ibagué	858	4,01%
Barranquilla	681	3,18%
Bucaramanga	575	2,69%
Cúcuta	545	2,55%
Popayán	522	2,44%
Tunja	497	2,32%
Pereira	361	1,69%
Otras Ciudades	6127	28,65%
Total general	21386	

Nota. Las 10 ciudades que más graduaron en Colombia en programas de ciencia de la información, bibliotecología y archivística entre el 2000 y el 2022.

Figura 6

Graduados por municipio que ofertó el programa académico



Nota. Elaboración propia utilizando PowerBI.

Por último, los datos disponibles por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, a través del Sistema Nacional de Información de Información de la Educación Superior, permitió describir la disponibilidad de graduados en Mujer y Hombre. Así, las mujeres representan el 74% de toda la oferta y los hombres el 26%.

Tabla 12

Graduados por sexo

Sexo	Total de graduados	% graduados
Mujer	15863	74%
Hombre	5523	26%
Total general	21386	

Nota. El sexo Mujer y Hombre es el dato disponible en los documentos descargados del SNIES.

Discusión y Conclusiones

Los datos disponibles por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, a través del Sistema Nacional de Información de Información de la Educación Superior nos han permitido identificar y trazar puntos de oferta de personas en los niveles de formación técnica, tecnológica y profesional de pregrado en Colombia para programas académicos en ciencia de la información, bibliotecología y archivística.

Sin embargo, los datos y el análisis no permitió identificar la relación o transición que realizan técnicos a programas tecnológicos o profesionales o tecnólogos a programas universitarios y/o profesionales, pues esta práctica, de acuerdo a los intereses motivaciones o intereses de las personas, así como la posibilidad de homologación de las instituciones de educación superior, es recurrente en personas que, por ejemplo, cursaron una Tecnología en Gestión Bibliotecaria del SENA y deciden adoptar un programa profesional que les permite homologar como lo han tenido la Universidad de la Salle o la Fundación Universitaria para el Desarrollo Humano-UNINPAHU, ambas en Bogotá.

Por otra parte, la capacidad de oferta de personas con títulos en los diferentes niveles de formación técnica, tecnológica y profesional está ubicada en los principales centros urbanos de Colombia. Ciudades como Bogotá y Medellín convergen la mayor cantidad de profesionales, pues son estas ciudades la que concentran, por supuesto, los lugares potenciales de trabajo, la mayor cantidad de instituciones de educación superior que ofertan estos programas y una de empresas, entidades, organizaciones y unidades de información que demandan las funciones y servicios de estos profesionales. Esto a su vez, responde a la oferta de unidades de información del tipo bibliotecas, centros de documentación o archivos, que se ubican en ciudades principales, municipios o lugares en las que la agenda política y de gobierno priorice estas unidades de información como parte del desarrollo de las comunidades.

Finalmente, los profesionales en sus diferentes niveles de formación deben establecer mecanismos de participación, colaboración e integración que de voz a las necesidades, oportunidades y amenazas que se estimen en el ejercicio profesional de cada uno. Es importante y clave, de cara al futuro del ejercicio profesional, disponer redes de trabajo en todos los niveles que permita una comunicación alta y orientada a la transformación de nuestras bibliotecas, archivos y unidades de información, permitiendo un mejor porvenir de nuestra sociedad a través de los servicios de la información.

Bibliografía

Congreso de Colombia. (2000). *Ley 594 de 2000*

<https://normativa.archivogeneral.gov.co/ley-594-de-2000/>

Congreso de Colombia. (2010). *Ley 1379 de 2010*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38695>

Congreso de Colombia. (2010). *Ley 1709 de 2010*

<https://normativa.archivogeneral.gov.co/ley-1409-de-2010/>

Corporación Tecnológica de Bogotá. (2022). *Técnico Profesional en Desarrollo de Procesos y Servicios Bibliotecarios*

<https://www.ctb.edu.co/tecnico-profesional-en-desarrollo-de-procesos-y-servicios-bibliotecarios/>

Cámara de Representantes. (2020). *Biblioteca para todos*

<https://www.camara.gov.co/bibliotecas-escolares-para-todos>

Colprensa. (2013). “Colombia no sabe cuántas entidades públicas tiene”. *Asuntos Legales*

<https://www.asuntoslegales.com.co/actualidad/colombia-no-sabe-cuantas-entidades-publicas-tiene-2043563>

Congreso de Colombia. (1975). *Ley 11 de 1979*

<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley-11-1979.pdf>

Congreso de Colombia. (1975). *Ley 397 de 1997*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=337>

Bibliografía

Congreso de Colombia. (2000). *Ley 594 de 2000*

<https://normativa.archivogeneral.gov.co/ley-594-de-2000/>

Congreso de Colombia. (2010). *Ley 1379 de 2010*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38695>

Congreso de Colombia. (2010). *Ley 1709 de 2010*

<https://normativa.archivogeneral.gov.co/ley-1409-de-2010/>

Corporación Tecnológica de Bogotá. (2022). *Técnico Profesional en Desarrollo de Procesos y Servicios Bibliotecarios*

<https://www.ctb.edu.co/tecnico-profesional-en-desarrollo-de-procesos-y-servicios-bibliotecarios/>

Cámara de Representantes. (2020). *Biblioteca para todos*

<https://www.camara.gov.co/bibliotecas-escolares-para-todos>

Colprensa. (2013). “Colombia no sabe cuántas entidades públicas tiene”. *Asuntos Legales*

<https://www.asuntoslegales.com.co/actualidad/colombia-no-sabe-cuantas-entidades-publicas-tiene-2043563>

Congreso de Colombia. (1975). *Ley 11 de 1979*

<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley-11-1979.pdf>

Congreso de Colombia. (1975). *Ley 397 de 1997*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=337>

Corporación Universitaria del Caribe. (2022). *Técnico Profesional en Gestión Documental*

<https://www.corpoune.edu.co/tecnico-profesional-en-gestion-documental/>

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change* 114, 254-280.

Portafolio. (2021). Empresas en Colombia: cuántas han cerrado y cuántas hay activas.

Portafolio. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/empresas-en-colombia-cuantas-han-cerrado-y-cuantas-hay-activas-a-mayo-del-2021-554985>

San José State University. (2021). *MLIS Skills at Work: A Snapshot of Job Postings*

<https://ischool.sjsu.edu/lis-career-trends-report>

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. (2022). *Tecnología en Gestión Bibliotecaria*

<https://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/Estudie-en-el-SENA.aspx>

Universidad de la Salle. (2022). *Pregrado de Archivística e Inteligencia de Negocios*

<https://www.lasalle.edu.co/pregrado/archivistica-e-inteligencia-de-negocios>

Universidad de Antioquia. (2022). *Pregrado de Bibliotecología*

<https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/unidades-academicas/escuelas/interamericana-bibliotecologia/programas-academicos/programas-pregrado/contenido/asmenulateral/bibliotecologia>

Universidad de la Salle. (2022). *Pregrado de Bibliotecología y Estudios de la Información*

<https://www.lasalle.edu.co/pregrado/bibliotecologia-y-estudios-de-la-informacion>

Universidad del Quindío. (2022). *Pregrado en Ciencia de la Información y la Documentación, Bibliotecología y Archivística*

<https://www.uniquindio.edu.co/programas/publicaciones/299/cidba/>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2022). *Pregrado en Archivística y Gestión de la Información Digital* <http://www1.udistrital.edu.co:8080/web/archivistica-y-gestion-de-la-informacion/plan-de-estudios>

Universidad Industrial de Santander. (2022). *Pregrado en Historia y Archivística*

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/cienciasHumanas/escuelas/historia/programasAcademicos/historia/index.jsp?variable=44>

Zapata Cárdenas, C. A. (2007). La oferta formativa en bibliotecología en Colombia: análisis actual del sector. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 30(2), 165-188.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/RIB/article/view/1876/1548>

INFLUENCIA DE LOS APORTES TEÓRICOS DE LAS CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, DESDE UNA PERSPECTIVA DE GESTIÓN Y CONTROL INTERNO EN LAS MIPYMES DEL SECTOR COMERCIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.

INFLUENCE OF THE THEORETICAL CONTRIBUTIONS OF THE ADMINISTRATIVE SCIENCES, FROM A PERSPECTIVE OF MANAGEMENT AND INTERNAL CONTROL IN MSMES IN THE COMMERCIAL SECTOR OF THE MUNICIPALITY OF FACATATIVÁ.

Joan Sebastián Martínez Ordoñez¹ 

Yesica Andrea Cañas Martínez² 

¹Bachiller académico. Estudiante de Contaduría pública en la Universidad de Cundinamarca sede Facatativá. Colombia.
Correo: joansebastianmartinez@ucundinamarca.edu.co.

²Técnico profesional. Estudiante de Contaduría pública en la Universidad de Cundinamarca sede Facatativá. Colombia.
Correo: ycanas@ucundinamarca.edu.co.

Para citar este artículo: Martínez Ordoñez, J. & Cañas Martínez, Y., (2023). Influencia de los aportes teóricos de las ciencias administrativas, desde una perspectiva de gestión y control interno en las MIPYMES del sector comercial del municipio de Facatativá. Revista Loginn: Investigación Científica y Tecnológica, Loginn 7 (2). <https://dx.doi.org/10.23850/25907441.5993>

Recibido: 20 de octubre de 2023

Aceptado: 22 de diciembre de 2023

Publicado en línea: 27 de diciembre de 2023

RESUMEN

Las MIPYMES, conocidas también como micro, pequeñas y medianas empresas, durante los últimos años se han convertido en uno de los pilares de la economía regional y nacional. Son participes de todos los sectores de la economía, pero se destaca el sector comercial como sucede en el municipio de Facatativá, donde gracias al desarrollo de sus actividades comerciales, ayudan a la generación de empleo, la circulación de la economía y el desarrollo socioeconómico del municipio. Para el año 2023, en Facatativá se encuentran legalmente constituidas alrededor de 950 empresas pertenecientes a este sector, sin mencionar aquellas que se encuentran funcionando de manera informal; aunque, aportan a la economía del municipio, no hay una manera óptima de medir las estadísticas. Por lo tanto, la gestión empresarial y el control interno juegan un papel fundamental para que las MIPYMES puedan seguir avanzando de la manera en que actualmente lo están haciendo, pues permite observar con claridad todas las actividades de gestión que realizan las empresas para cumplir con sus objetivos y ayuda a tener un control y un monitoreo constante de los procedimientos internos, siendo así, dos herramientas que pueden aportar de forma teórica y práctica a los distintos departamentos de las organizaciones empresariales.

ABSTRACT

MSMEs, also known as micro, small and medium-sized enterprises in the recent years they have become in one of the pillars of the regional and national economy. They participate in all economy sectors, but the commercial sector stand out over the rest, as happens in Facatativa, they help to produce employment, also they're implicated in the economy circulation and they contribute to the socioeconomic development of the city. By the 2023, in Facatativa there is around 950 companies constituted legally and they belong to this sector, however there is any enterprises that it works in an informal way. Though they contribute to the regional economy, there's not an optimal way to calculate these statistics. Hence, the business management and the internal control have a fundamental role so that MIPYMES can progressing like the way they are currently doing, because it allows managers to supervise clearly the management activities that the enterprises doing to accomplish their goals and it help having an internal control to supervise the internal activities, becoming in two tools that can contribute in a theoretical and practice way to all sections of the business organizations.

Palabras clave:

Gestión,
Control
Interno,
MiPymes,
Administración.

Keywords:

Management;
Internal
Control;
Mipymes;
Administration.

Introducción

Este artículo se enfoca principalmente en la influencia que puede llegar a tener la aplicación de una o más teorías administrativas en la gestión empresarial de las pequeñas y medianas empresas de Facatativá. Se pretende determinar si existe la aplicación de un modelo de control interno dentro de sus organizaciones empresariales que contribuya al desarrollo normal de sus operaciones mercantiles.

Dentro de los aportes teóricos más conocidos y que se aplicarán en este documento, se encuentran las teorías administrativas como, por ejemplo: la “teoría de las relaciones humanas” de Elton Mayo, la “teoría clásica” de Henry Fayol, y la “teoría de control interno” de Holmes, entre otras. Identificar cuál de las teorías mencionadas es la que más se aplica y se adapta a las MIPYMES del sector comercial de Facatativá, ya que si bien es cierto existe una gestión administrativa por parte de los gerentes, cabe la probabilidad de que no tengan claro de que la forma en que gestionan sus actividades empresariales podría corresponder con una teoría administrativa o un modelo de control interno en particular.

Desde la perspectiva del control interno, se pretende determinar si los empresarios tienen en cuenta actividades de monitoreo continuo, normas de control, políticas y manuales de procedimientos para el desarrollo normal de sus actividades comerciales, ya que son fundamentales para el buen funcionamiento de las empresas, especialmente en las MIPYMES de Facatativá porque podrían influir de manera positiva con respecto a los resultados y la rentabilidad esperada.

Con todo lo anterior, esto causa principalmente que los empresarios de las MIPYMES del municipio de Facatativá desconozcan los posibles riesgos de operación y gestión organizacional ignorando las teorías administrativas y los modelos existentes de control interno brindados en esta investigación. Por lo tanto, es un tema de suma importancia porque generalmente estas empresas cuentan empleados subordinados que ejercen actividades relacionadas con su operación; sin embargo, es complejo mantener un orden y control óptimo de todas las actividades, por lo que los administradores puedan ver innecesario la aplicación de estas mismas ya que supondría un gasto mayor y una obligación directa para ellos.

Además, este artículo pretende disminuir los riesgos que se puedan presentar en la empresa, a través de la aplicación de las teorías administrativas mencionadas anteriormente que permitan establecer una gestión organizacional para las empresas del municipio de Facatativá y a su vez, conocer un modelo “COSO” (Sistema de control interno) que proporcione un liderazgo en el monitoreo de las actividades internas, ayudando a mitigar posibles inconsistencias y, la prevención de riesgos y fraudes.

Antecedentes Prácticos

En la investigación denominada “Principales factores que influyen en el éxito o fracaso de las empresas MiPymes, constituidas en los municipios de Facatativá, Madrid y Mosquera, durante los años 2018 a 2020”, realizada por Hernández y Sánchez (2021), se evidencia que en la sabana de occidente, principalmente en el municipio de Facatativá, las MIPYMES son el eje central por el cual la economía del municipio fluye de manera óptima, permitiendo así, que año tras año se aumente el registro mercantil de empresas nuevas que buscan una alternativa de aumentar sus ingresos propios y al mismo tiempo contribuir a un beneficio común. Por esto mismo, de acuerdo con la información suministrada por la cámara de comercio del municipio de Facatativá, el número de entidades que registraron su matrícula mercantil por primera vez durante los años 2018, 2019 y 2020 (U de C, 2021), tuvo una serie de variaciones en sus cantidades. Para el año 2019, cuando la economía nacional estaba teniendo un desarrollo representativo, la cantidad de entidades que registraron su matrícula mercantil aumentó de 145 a 158, demostrando una mejoría notable en la economía, ya que más personas pudieron sacar a flote sus emprendimientos debido a la solvencia económica o a una buena planeación y gestión; por otro lado, para el 2020, un año conocido por la gran crisis económica derivada del COVID-19,

una bacteria en ese entonces desconocida para la humanidad entera pero que afectó mundialmente a la economía obligando a cerrar fronteras entre países, generó un estancamiento en la producción de bienes y prestación de servicios y generalmente en cualquier ámbito empresarial, obligando a una desaceleración económica notable que afectó en gran magnitud a todos los países del mundo, especialmente a los que no son gran potencia. Esto, generó un declive en el registro de nuevas matrículas mercantiles para el municipio de Facatativá al momento de pasar por incertidumbres en la economía, lo que ocasiona una desconfianza alta para los emprendedores de la región.

También, es importante mencionar las entidades que renovaron su registro mercantil en el municipio durante estos años, ya que supone una estabilidad económica en el desarrollo de sus actividades empresariales. Y, es que a pesar de que la pandemia mundial por el COVID-19 ocasionara sus mayores efectos negativos en la economía en el año 2020, no fue impedimento para que los empresarios y administradores de las MIPYMES del municipio de Facatativá no renovarían sus registros mercantiles, por el contrario, se evidenció un incremento considerable entre el año 2019 y 2020, con relación a los años 2018 y 2019, suponiendo que cuando se presenta una crisis de esa magnitud, las consecuencias demostrarían efectos totalmente contradictorios a los mencionados. Dicho así, en Facatativá se evidenció que en el año 2019 se renovaron 180 registros mercantiles, y para el año 2020 se experimentó una mejoría en relación con este mismo, porque fueron 868 las entidades que renovaron su registro mercantil.

Esto supone la aplicación de un modelo de control interno para la optimización de recursos tanto físicos como económicos. Sin embargo, el “control interno” ha tenido varios significados a lo largo de la historia de acuerdo con sus diferentes autores:

Por un lado, Catácora (1996) explica que, el control interno es la base sobre el cual descansa la confiabilidad de un sistema contable, el grado de fortaleza determinará si existe una seguridad razonable de las operaciones reflejadas en los estados financieros. Una debilidad importante del control interno, o un sistema de control interno poco confiable, representa un aspecto negativo dentro del sistema contable.

Asimismo, Meigs y Larsen (1994), se refieren al propósito principal de un buen control interno, cuyo objetivo es promover la operación, utilizar dicho control en la manera de impulsarse hacia la eficacia y eficiencia de la organización. Por su parte, Redondo (1993) indica que, se debe hacer un estudio y una evaluación adecuada de control interno existente, como base para determinar la amplitud de las pruebas a las cuales se limitarán los procedimientos de auditorías. De otro lado, Leonard (1990) define que, los controles es en realidad una tarea de comprobación para estar seguro de que todo se encuentra en orden. Y, por último, Poch (1992) profundiza que, el control aplicado de la gestión tiene por meta la mejora de los resultados ligados a los objetivos.

Marco Teórico

Para el desarrollo de este artículo, los aportes teóricos administrativos y la teoría de control interno mencionadas anteriormente, son fundamentales porque ayudan a dar contextualización sobre aquellos términos que los empresarios no tienen del todo claro, también sobre las alternativas de aplicación que podrían tener para cada una de estas teorías y, por último, los beneficios que trae para los empresarios del municipio de Facatativá.

Es importante mencionar que, para la recopilación de la información de las MIPYMES de Facatativá se realizó una encuesta con el fin de tipificar qué tipo de empresas existen dentro del sector comercial. Se utilizó este sector porque es el que interviene directamente en la economía de la región y, por ende, contribuye notablemente al desarrollo del municipio; en Facatativá, es el eje principal de todos los emprendedores porque abarca micro, medianas y pequeñas empresas de calzado, de ropa, papelerías, ópticas, entre otras, asumiendo un control amplio sobre el comercio.

Se consideró que es el sector más fuerte dentro del municipio y, por lo tanto, la aplicación de la encuesta se enfocó especialmente en este sector de la economía, con el fin de obtener resultados que permitan analizar la información de las MIPYMES que realmente han utilizado alguna de estas teorías administrativas y si, dentro de sus empresas aplican algún sistema de control interno, determinar de qué manera los han utilizado, que beneficios han obtenido al momento de esta aplicación, el conocimiento que tienen acerca de estas teorías mencionadas y si, por algún motivo no han pensado en alternativas nuevas que les permita mejorar operativamente y administrativamente.

Para el desarrollo de este artículo, se tienen como referencias las siguientes teorías administrativas que son consideradas las más aplicables al sector comercial y, por lo tanto, se pretende determinar si ha existido su aplicación desde antes de esta investigación; las teorías administrativas en mención son: la “teoría de las relaciones humanas” de Elton Mayo, la “teoría de las organizaciones” de Hebert Simón y la “teoría clásica” de Henry Fayol, entre las demás teorías administrativas que aportan de manera significativa a las MIPYMES. Por otro lado, respecto al control interno, se tomará como referencia a Holmes con su “Teoría del control interno” donde se podrá identificar este mecanismo en todas las áreas de las organizaciones empresariales, aplicando un monitoreo de las actividades principales y de las operaciones de la empresa, y que, a su vez, se relaciona con lo que se conoce como modelo COSO que ha tenido sus definiciones de acuerdo con sus diferentes autores:

El modelo “COSO” puede ser definido como: técnicas de control interno y criterios para una eficiente gestión de la organización. Siendo así, el informe COSO plantea que el control interno sea un proceso integrado, que forme parte de los procesos de los negocios y no pesados mecanismos burocráticos añadidos a los mismos (Cooper & Lybrand, 1997).

Sin embargo, Diego (2011) alude que, el modelo COSO es más que un conjunto de procedimientos de control, se trata más bien de un marco que considera la tarea de un control interno de una empresa como un fenómeno complejo y dinámico. Por lo contrario, para Fonseca Luna (2011), el COSO establece los criterios para lograr una gestión efectiva y eficiente en la evaluación del riesgo y en la evaluación de los controles internos en las organizaciones. Asimismo, el presente modelo brinda un plan estratégico que incide esencialmente en los resultados de la gestión. (Cuellar, 2009; Santa Cruz Marín, 2014).

El modelo COSO cuenta con herramientas cruciales en el monitorio y control de todas las actividades de la empresa; por lo tanto, lo convierte en uno de los sistemas más utilizados por las grandes empresas, demostrando fielmente que es una ventaja para generar más rentabilidad y para optimizar el tiempo y los recursos. Este modelo ayuda a que exista una integración de los diferentes sistemas que existan dentro de las empresas, por ejemplo, la inclusión de todas las áreas productivas y administrativas promoviendo un trabajo cooperativo para obtener beneficios en común.

La aplicación de un Modelo COSO en una MYPIME podría significar la optimización total de todos los recursos, el control de las actividades, y como consecuencia una mayor rentabilidad a corto plazo. Generalmente, los gerentes o representantes de las MIPYMES prefieren abordar temas como la gestión empresarial para el desarrollo de sus negocios, porque está más relacionado con la administración y las empresas, sin embargo, dejan en la incertidumbre un término que les podría facilitar muchas cosas como sucede con el “control interno”.

Para que una organización sea eficiente y pueda garantizar la buena utilización de los recursos económicos y físicos de la organización que van a ser utilizados para el cumplimiento de metas y objetivos planteados, es necesario de un sistema de control interno aplicable a la actividad principal de la empresa, ya que este ayuda a reducir el uso inadecuado de los mismos. De acuerdo con esto, la teoría de control interno según Holmes (1987), en sus investigaciones realizadas sobre este tema, explica que:

El control interno es una obligación que depende del gerente y sirve para conservar en buen recaudo los bienes de la empresa además de vigilar y garantizar su protección y buena administración de los mismos para evitar todo tipo de fraudes, malversaciones, robos y estafas que pudieran cometer tanto trabajadores, empleados y todos los que tenga relación directa con el área contable, todos los recursos a utilizarse deben tener la autorización de gerencia. (Olaya, 2021, p. 28)

Teniendo en cuenta lo anterior, el desarrollo de un control interno dentro de una MYPIME es de gran importancia en vista de que esta herramienta ayuda significativamente al alcance de los objetivos y metas que se traza una organización, aunque Holmes agrega que las funciones de gerencia es garantizar que la información contable que se presenta debe ser verdadera y confiable para la toma de las decisiones correctas; además, que ayuda en cuestiones de créditos para beneficio de la empresa (Olaya, 2021).

Finalmente, la importancia que asume el control interno es brindarle a la organización un grado de confianza y proporcionar seguridad razonable relacionada no solo con lo administrativo si no con lo contable, y en sí, con todas y cada una de las dependencias de una entidad; como se mencionó antes, todo esto para alcanzar cada una de las metas y objetivos trazados, promoviendo así la exactitud y la eficacia oportuna en cuanto a los datos contables.

Pasando a un aspecto más administrativo, en la investigación denominada "Aplicabilidad de los aportes de Elton Mayo en la gestión de las Pequeñas y Medianas organizaciones de la ciudad de Bahía Blanca", demuestra que Elton Mayo fue uno de los precursores en el estudio sobre los aspectos influyentes en el ámbito organizacional, donde se resalta el factor humano y social de los trabajadores ya que son determinantes en el cumplimiento de las metas comunes de las organizaciones empresariales.

Las investigaciones realizadas por Elton Mayo en Hawthorne permitieron la incorporación de los primeros conceptos sobre un nuevo rol en el ámbito organizacional: el líder. Contemporáneo a este autor, es particularmente conocido el desarrollo de esta temática de liderazgo por parte de Kurt Lewin en sus investigaciones, quien diferencia las tipologías de jefe autoritario, jefe democrático y jefe permisivo o laissez-faire. (Cabrera y Schwerdt, 2014, p. 11)

Con esto, se pretende dar un contexto adicional sobre las posibles líneas de mando planteadas por Elton Mayo y que intervienen directamente en el desarrollo de su teoría de las relaciones humanas, haciendo alusión a que el factor más importante de una organización es el factor "humano" y la manera en que el individuo se adapta al ámbito organizacional de acuerdo con las condiciones presentadas.

También, mediante la continua participación del trabajador demostrando su versatilidad, y por parte de la empresa, desarrollando procesos de gestión organizacional que permitan generar una motivación, para que así mismo, con un trabajo conjunto, se puedan alcanzar los objetivos planteados.

Para un control óptimo en las organizaciones, se deben tener en cuenta unos mecanismos de acción para abarcar las diferentes perspectivas del control interno, donde Fonseca (2011) en su investigación denominada "sistemas de control interno para organizaciones" evidencia lo importante que es tener un control interno, ya que una organización eficiente depende de unas funciones básicas de organización empresarial; por ejemplo, diseñar o adoptar metodologías que permitan aprovechar de forma significativa la jornada laboral evitando el tiempo ocioso y alza de costos en el proceso de producción. Es por esto que, Espinoza (2009) citando a Fayol (1971) plantea que, una buena gestión gerencial cae dentro de ciertos patrones que pueden ser identificados y analizados. En su opinión es posible enseñar la administración una vez que se conocen sus principios y se formula una teoría general.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo fundamental es alcanzar mediante esta teoría los niveles más altos en cuanto a la productividad, generando así prosperidad a la organización. En consecuencia con lo anterior, según Trujillo (2010) la teoría clásica de la administración nace con la necesidad de encontrar lineamientos funcionales para administrar organizaciones complejas y por lo que cita a Fayol (1971), que menciona:

Fayol dividió las operaciones industriales y comerciales en seis grupos que se denominaron funciones básicas de la empresa, las cuales son: Funciones Técnicas: relacionadas con la producción de bienes o de servicios de la empresa; Funciones Comerciales: relacionadas con la compra, venta e intercambio; Funciones Financieras: relacionadas con la búsqueda y gerencia de capitales; Funciones de Seguridad: relacionadas con la protección y preservación de los bienes de las personas; Funciones Contables: relacionadas con los inventarios, registros balances, costos y estadísticas; Funciones Administrativas: relacionadas con la integración de las otras cinco funciones. Las funciones administrativas coordinan y sincronizan las demás funciones de la empresa, siempre encima de ellas. (Trujillo, 2010, pp. 36-37)

De acuerdo con la teoría de las organizaciones de Hebert Simon, se presenta un modelo de organización en la sociedad con el objetivo de descubrir las limitaciones con las que cuenta el ser humano en su totalidad. Dicho con palabras de Guadarrama (s. f.), quien cita a Herbert Simón y March James en la teoría denominada Teoría de la decisión, donde plantean que su influencia en el desarrollo de la teoría administrativa posterior ha sido importantísima y permanente para investigar en forma científica. Uno de sus mayores aportes fue la Teoría de la decisión partiendo de la base de que todas las personas que trabajan en la empresa toman decisiones y esto es importante; y, además menciona que, la decisión es la base de la planeación, ya que permite fijar un curso a seguir de entre múltiples alternativas presentadas para obtener un objetivo; de ellas dependerá el desarrollo eficiente de las actividades que se plantean cotidianamente.

Por lo tanto, esta teoría lleva a que la toma de decisiones acertadas bajo cualquier tipo de riesgo se basa principalmente en utilizar criterios acertados puesto que el “hombre administrativo” posiblemente es aquel que busca que, al realizar las cosas el resultado de ello es satisfactorio, independientemente del modo o proceso con el que se haya llevado a cabo.

Sobresale igualmente, la investigación de Fiallo et al (2015), denominada “El clima organizacional dentro de una empresa”, que dan a entender que, el clima organizacional dentro de una empresa influye en el rendimiento de esta misma, por ende, si este es favorable, se logra identificar un gran desempeño laboral. El objetivo de esta investigación es dar a conocer las motivaciones y desmotivaciones de un trabajador dentro de la empresa. Se genera un planteamiento del clima organizacional a través de la teoría de los profesores Litwin y Stinger, la cual plantea 9 factores (estructura, responsabilidad, recompensa, desafíos, relaciones, cooperación, estándares, conflicto e identidad), los cuales generan una optimización del clima organizacional.

Por otra parte, plantea ciertos beneficios y consecuencias negativas del clima organizacional. Algunos beneficios que se logran identificar son: satisfacción, actitudes laborales positivas, adaptación y conductas constructivas. Sin embargo, en un clima organizacional deficiente se identifican ciertas actitudes negativas reflejado en el bajo rendimiento laboral y poca innovación.

En los diferentes climas organizacionales, se presentan tanto motivaciones como desmotivaciones en el ámbito laboral, esto debido a diferentes características de la teoría planteada. Se contemplan aptitudes en los trabajadores como liderazgo y relaciones interpersonales donde las empresas fortalecen estas actitudes de los trabajadores utilizando factores para la mejora del clima organizacional. Por lo tanto, el clima organizacional se relaciona directamente con la motivación laboral. Se puede evidenciar en la investigación de Kat Boogaard (2022), que Victor Vroom en su teoría denominada “la teoría de la expectativa” sostiene que, la motivación de un individuo está influenciada por la expectativa de que su esfuerzo resultará en un resultado específico. La fórmula para calcular la motivación es: $\text{Motivación} = V * I * E$, donde V representa la validez de la relación entre el esfuerzo y el resultado, I representa la instrumentación (las acciones que el empleado puede tomar para lograr el resultado) y E representa la expectativa (la probabilidad de que el empleado crea que el resultado será obtenido).

Asimismo, en la investigación denominada motivación y personalidad de Maslow (1991) explican que, el individuo es un todo integrado y organizado, donde debemos tener en cuenta esta realidad experimental para hacer posible una teoría consistente de la motivación; por ejemplo, significa que todo individuo está motivado, y no solo una parte de él; si examinamos los deseos del individuo que tiene en la vida cotidiana, comprobamos que tiene una característica importante, que son generalmente medios para alcanzar un fin más en sí mismos.

Por otra parte, se asume que la motivación es constante, inacabable, fluctuante y compleja, que hacen parte de los estados motivadores de Maslow, pero el primer problema está en que el ser humano nunca está satisfecho con lo que hace en la vida, y, el segundo problema son las necesidades, las cuales parecen ordenarse en una especie de jerarquía de predominio; por estos motivos Maslow plantea la pirámide de necesidades para triunfar (necesidades fisiológicas, necesidades de seguridad, necesidades de afiliación, necesidades de reconocimiento y necesidades de autorrealización).

Área de estudio

El área de estudio de este proyecto de investigación comprende el municipio de Facatativá, que se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca específicamente en el extremo occidental de la Sabana de Bogotá D.C., a 36 Km de la ciudad capital, cerrándose en dos ramificaciones de la cordillera Oriental, constituidas por los cerros de "Aserraderos" y "Santa Elena", de los cuales uno sigue la dirección de Occidente Sur, formando el cerro de Manjuy y el otro de Occidente-Oriente, formando los cerros de Churrasi, Piedrecitas y Mancilla, para terminar en el punto de la vuelta del cerro, en el camino que conduce a Subachoque (Alcaldía de Facatativá, 2017).

Su extensión territorial consta de 158 km², de los cuales 6 km² corresponden al área urbana y los restantes 152 km² al área rural. Integra principalmente las actividades que tienen relación directa con el comercio, los servicios, industrias manufactureras y empresas de agricultura, convirtiéndose así en uno de los municipios líderes de la sabana de occidente, que por su ubicación geográfica le permite acaparar grandes partes del mundo comercial, representando un gran potencial económico, financiero y administrativo, desarrollado en su mayoría por las MIPYMES del sector comercial del municipio.

En cuanto a sus fronteras territoriales, "Facatativá limita por el norte con el Municipio de Sasaima, la Vega, y San Francisco; por el Sur, con Zipacón y Bojacá; por el Oriente con Madrid y el Rosal; por el Occidente, con Anolaima y Albán (Alcaldía de Facatativá, 2017), lo que facilita el desarrollo del sector comercial del municipio al ser un lugar céntrico del país.

Por último, la población principal la cual va a ser objeto de estudio de esta investigación, son todos los empresarios de las MIPYMES del sector comercial de Facatativá, actividades tales como, por ejemplo: locales comerciales de calzado, de ropa, minimercados, ópticas, consultorios de odontología, entre las demás MIPYMES existentes en este sector.

Materiales y Métodos

Materiales

Para iniciar la primera fase de la presente investigación, los elementos que se utilizaron fue una encuesta realizada por dos de los coinvestigadores del semillero Semillas de Facatativá, que consistió en 24 preguntas de selección múltiple divididas en dos secciones; la primera sección, que comprendió las preguntas del 1 al 10, estuvo centrada en evaluar el conocimiento sobre el entorno de la entidad y la importancia que tiene el control interno y la gestión desde la perspectiva administrativa. La segunda sección, abarcó las preguntas del 11 al 24, las cuales se enfocaron en los conceptos teóricos de gestión administrativa que están directamente relacionados con los empleados de cada entidad; esta encuesta fue realizada a un total de 44 MIPYMES del municipio de Facatativá, Cundinamarca.

Métodos

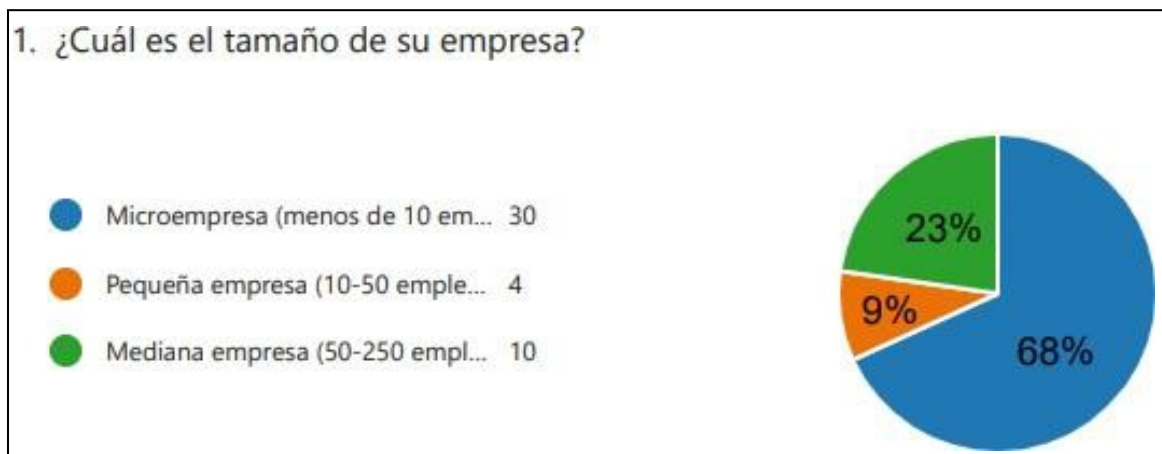
Para el desarrollo de este artículo de carácter investigativo, se tuvo en cuenta una línea de investigación de enfoque mixto; cuantitativo y cualitativo, proporcionando resultados estadísticos; por lo tanto, esta apunta a la obtención de datos primordiales, que permitan obtener datos descriptivos que ayuden a la fácil aplicación de las teorías administrativas y gestión en el control interno en las MiPymes del municipio de Facatativá.

Resultados

A partir del estudio propuesto, se hace necesario teorizar sobre las variables que enmarcan los conceptos de las teorías administrativas de las relaciones humanas y el control interno, que desempeñan un papel fundamental en el estudio y análisis de las interacciones humanas, las dinámicas sociales y el buen funcionamiento de una entidad desde la implementación de las teorías propuestas.

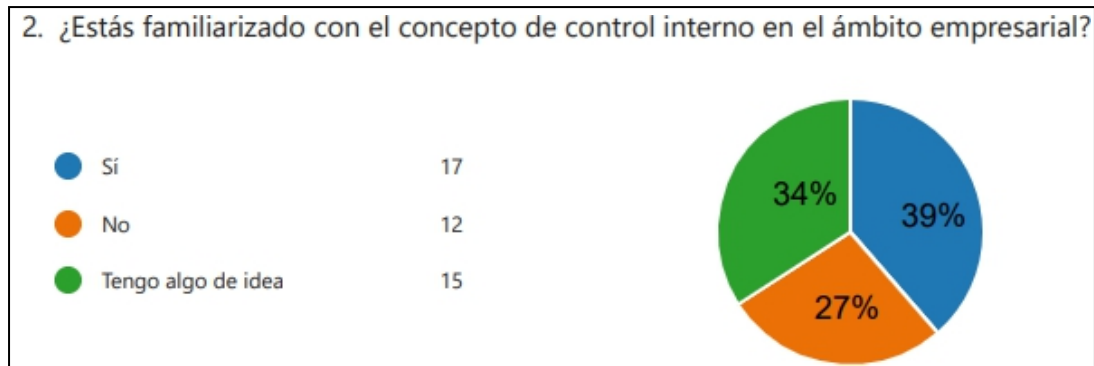
Consecuente con lo anterior, se obtuvieron datos de la página web compite 360 (09/09/2023), la cual suministra el total de las empresas pertenecientes al sector comercial del municipio de Facatativá, donde se pudo evidenciar que, el municipio cuenta con alrededor de 950 empresas legalmente constituidas y la muestra poblacional que se decide escoger para esta investigación es de 44 empresas.

Figura 1. *Tamaño empresas comerciales de Facatativá*



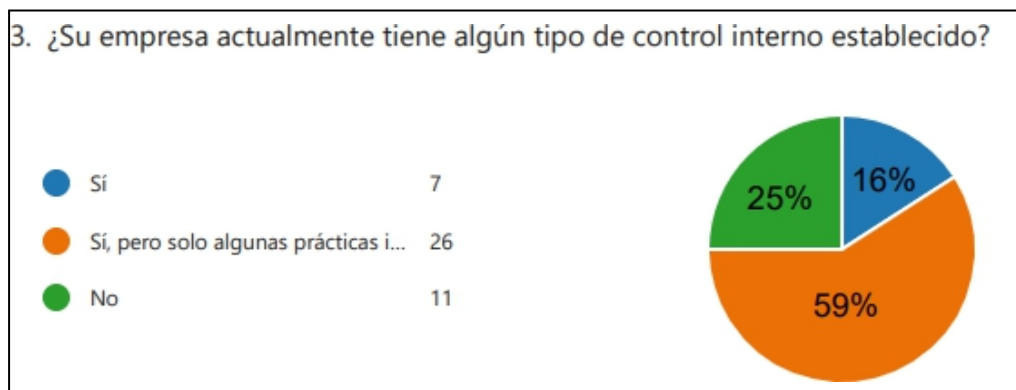
De acuerdo con lo anterior, se evidencia que, en el municipio de Facatativá el tamaño de empresa que predomina es la microempresa, con un 68% para el sector comercial.

Figura 2. *Conocimiento del control interno ámbito empresarial*



Otro dato para tener en cuenta es, la familiarización con el concepto de control interno en el ámbito empresarial, y de las 44 empresas a las que se les realizó esta encuesta se encontró que, el 39% de las empresas encuestadas tiene claro el concepto de control interno; el 27% de las empresas no tiene claridad acerca de este concepto y el 34% de las empresas encuestadas tiene algo de idea pero con varios vacíos teóricos; sin embargo a la hora de la implementación de esta encuesta se les realizó una aclaración acerca de este concepto, lo que arrojó unos resultados para la siguiente figura.

Figura 3. *Control interno establecido en las empresas.*



Aquí se puede evidenciar que, del 34% de las entidades encuestadas, y que para este caso, pueden presentar “vacíos”, conlleva a que el 59% de las empresas encuestadas realicen prácticas de implementación del control interno, se podría llamar empíricamente, sin tener conocimiento de sistemas como el COSO I, II Y III, que como lo mencionan las teorías, son sistemas que ayudan a las entidades a un mejor funcionamiento, no solo administrativo si no contable, y en cualquier área que tenga la empresa; por otro lado, únicamente el 6% de las empresas cuentan con una implementación de un sistema de control interno y el 25% no tienen un sistema de control interno establecido.

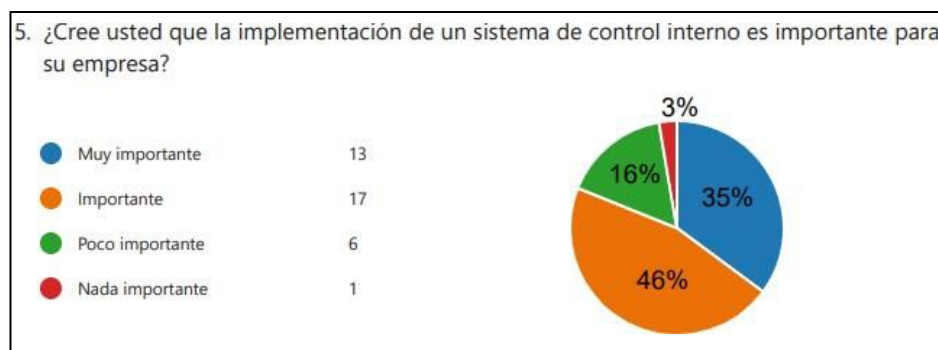
Figura 4. Áreas cubiertas por el control interno



De la pregunta 4 hasta la pregunta 9, se encontró que estas preguntas fueron contestadas únicamente por 37 empresas, tal como se evidencia en la figura 3.

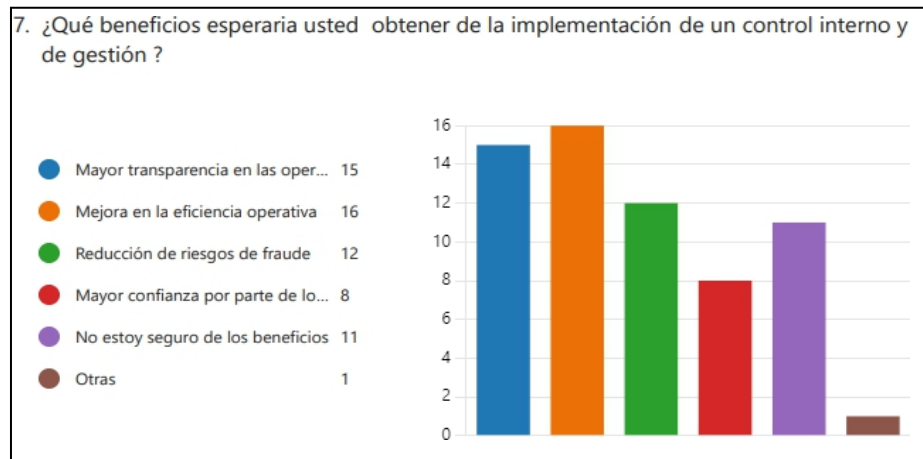
De 44 que representan el 100% de las empresas encuestadas, únicamente el 25% de ellas no ejercen ningún tipo de control interno, razón por la cual la información que se obtuvo en esta pregunta corresponde al 93% de las empresas encuestadas; y se evidencia que, únicamente el 9% realiza una aplicación de estos sistemas en todas las áreas que puede comprender una entidad, el 17% de las empresas encuestadas le da un manejo de control interno al área de RR-HH, en cuanto a finanzas y contabilidad, el 22% implementa uno de los sistemas en este rubro de las empresas, 25% de las entidades lo implementan en la parte de ventas y se puede analizar que, como son empresas que pertenecen al sector comercial, su mayor fuerte es esta área, razón por la cual deciden darle una mayor importancia, por otro lado el 27% va dirigido al área de compras y proveedores y aquí se analiza que una buena implementación de un control interno en esta área permite que no haya ningún tipo de desviaciones respecto a los objetivos de rentabilidad que tengan establecida cualquiera de estas empresas.

Figura 5. Importancia de la implementación de un control interno



Luego de la contextualización que se le brindó a los administradores, representantes legales y otros que contribuyeron a esta investigación, se encontró que, el 3% de las empresas encuestadas les resulta nada importante la implementación de un sistema de control interno y se derivan de ciertos desafíos a los que debe someter una entidad; el 16% le resulta poco importante; el 35% les parece muy importante debido al buen funcionamiento que han tenido sus empresas luego de dicha implementación; por último al 46% de la muestra poblacional le resulta importante la implementación de un control interno.

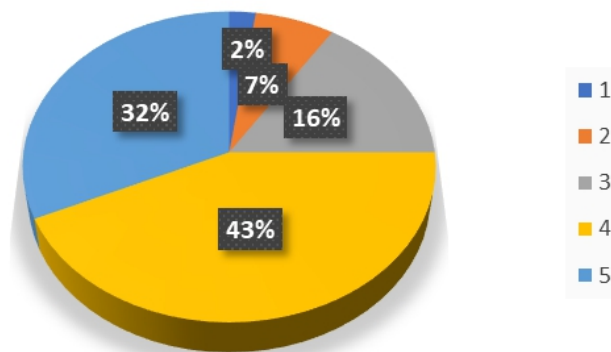
Figura 6. Beneficios en la implementación del control interno



Todos los empresarios siempre esperan que luego de un plan de acción de mejora se presenten resultados positivos, es por ello que, de las 44 empresas encuestadas pertenecientes al sector comercial, la tendencia mayor en cuanto a beneficios, es la transparencia en las operaciones y mejorar la eficacia operativa, esto hace entender que, desde la producción se espera una mejor jerarquía empresarial, iniciando en la parte operativa, subiendo por la parte financiera y finalizando en el área de ventas y comercialización, es por esto que, se puede evidenciar que otro beneficio común que esperan las entidades, luego de esta implementación, es una mayor transparencia y la mitigación del fraude, para poder brindarles mayor confianza a posibles inversionistas y clientes; sin embargo, se puede destacar que el 8% de las empresas no se sienten seguras de que la puesta en marcha de un plan de acción vaya a ocasionar mejoras significativas en su entidad.

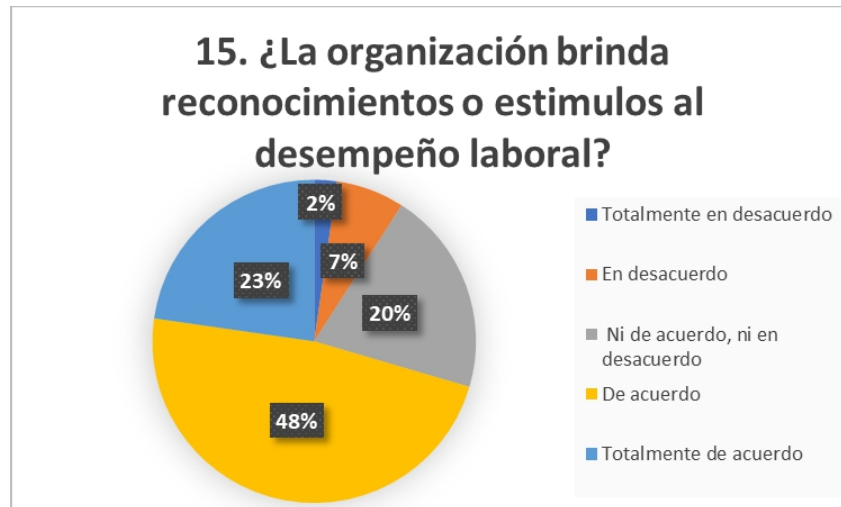
Figura 7. Conocimiento de la organización, satisfacción laboral, clima organizacional

10. Que tanto conoce usted las políticas, valores corporativos, misión y visión de su organización



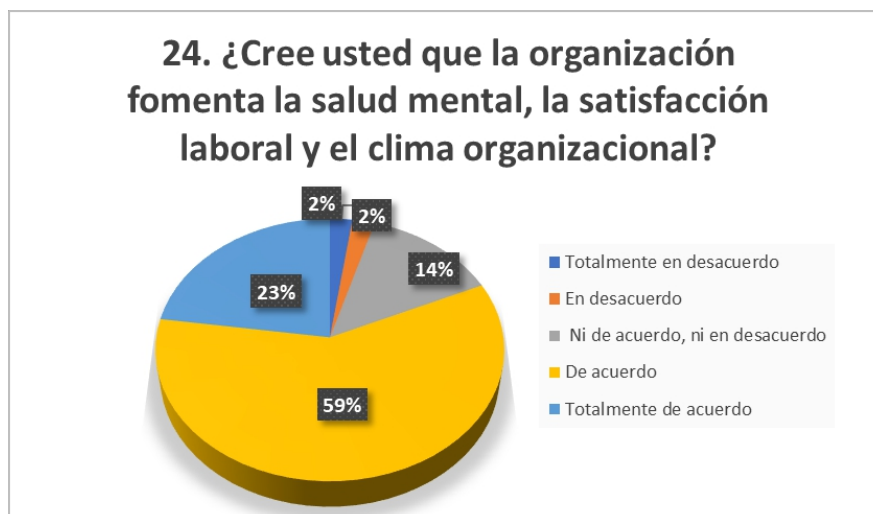
En cuanto al conocimiento de la entidad se encuentra que, en una escala del 1 al 5, donde uno es muy bajo y 5 muy alto, el 32% de los empleados encuestados tiene conocimiento completo acerca de la entidad en la que laboran, el 43% de las personas tiene cierto conocimiento pero no es completo; el 16% de las personas conocen medianamente la entidad; el 7% conoce muy poco y el 2% no conoce nada acerca de la misma; cabe recalcar que, es significativo conocer el ámbito en el que cada uno de ellos se encuentra día a día y es importante fortalecer la pertenencia institucional.

Figura 8. *Estímulos motivacionales*



Un dato importante a tener en cuenta es, la motivación laboral por el desempeño que tiene un colaborador y se puede evidenciar que según los colaboradores de diferentes empresas el 48% y el 23% de las empresas brindan estímulos o reconocimientos a sus trabajadores; el 20% de las empresas según los colaboradores cuentan medianamente con estímulos; entre el 7% y el 2% de las entidades no cuentan con estímulos, cabe recalcar que la motivación laboral es uno de los factores más importantes para el aumento de la productividad y el buen funcionamiento.

Figura 9. *Fomento de las relaciones humanas, satisfacción laboral y clima organizacional.*



Fomentar un plan de acción en cuanto a las relaciones humanas y todos los factores que segregan de esta, sin duda alguna es un avance positivo en el marco empresarial; es por esto que, al promover la salud mental, la satisfacción laboral y el clima organizacional en una empresa; según los trabajadores, el 82% se encuentra totalmente de acuerdo con que las empresas donde se encuentran laborando desarrolla este tipo de factores; por otro lado, el 14% de los trabajadores encuestados demuestran que se encuentran parcial en el tema o posiblemente no vea esos factores dentro de la entidad y, finalmente, el 4% de los diferentes trabajadores está en total desacuerdo con que las entidades encuestadas desarrollan este componente tan importante.

Conclusiones

Con ánimos de concluir esta investigación, se puede decir según García (2014), que el control interno es un mecanismo integral que contribuye a la gestión gerencial de las empresas, permitiendo evaluar la contribución económica y garantizar una gestión eficaz en los procesos de transformación y crecimiento. Por otro lado, Aguirre (2012) explica que, las actividades de control interno se clasifican en preventivas, de detección, correctivas, manuales o de usuario, informáticas o de tecnología de información, y de dirección, y deben ser adecuadas para los riesgos; es por esto que, el control interno es un proceso ejecutado por el consejo de administración de una entidad, diseñado para garantizar el cumplimiento de objetivos institucionales y proporcionar seguridad razonable en cuanto al logro de dichos objetivos.

A través de esta investigación que comprende la teoría de las relaciones humanas, los aportes teóricos y el control interno s relaciones humanas son un factor clave para el éxito de cualquier sistema de control interno. Las personas que implementan, operan y supervisan este sistema deben estar capacitadas y motivadas para hacerlo de manera efectiva. De acuerdo la investigación de Posada y Trujillo (2016), la motivación es un factor determinante del desempeño individual, junto con el esfuerzo, la capacidad y la experiencia. La motivación afecta directamente el desempeño de los empleados, y se ve influenciada por factores como las expectativas y la equidad.

En consecuencia con lo anterior, el control interno es un sistema complejo que requiere la integración de los aportes teóricos y las relaciones humanas para ser efectivo y, asimismo, requiere su correcta implementación, para sacar el mayor provecho de todas las herramientas que brinda este sistema, y que los comerciantes de las principales MIPYMES del sector comercial de Facatativá puedan conocer y profundizar sobre estas teorías, tanto administrativas como contables.

Finalmente, un sistema de control interno efectivo puede ayudar a las organizaciones a alcanzar sus objetivos de manera eficiente y eficaz, salvaguardando sus recursos y proporcionando información financiera confiable, si se utiliza de la manera correcta, apoyado en las teorías administrativas que suponen un éxito para las MIPYMES.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, R. y Rivera, J. (2012). *La importancia del estudio y evaluación del control interno en las empresas*. https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no72/55b_-_la_importancia_d_el_control_interno_figurasx.pdf
- Alcaldía Municipal de Facatativá en Cundinamarca. (2018). Recuperado el 05 de Julio de 2023, de <https://www.facatativa-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Boogaard, K. (2022). *Motivation Theories for Managers - Work Life by Atlassian. Work Life by Atlassian*. <https://www.atlassian.com/blog/leadership/motivation-theory>

- Loginn / ISSN Web 2590-7441 / Vol. 7, No. 2, julio - diciembre de 2023

- Meigs, W. y Larsen, J. (1994). *Principios de Auditoría*. Segunda Edición. México. Editorial Diana.
- Olaya, I. (2021). *Características de control interno y su incidencia en la gestión financiera de las micro y pequeñas empresas del sector hotelero del Perú*. Universidad Católica de los ángeles Chimbote.
http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/25499/CONTROL_INTERNO_EMPRESA_OLAYA_ROSAS_ISABEL_DEL_ROSARIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:text=Teor%C3%ADa%20de%20Control%20interno%20seg%C3%BAn,todo%20tipo%20de%20fraudes%2C%20malversaciones%2C
- Poch, R. (1992). *Manual de Control Interno*. Editorial Gestión 2000. Segunda Edición. Barcelona España.
- Posada, A. y Trujillo, M. (2016). *Vinculación laboral, motivación y desempeño de empleados de carrera y supernumerarios en una universidad del estado*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Vinculaci%C3%B3n-laboral%2C-motivaci%C3%B3n-y-desempe%C3%B1o-de-de-y-Posada-Trujillo/009fa6d8ab778801ca88f0aa2892a15312d905b8>
- Redondo, A. (1993). *Curso Práctico de Contabilidad General*. Décima Edición. Editorial Centro Contable Venezolano. Venezuela.
- Santa Cruz Marín, M. (2015). *El control interno basado en el modelo COSO*. Revista de Investigación Valor Contable. <https://doi.org/10.17162/rivc.v1i1>.
- Trujillo, C. (2010). *La gestión administrativa en la Educación media superior de la Universidad Autónoma de Guerrero*. MÉXICO. Recuperado el 05 de Julio de 2023, de http://132.248.9.195/ptb2010/agosto/0660006/0660006_A1.pdf

ESPECIES INVASORAS FLUYEN EN LA CADENA GLOBAL DE SUMINISTRO INVASIVE SPECIES FLOW INTO THE GLOBAL SUPPLY CHAIN

Alexander Eslava Sarmiento¹ 

Ing., Especialista en Logística Internacional. Correo: laeslavas@unal.edu.co

Para citar este artículo: Eslava Sarmiento, A., (2023). Especies invasoras fluyen en la cadena global de suministro. Revista Loginn: Investigación Científica y Tecnológica, Loginn 7 (2).
<https://dx.doi.org/10.23850/25907441.5774>

Recibido: 18 de julio de 2023

Aceptado: 22 de diciembre de 2023

Publicado en línea: 27 de diciembre de 2023

Palabras clave:

Especies
Invasoras;
Material de
Embalaje de
Madera;
Pallet de
Madera;
Contaminación
Fitosanitaria;
NIMF 15;
Cadena
Global de
Suministro.

RESUMEN

La gestión del riesgo fitosanitario asociado con cada pieza de Material de Embalaje de Madera (MEM) y en los pallets de madera que fluyen en la Cadena Global de Suministro (CSG) es un proceso complejo y que involucra a múltiples entidades y países. La Marca de Certificación NIMF 15 deberá indicar el cumplimiento total del tratamiento, reduciendo la necesidad de inspecciones de alta frecuencia y disminuyendo la necesidad de documentación adicional como es el certificado fitosanitario. Sin embargo, el volumen del comercio internacional continúa aumentando cada año con decenas de millones de envíos que tienen MEM y pallets de madera asociados a las mercancías, indica que el MEM presenta un alto riesgo real de introducción de especies invasoras en la CGS. La recopilación de datos del MEM y de los pallets de madera que fluyen en la CGS podría mejorar con el apoyo de la tecnología disruptiva de Blockchain, registrando el número de unidades infestadas dentro de los envíos, especificando cuándo hay corteza presente, si las piezas residuales son más grandes que los límites de tolerancia actuales y el tipo de tratamiento especificado. Esta información permitiría una evaluación clara del riesgo real de los envíos individuales infestados en la CGS.

F10;
L91;
P18;
Q55

Keywords:

Invasive
Species;
Wood
Packaging
Material;
Wooden
Pallet;
ISPM 15;
Phytosanitary
Contamination;
Global
Supply
Chain.

ABSTRACT

The management of the phytosanitary risk associated with each piece of Wood Packaging Material (WPM) and in the wooden pallets that flow in the Global Supply Chain (CSG) is a complex process that involves multiple entities and countries. The ISPM 15 Certification Mark must indicate full compliance with the treatment, reducing the need for high-frequency inspections and reducing the need for additional documentation such as the phytosanitary certificate. However, the volume of international trade continues to increase each year with tens of millions of shipments having WEM and wooden pallets associated with the goods, indicating that WPM presents a very high real risk of introducing invasive species into the CGS. The data collection of the WPM and the wooden pallets flowing in the CGS could improve with the support of the disruptive technology of Blockchain, recording the number of infested units within the shipments, specifying when bark is present, if the residual pieces are larger than the current tolerance limits and the specified treatment type. This information would allow a clear assessment of the actual risk of individual infested consignments in the CGS.

INTRODUCCIÓN

Las invasiones biológicas se pueden definir como fenómenos en los que una especie amplía su área de distribución geográfica, ocupando regiones en las que antes no estaba presente. A pesar de la aparente simplicidad de esta definición, desde un punto de vista ecológico, las invasiones son un tipo de fenómeno complejo. Así, las especies invasoras que son especies exóticas (especies no autóctonas; especie presente en una región a la que ha llegado) en proceso de expansión en un área determinada, causan grandes impactos en el medio ambiente donde se establecen (Jaksic, F.M. & Castro, S.A., 2021); si las especies u organismos (propágulos; unidades biológicas) se dispersan a largas distancias, la expansión del área de distribución mostrará una dinámica saltacional, de modo que podrán crecer desde varios frentes simultáneamente. La mayoría de las invasiones se relacionan fundamentalmente con las actividades de intercambio de bienes y servicios a través del comercio internacional que los humanos desarrollan en el planeta, momento histórico que se ha denominado Antropoceno (Charles Yoe, Robert Griffin, Stephanie Bloem, 2020); es decir, aquellas invasiones facilitadas directa o indirectamente por los seres humanos.

De acuerdo con lo anterior, existen varias razones que respaldan este argumento (Epanchin-Niell, R., McAusland, C., Liebhold, A., Mwebaze, P., & Springborn, M. R., 2021); en primer lugar, se considera que el número y la tasa de introducción de diferentes especies de una región a otra, así como las regiones y distancias geográficas involucradas, son hechos sin precedentes en la historia de la biota terrestre (dominación humana sobre los ecosistemas del planeta). En segundo lugar, antecedentes señalan que un resultado directo de esta reubicación de especies es que la distribución global de la biodiversidad está en proceso de reorganización o reconfiguración, todo en un marco “en tiempo real”. La ocurrencia de invasiones ha dado lugar a tal mezcla de especies, grupos biológicos y orígenes geográficos que algunos autores han llamado a este período el Homogeceno o conformación de una Nueva Pangea. (Anna J. Turbelin, Christophe Diagne, Emma J. Hudgins, Desika Moodley, Melina Kourantidou, Ana Novoa, Philip J. Haubrock, Camille Bernery, Rodolphe E. Gozlan, Robert A. Francis & Franck Courchamp, 2022).

En tercer lugar, las invasiones representan una modificación predeterminada de la biodiversidad, ya que el resultado inmediato es que aumenta el número de especies en una región. Aunque la mayoría de las especies exóticas pueden coexistir con la diversidad de especies nativas, un pequeño número de las primeras puede modificar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas invadidos, a veces con resultados no deseados (Ormsby, M.D., 2022). En algunos casos, la presencia de especies exóticas puede causar la extinción local o global de especies nativas por lo que suelen ser consideradas una amenaza para la conservación de la biodiversidad. En cuarto lugar, más allá del campo de la ecología, las especies exóticas son responsables de importantes efectos económicos, tanto deseados como no deseados por los humanos. Para los Estados Unidos, se ha estimado que el 98% de su sistema alimentario descansa en especies exóticas. Esto, ha servido como herramienta para impulsar políticas de control fronterizo encaminadas a controlar la llegada de nuevas especies a determinados países, así como mantener a raya algunas de las ya introducidas. De hecho, existen las llamadas “Listas Negras” (Clements, D.R., Upadhyaya, M.K., Joshi, S., Shrestha, A., 2022; Cuthbert, R. N., Diagne, C., Haubrock, P. J., Turbelin, A. J., & Courchamp, F., 2021) que incluyen especies que bajo ningún punto de vista debería ser admitida su entrada en determinados países. En quinto y último lugar, se reconoce que algunas especies introducidas afectan la salud humana. Por tanto, la propagación de enfermedades infecciosas se puede concebir como eventos de invasión, donde los organismos patógenos se dispersan (amplían su rango) a otros huéspedes en la población.

Posterior a la Segunda Guerra Mundial, el término “invasión” se asoció, y de manera evidente, con el de “amenaza” (Jaksic, F.M. et al, 2021); esto, ya que en 1958, Charles S. Elton, el ecólogo más influyente del siglo XX, publicó el libro *La Ecología de las Invasiones de Animales y Plantas*, texto considerado piedra angular de la disciplina, y en el que incorporó conceptos con matices bélicos, y en cierta medida catastróficos, que han terminado calando no sólo en la comunidad científica sino también en el público en general. Casualmente, el transporte global de mercancías en contenedores marítimos comenzó en 1956, cuando cincuenta y ocho contenedores, cada uno de treinta y tres pies de largo, normalmente transportados por camión, se cargaron a bordo del buque SS Ideal X, con destino a Houston, Texas, donde llegó seis días después. Fue un desarrollo revolucionario que cambió el comercio global,

cuyo inventor Malcom McLean, un camionero de profesión, usó un buque en lugar de muchos camiones. De hecho, especies se han introducido sin querer; introducciones no intencionales, también llamadas involuntarias, accidentales o inadvertidas, involucran especies que viajan como “polizón”, asociadas con el transporte de otras especies o el intercambio de otros bienes y servicios en contenedores marítimos.

El ejemplo más característico y conocido de introducción no intencionada es el transporte de roedores como *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, *Mus musculus* o la cucaracha (*Blatta orientalis*), que así se dispersaron, consiguieron llegar y establecerse con éxito en los cinco continentes (Laura A. Meyerson, Aníbal Pauchard, Giuseppe Brundu, James T. Carlton, José L. Hierro, Christoph Kueffer, Maharaj K. Pandit, Petr Pyšek, David M. Richardson & Jasmin G. Packer, 2022). Estos taxones se consideran actualmente como especies cosmopolitas. Según estimaciones recientes, en Europa, el 63 % de las 4.000 especies de plantas exóticas presentes en este continente se introdujeron intencionalmente; mientras que, solo el 37 % se introdujeron inadvertidamente. En Estados Unidos, la Organic Trade Association (OTA) estableció que el 81 % de las especies exóticas presentes en este país entre 1983 y 1993 ingresaron de manera involuntaria. Independientemente de la causalidad y el propósito de una introducción, muchas especies invasoras requieren vectores de dispersión iniciales o secundarios para llegar de una región a otra y luego expandirse; es decir, un medio de transporte físico que les permita moverse (vectores abióticos de dispersión) (Chelcy Ford Miniat, Jennifer M. Fraterrigo, Steven T. Brantley, Mac A. Callaham Jr, Susan Cordell, Jeffrey S. Dukes, Christian P. Giardina, Shibu Jose & Gary Lovett, 2021); este vector mostrará una ruta geográfica específica de dispersión, denotando una ruta espacialmente explícita.

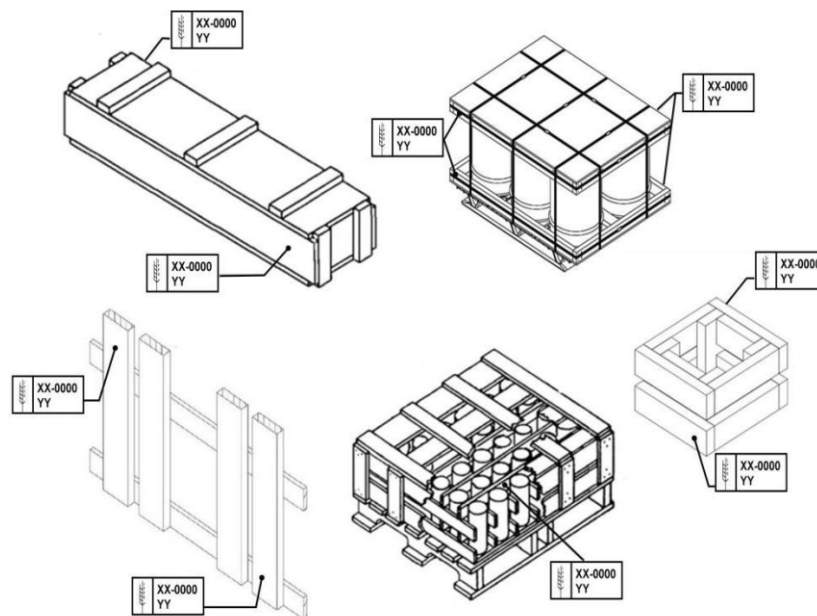
Por tal motivo, la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el tratado intergubernamental firmado por más de 180 países para contener la propagación de plagas invasoras por parte de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), abanderan desde 2017 el programa de Riesgos de Plagas Asociadas con el Movimiento de Contenedores Marítimos y sus Cargas (contaminación fitosanitaria) movilizados internacionalmente por los modos de transporte marítimo-carretero-aéreo-ferroviario-fluvial/lacustre. Los organismos infestantes, infectan o invaden los tejidos vegetales, mientras que los organismos contaminantes carecen de esta relación física o fisiológica con la mercancía en la que se encuentran (Deborah M. Finch, Jack L. Butler, Justin B. Runyon, Christopher J. Fettig, Francis F. Kilkenny, Shibu Jose, Susan J. Frankel, Samuel A. Cushman, Richard C. Cobb, Jeffrey S. Dukes, Jeffrey A. Hicke & Sybill K. Amelon, 2021); esto debido a que, se pueden encontrar organismos contaminantes en cualquier Material de Embalaje de Madera (MEM) en la Cadena Global de Suministro (CGS). De hecho, el comercio mundial está subestimando las advertencias de la OMI, la FAO y de la CIPF (IPPC Secretariat, 2022) *que sostienen que: “los contenedores marítimos se están convirtiendo en una amenaza flotante al propagar plagas y enfermedades a nivel global. El comercio global es el vector, los contenedores marítimos el vehículo”* En consecuencia, el comercio global sigue aumentando en volumen, velocidad, alcance geográfico, diversidad de productos y en modos de transporte (contenedorización), lo que ha resultado en un aumento paralelo, tanto en cantidad como en vías disponibles para que las especies invasoras fluyan en las CGS.

MATERIAL DE EMBALAJE DE MADERA

El MEM como material de estiba de la carga transportada (pallets, cajas, cajones, tarimas, tableros, listones, carretes, otros) hace parte integral de la CGS. Esto, debido a su función de contener, proteger y apoyar el flujo logístico de los productos comercializados desde el punto de origen al punto de destino. Las condiciones del MEM tratado adecuadamente (Norma NIMF15; expone lineamiento y regulaciones para reducir el riesgo de introducciones de especies no autóctonas asociadas con productos o modos de transporte específicos) presenta riesgo de contaminación posterior al tratamiento por plagas que se adhieren a la superficie o se refugian en él. Si bien esta iniciativa mundial se ha implementado ampliamente en la CGS, todavía se produce cierto movimiento de especies invasoras (plagas: especies que tiene impactos dañinos para el medio ambiente o para una economía en su área de distribución nativa o introducida) debido a una combinación de factores que incluyen,

entre otros, fraude, uso de material no tratado, tratamiento insuficiente o inadecuado y contaminación posterior al tratamiento (Figura 1); se estima que las especies invasoras (plagas) en todos los ecosistemas cuestan al mundo, anualmente, decenas de miles de millones de dólares, aunque se acepta que los costos reales probablemente sean mayores.

Figura 1. Ubicación Marca de Certificación NIMF 15 en el Material de Embalaje de Madera (MEM) utilizado en la Cadena Global de Suministro.



La expansión del comercio mundial durante las últimas décadas ha abierto nuevos mercados y ha aumentado la velocidad a la que fluyen las mercancías en todo el mundo (Allen, E., Noseworthy, M., & Ormsby, M., 2017). Este rápido aumento en el volumen del comercio se debe en parte a una población mundial en crecimiento con un mayor poder adquisitivo y una correspondiente mayor demanda de bienes. Una consecuencia de este fenómeno es el aumento global en los movimientos de plantas, animales, mascotas y microorganismos asociados con el comercio global de productos básicos que conducen a la introducción y establecimiento de especies invasoras. La CIPF y todos sus afiliados trabajan colectivamente para desarrollar soluciones que aborden los riesgos asociados en las CGS, como los que plantean las plagas invasoras y el movimiento del MEM.

El MEM procede de árboles vivos o muertos que puede estar infestados de plagas de plantas (invadidos por organismos patógenos), que con frecuencia puede no haber tenido suficiente tratamiento para eliminar o matar las plagas y; por tanto, sigue siendo una vía activa para la introducción y propagación de plagas cuarentenarias. Se ha demostrado que el material de estiba, en particular, presenta un alto riesgo de introducción y propagación de plagas cuarentenarias. El MEM muy a menudo se reutiliza, repara o remanufactura, desconociéndose el verdadero origen de cualquiera de sus piezas de madera, proceso muy difícil de verificar, por lo que su estado fitosanitario no puede determinarse fácilmente. En consecuencia, el proceso normal para analizar el riesgo de plagas para determinar si requiere de medidas necesarias con frecuencia no es posible para el caso del MEM. Por esta razón, la IPPC Secretariat, 2023, en su nueva versión (IPPC Secretariat, 2023): «*Guide to Regulation Of Wood Packaging Material Under Standing the Phytosanitary Requirements for the Movement of Wood Packaging Material in International Trade*» describe medidas internacionalmente aceptadas que los países pueden aplicar al MEM, con el objeto de reducir significativamente el riesgo de introducción y propagación de la mayoría de las plagas cuarentenarias que pueden estar asociadas con ese tipo de material.

En efecto, algunas Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF) consideran que la madera de estiba que acompaña los embarques internacionales presenta un alto riesgo de plagas y su regulación requiere de un trato distinto en comparación con pallets de madera (Norma Internacional de Manejo Fitosanitario, (NIMF 15)), ya que el material de estiba, por lo general, consiste de maderas de gran sección transversal que son más difíciles de tratar o que pueden exceder el tamaño permitido para el tratamiento fitosanitario (madera con secciones transversales superiores a los 20 cm imposibilita su fumigación). Las especies invasoras se les puede ubicar casualmente en la madera de estiba, o entrar en los contenedores marítimos durante o después del estibado/desestibado de la carga. Al desestibarse la carga en puerto de destino, la madera de estiba se separa de la carga y en muchas ocasiones se abandona en puerto de destino y se le considera desechos internacionales (Danish A. Ahmed, Emma J. Hudgins, Ross N. Cuthbert, Melina Kourantidou, Christophe Diagne, Phillip J. Haubrock, Brian Leung, Chunlong Liu, Boris Leroy, Sergei Petrovskii, Ayah Beidas & Franck Courchamp, 2022).

El MEM recién tratado, a menudo se almacena durante un período prolongado antes de cargarlo con mercancías. Durante este período de almacenamiento, el MEM previamente tratado pueden infestarse o contaminarse con plagas específicas de la madera (posteriores al tratamiento) como bostríquidos y plagas que contaminan superficies o grietas. Esto puede suceder en la planta de fabricación o en el lugar donde el MEM está asociado con los productos básicos a fluir logísticamente en la CGS. Durante el proceso de embalaje, el MEM corre el riesgo de contaminarse con plagas si entra en contacto con otros objetos o con entornos infestados y/o contaminados y, si se almacena en un entorno abierto o por organismos que se refugian en grietas (avispa, caracoles terrestres, termitas, propágulos, otros), aumentando el riesgo de colonización durante su almacenamiento (Quinlan, Megan, Adrian W Leach, Michael Jeger & John Mumford, 2020). De igual forma, el MEM corre el riesgo de contaminarse mientras se prepara para su ingreso en la CGS; puede contener organismos contaminantes antes de que se coloque en una unidad de transporte de carga (contenedor marítimo). El MEM se puede contaminar por el equipo empleado para ayudar la operación logística de embalaje, estibado y/o carga, o por plagas que ya están instaladas previamente en el contenedor marítimo.

Las mercancías contenedorizadas fluyen logísticamente desde el punto de origen hacia el puerto de embarque o puerto de origen, donde se embarcan en buques para transitar aguas internacionales. Dado que, gran parte de los bienes comerciados contenedorizados ingresan a la CGS y se transportan en buques, la mayoría de estos pasarán algún tiempo almacenados en un puerto marítimo antes de su ingreso a la CGS (Nicolas Meurisse, Davide Rassati, Brett P. Hurley, Eckehard G. Bockerhoff & Robert A. Haack, 2019). En un escenario típico, los contenedores se cargan y sellan en la instalación del fabricante o en el almacén del proveedor, para luego ser transportados por ferrocarril, barcaza o camión al puerto marítimo de origen para su almacenamiento en el patio de exportación antes de ser embarcados en un buque que los llevará al puerto de destino.

Tanto el MEM como los contenedores, corren el riesgo de contaminación externa durante su almacenamiento, en los puertos de origen y destino, antes del embalaje, durante las operaciones logísticas de embalaje y cargue, especialmente cuando son almacenados cerca de luces expuestas o en superficies con vegetación. Variedad de insectos se sienten atraídos por las luces, y algunos pueden aterrizar o arrastrarse hacia materiales almacenados cerca de las luces, lo que aumenta la posibilidad de que se transporten individuos o masas de huevos en el embarque a exportar. Las polillas *Lymantria* adultas se sienten atraídas por ciertas longitudes de onda de luz, producidas por las bombillas que se usan comúnmente en algunos puertos del mundo. Estudios sobre la longitud de onda específica que atrae a las polillas *Lymantria*, dieron lugar a una guía internacional sobre la reducción del riesgo de transportar especies de polillas invasoras en contenedores marítimos. Incluso, sin la influencia de la luz, cada vez que una mercancía comercial se encuentra al aire libre o en almacenamiento abierto cerca de una población de organismos potencialmente contaminantes, existe la posibilidad de contaminación por plagas.

El MEM en contenedores marítimos cargados y sellados corre el riesgo de contaminación si los organismos ingresan al contenedor a través de grietas o por los conductos de ventilación. Este riesgo varía según el tiempo que los contenedores estén en el ambiente expuesto, la densidad de población, la etapa de vida del organismo potencialmente contaminante,

y las condiciones ecológicas en las proximidades (pasto/tierra presente en el patio de almacenamiento) y alrededores en general (entorno portuario boscoso). Si el MEM y/o los contenedores marítimos se contaminan antes de zarpar del puerto de origen, puede ocurrir una contaminación cruzada de los MEM y/o los contenedores en camino hacia el destino de la carga. La contaminación del suelo en cualquier material de empaque o contenedor puede albergar esporas, insectos, microorganismos o semillas (Rima D. Lucardi, Emily S. Bellis, Chelsea E. Cunard, Jarron K. Gravesande, Steven C. Hughes, Lauren E. Whitehurst, Samantha J. Worthy, Kevin S. Burgess & Travis D. Marsico, 2020).

Durante un viaje, estos organismos contaminantes pueden madurar o volverse móviles y contaminar las superficies cercanas. Una vez embarcados, en el buque que los lleva a puerto de destino, los contenedores, los MEM y los productos básicos a granel (artículos grandes como vigas de acero o maquinaria pesada, carga sobredimensionada, carga proyecto, etc.) son muy difíciles de inspeccionar fitosanitariamente. Aun así, el proceso de embarque en el buque es una oportunidad para la inspección y mitigación de plagas contaminantes. Sin embargo, después del embarque, no es posible inspeccionar visualmente todas las superficies adyacentes de un solo contenedor de envío en contacto o apilado con un contenedor vecino, o en contacto con la superestructura del buque. Esto significa que menos del 10% de la superficie de todos los contenedores marítimos es visible en un portacontenedores normal, y menos del 5% es visible en un megaportacontenedor «megacarrier». Por tanto, es responsabilidad del embarcador asegurarse de que los contenedores de envío estén limpios, libres de residuos de la carga, materiales nocivos, plantas, productos vegetales y plagas visibles antes de cargarlos en el buque que los lleva a destino.

De hecho, el código CTU (IMO/ILO/UNECE CTU Code) brinda orientación y recomendaciones para el cargador, pero no son obligatorias. En la Región del Pacífico Sur se utiliza el Sistema de Higiene de Contenedores Marítimos mediante el cual los países que realizan envíos a esta región implementan un régimen de limpieza que incluye la limpieza del interior y exterior, y el tratamiento externo con insecticida antes de trasladar los contenedores en el puerto de embarque. Bajo este sistema, el nivel de inspecciones de los contenedores de un destino se ajusta utilizando un enfoque de muestreo basado en el riesgo que tiene en cuenta la frecuencia con la que cumplen con las regulaciones. Por su parte, los puertos de entrada son un punto de control crítico para la inspección y mitigación de organismos no autóctonos. La llegada al puerto de entrada presenta la primera oportunidad para que los organismos no autóctonos escapen y la primera oportunidad nacional para que las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF) inspeccionen los envíos. Aquellos insectos que escapan y se establecen con éxito en un área portuaria pueden colonizarla. Adicional a esto, el estado regulatorio de una especie invasora puede cambiar durante el tránsito internacional; por ejemplo, un organismo no reglamentado en un país de origen se convierte en una plaga reglamentada cuando la carga ingresa a las aguas del país receptor o cruza una frontera terrestre internacional.

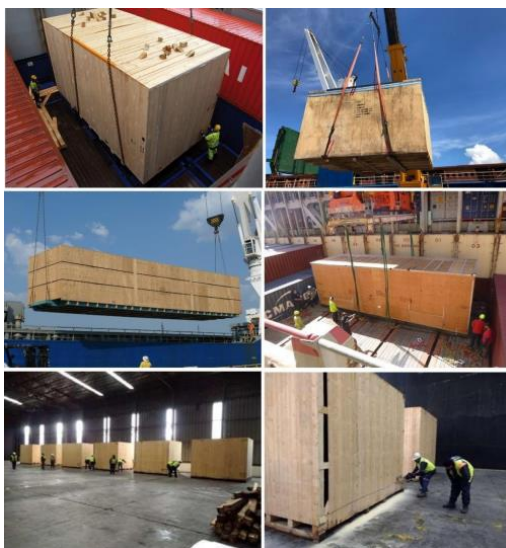
Antes de que se embarquen los contenedores y la carga fraccionada, los buques pueden ser inspeccionados por la ONPF en el país al que arriban. Las tasas de inspección están influenciadas por varios factores (país, puerto de origen, puerto de llegada, época del año, contenedor o granel, tipo de producto). Los buques que contienen carga fraccionada u otra carga «“roro”» comúnmente trincada-asegurada con estiba serán sujetos a mayores inspecciones en los puertos de entrada, ya que este tipo de carga tiene altas tasas de incumplimiento asociadas con el material de estiba (NIMF 15). Las piezas más grandes de carga de proyecto (Figura 2) requieren vigas de madera más grandes, especialmente en la parte inferior de las cajas, y ahí es donde se detecta la mayor población de insectos. Esto, debido a que, en vigas de 20 a 25 centímetros de ancho, el tratamiento NIMF 15 parece ser menos efectivo. En Canadá (Canadian Food Inspection Agency, 2021) y EE. UU., estas inspecciones generalmente se realizan antes de que el buque atraque en el muelle, mientras que en México los funcionarios no pueden abordar los buques antes del atraque; la inspección de la carga y del modo de transporte se completa en el patio del puerto. Por tanto, la descarga de contenedores marítimos, carga rodada y mercancías a granel en el puerto de destino representa una oportunidad significativa para que las especies invasoras escapen.

Si los contenedores o bienes infestados o contaminados se encuentran afuera del puerto de destino, los organismos contaminantes pueden escapar al medio ambiente local; este escape puede ser provocado por cualquier número de factores abióticos o bióticos (interrupción del movimiento, finalización del período de latencia, un cambio en la luz o temperatura), mientras que los organismos sésiles o estadios (masas de huevos, pupas) o suelo que contiene organismos pueden ser desalojados por el movimiento de los contenedores y de las mercancías dentro del puerto y/o la exposición directa al viento o la lluvia. Los pequeños organismos asociados con el MEM dentro de un contenedor pueden escapar de contenedores sellados a través de respiraderos, grietas o a través de los marcos de las puertas; en más de 30 ocasiones se han detectado taxones de propágulos (individuos o partes de organismos biológicos que pueden dar lugar a otro individuo) en las rejillas de entrada (polizón) del aire en contenedores refrigerados (Rima D. Lucardi et al, 2020). que llegan a los puertos marítimos de los EE. UU., desde puertos en la costa del Pacífico de América del Sur.

Un número muy bajo de MEM se inspecciona en todos los puertos de entrada del mundo, la tasa de inspección varía ampliamente según el país de destino, el puerto de entrada, el país de origen y el producto. Las inspecciones a menudo se centran en envíos aéreos de origen o productos básicos de mayor riesgo. Se estima que la tasa de inspección anual en los EE. UU. (Eyre, D., Macarthur, R., Haack, R. A., Lu, Y., & Krehan, H., 2018). Es aproximadamente el 3 % de todos los MEM. USDA-APHIS estima que el muestreo basado en el riesgo actual produce una detección promedio anual de 300 escarabajos barrenadores (perforadores de madera) y descortezadores que se encuentran en el MEM que fluye en la CGS. Los contenedores marítimos y/o el MEM que no cumplen (de alto riesgo fitosanitario) después de la descarga inicial no pueden salir de las áreas portuarias controladas en los EE. UU. o Canadá (Zhao J, Hu K, Chen K & Shi J., 2021).

En los EE. UU., (S. Alanya-Rosenbaum, R.D. Bergman & B. Gething, 2021) la Oficina de Aduanas y Protección Fronteriza de los EE. UU., los contenedores o el MEM que no cumplan con los requisitos fitosanitarios serán resellados y/o reexportados, destruidos o tratados en el sitio a expensas del transportista. Si se determina que el MEM asociado con la mercancía fraccionada, no cumple con los requisitos fitosanitarios, todo el envío (estiba que no cumple y su producto asociado) será rechazado y sujeto a reexportación, lo que puede incluir la reembarque. En Canadá, la ONPF ordena que los MEM que no cumplan con los requisitos sean retirados del país y se tratarán como material de alto riesgo fitosanitario. El MEM que no cumple con las normas que mantienen la seguridad fitosanitaria en México no podrá salir del puerto mexicano y están sujetos al protocolo de cuarentena (fumigación) antes de su destrucción.

Figura 2. Material de Estiba de Madera (MEM) empleado en la Cadena Global de Suministro (CGS), no permanece asociado con la mercancía.



Nota: recopilación del autor; <https://www.sag.gob.cl/>; Google ©SMTM®

Por su parte, el MEM empleado en la división de carga en los buques graneleros (tableros para trimado de la carga; Figura 3) y en la fijación, sujeción y apuntalamiento de la mercancía contenedorizada (Figura 4). Al desestibarse la carga en puerto de destino, la madera de estiba se separa de la carga proyecta y en muchas ocasiones se abandona en puerto de destino considerándosele desecho internacional (Fei, S., Morin, R. S., Oswalt, C. M., & Liebhold, A. M., 2019). Este tipo de MEM representa un riesgo fitosanitario significativo al albergar plagas que infestan y contaminan si no se trata, o se trata de forma inadecuada, o si se manipula de una manera que permita la contaminación posterior a su tratamiento.

Figura 3. *Material de Estiba de Madera (MEM) empleado en la división de cargas (trimado) en las bodegas de los buques mercantes.*



Nota: Tomado de OPP GRANELES S.A

Figura 4. *Material de Estiba de Madera (MEM) empleado en la manipulación, fijación, sujeción y trincaje de cargas contenedorizadas.*



Nota: Tomado de Google ©SMTM®

Como el MEM a menudo tiene poca o ninguna información de cadena de custodia asociada, es más difícil determinar quién es responsable de la disposición del MEM que no cumple con los requisitos fitosanitarios del país de origen. Por tanto, el MEM que no cumpla con los requisitos puede destruirse en el sitio, volver a cargarse en el buque y reexportarse. En los EE. UU., y probablemente en otros países, el depósito ilegal del MEM usado y sin tratar es un problema cada vez más grave (Robert A. Haack; Jesse A. Hardin; Barney P. Caton & Toby R. Petrice, 2022). En 2016, los EE. UU. revisó su reglamentación con el objeto de permitir la destrucción rápida (incineración) del MEM depositado ilegalmente en sus puertos de entrada. Desde 2008, todo el MEM transportado por buque que llega a Canadá, ha sido tratado como no conforme y se han tomado medidas para tratarlo como tal, independientemente de la presencia de un sello NIMF 15. (Zahid, M. I., Grgurinovic, C. A., & Walsh, D. J. 2008). Canadá puede exigir que un buque directamente contaminado con masas de huevos abandone el puerto para limpiarlo en aguas internacionales, redirigido a otro destino para descontaminación y sujeto a sanciones. En efecto, se le puede negar la entrada hasta por 2 años durante el período de riesgo para Canadá. En los puertos marítimos mexicanos de entrada más importantes del país, el MEM que se descarga se fumiga antes de su destrucción. Sin embargo, el MEM puede permanecer durante períodos considerables de tiempo en espacios abiertos de almacenamiento, lo que aumenta el riesgo de que los organismos logren una etapa de vida móvil y escapen.

En lo que respecta al contenedor marítimo y al MEM, una vez que salen de un puerto de destino, puede ser transportados por una amplia cadena de modos de transporte (marítimo-carretero-ferroviario- aéreo-fluvial/lacustre) a cualquier lugar del país receptor. Durante este tiempo hay oportunidades para que las plagas asociadas se dispersen en el entorno local (Alexander Eslava S., 2023a; Alexander Eslava S., 2023b). De igual forma, contenedores cargados y MEM a menudo se almacenan por períodos variables (días, meses; el riesgo aumenta en la medida de tiempo que se pasa en un solo lugar) en terminales ferroviarios, centros de distribución, puertos secos, plataformas logísticas, otros).

En los centros de distribución, algunos contenedores marítimos se abren, se descargan y los productos pueden desembalsarse (separarse del MEM original), algunos otros permanecerán embalados con su MEM original hasta que son trasladados al destino (minorista). El MEM almacenado cerca de luces brillantes tiene un riesgo elevado de contaminación por plagas atraídas por la luz. Por tanto, este punto de la CSG presenta alto riesgo para que las especies invasoras (plagas) abandonen el MEM y se dispersen en el área local (Sreedevi, K., Sree Chandana, P., Correya, J.C., Shashank, P.R., Singh, S., Veenakumari, K., 2022).

Es probable que, los pallets de madera, cajas, cajones, bobinas y otros tipos de MEM, tengan diferentes tasas de ingreso a los mercados de reutilización en los países de destino. Uno de los tipos de MEM más reutilizados son los pallets de madera. La vida útil típica de un pallet incluye múltiples períodos de uso de 2 a 10 años y está influenciada por factores como su construcción, mercancías que ha estibado y número de veces se ha manipulado durante un viaje. Los pallets y otros MEM pueden remanufacturarse o repararse reemplazando los componentes dañados. En los EE. UU., los pallets reciclados y remanufacturados representan el 42 % del parque de pallets. Para mantener el cumplimiento de la NIMF 15, las tarimas que han sido reparadas o remanufacturadas deben cumplir con las pautas especificadas sobre marcas y retratamiento de la IPPC (IPPC Secretariat, 2023), en su nueva versión: «*Guide to Regulation of Wood Packaging Material Under Standing the Phytosanitary Requirements for the Movement of Wood Packaging Material in International Trade*»

Los principales insectos perforadores de corteza y madera (xilófagos) de preocupación cuarentenaria incluyen insectos en el escarabajo (Coleoptera) familias Buprestidae, Cerambycidae, Curculionidae (incluyendo Platypodinae y Scolytinae); la familia de las avispas Siricidae (Hymenoptera) y las familias de polillas (Lepidoptera) Cossidae y Sesiidae, escarabajos de la madera (Bostrichidae, incluida Lyctinae), moscas barrenadoras de la madera (Diptera), termitas (Isoptera), así como hongos y nematodos que pudren la madera, incluidos depredadores y parasitoides (Bradshaw CJ, Leroy B, Bellard C, Roiz D, Albert C, Fournier A, Barbet-Massin M, Salles JM, Simard F. & Courchamp F., 2016).

De hecho, investigaciones recientes indican que varios países mantienen bases de datos de especies invasoras que son interceptadas en sus puertos de entrada (puertos marítimos, aeropuertos y cruces fronterizos internacionales), y por lo general, los inspectores se enfocan en productos o vías de alto riesgo, en lugar de realizar encuestas aleatorias; los registros de interceptación generalmente se incluyen en la base de datos de un país solo cuando se encuentran plagas.

Así, insectos xilófagos conocidos como barrenadores o perforadores de madera son dispersados por los movimientos internacionales de cargas contenedorizadas en el MEM. Sabido es que escarabajos asiáticos de cuernos largos *Anoplophora glabripennis* y *A. chinensis* son plagas forestales importantes en Asia, y fueron introducidos como polizón en contenedores marítimos en América del Norte y Europa, atacando una amplia gama de especies de árboles de hoja ancha; en 3 años provocaron la tala de 50 millones de álamos (Diagne C, Leroy B, Vaissière A-C, Gozlan RE, Roiz D, Jarić I, Salles J-M, Bradshaw CJA & Courchamp F., 2021).

De igual manera, informes recientes indican que la interceptación de plagas cuarentenarias en el MEM en puertos chinos de entrada aumentó de 68 a 163 entre 2003 y 2016, y el número de países desde los que se interceptaron plagas aumentó de 26 a 107: Corea (12,98 % de todos los registros), EE. UU., 12,92 %, Alemania, 11,84 %, Taiwán, 10,64 % y Japón 6,64 %. Las intercepciones de insectos más frecuentes fueron de Alemania, Taiwán y los EE. UU (Burgos-Rodríguez, J. & Burgiel, S.W., 2020), y las intercepciones de nematodos más frecuentes fueron de Corea, los EE. UU y Alemania. Sin embargo, durante el periodo 2003 a 2020, en los puertos marítimos de entrada de los EE. UU., se detectaron barrenadores de la madera en 88000 contenedores marítimos en cargas unitarizadas en pallets. Los barrenadores más comunes detectados fueron los de la madera, interceptados con mayor frecuencia en las importaciones de China, Italia y Turquía, por lo general se asociaron con las importaciones de tejas, losas de piedra, metal y maquinaria. Por el contrario, los escolytines fueron los barrenadores más comúnmente interceptados en productos de Costa Rica y México y se asociaron principalmente con importaciones de productos perecederos. Por tanto, los barrenadores ocasionalmente se les asocia con el pallet de madera que fluye logísticamente en la CGS (Shiner, Z., Horvath, L., Araman, P., & Gething, B., 2021).

PALLET DE MADERA

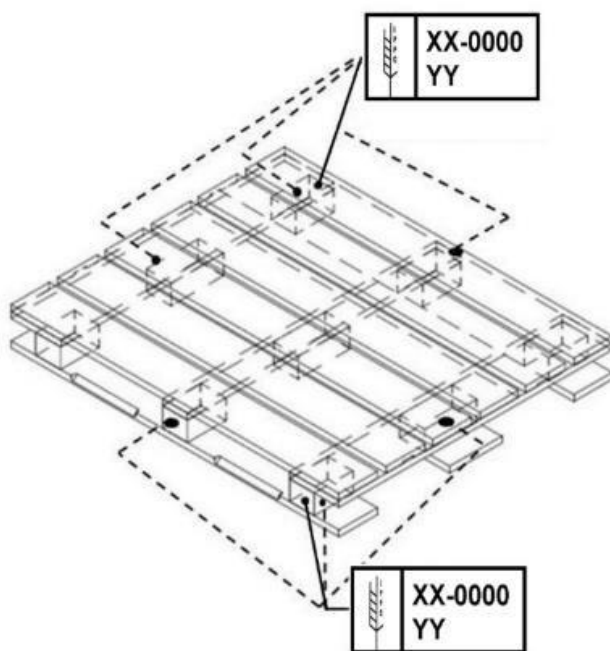
En lo que respecta al pallet de madera (Figura 5), introducido en la década de 1930 por parte del ejército de los EE. UU., al observar su potencial para reducir los tiempos de manejo y transferencia de carga (cargue/descargue), se considera la interfaz principal de una unidad de carga y la primera línea de defensa para proteger los productos (absorción de tensiones mecánicas/dinámicas, protección de la entrega y facilidad de manipulación por parte del equipo de manipulación) antes de llegar al destino designado. Es elemento clave de la CGS y es uno de los artículos de transporte retornables más utilizados, ya que transportan alrededor del 80% de todo el comercio global, con el inconveniente que tienen impactos ambientales y económicos significativos durante su ciclo de vida completo. A diferencia de otros MEM, el pallet de madera está diseñado específicamente para ser reparado repetidamente y reinyectado para su uso en la CGS. En lo que respecta a la industria, está totalmente fragmentada, lo que hace que la cantidad de partes interesadas «stakeholders» puedan involucrar varios niveles y múltiples partes interconectadas.

Dos configuraciones generales posibles existen en la industria: sistema de circuito abierto y sistema de circuito cerrado. En el sistema de circuito abierto, los pallets se consideran activos desechables y se desechan después del uso final. En el sistema de circuito cerrado se recuperan los pallets usados para su reparación, si es posible, y/o utilizarse en un nuevo ciclo de transporte. Cuando el pallet está demasiado dañado para recuperarlo, se envía a vertedero para su eliminación, o a plantas de reciclaje, según el sistema de gestión de residuos.

Estudios recientes han demostrado que, el pallet de madera presenta un alto riesgo de introducción y propagación de plagas cuarentenarias (Emily A. Stevenson, Peter Robertson, Emily Hickinbotham, Louise Mair, Nigel J. Willby, Aileen Mill, Olaf Booy, Kirsty Witts & Zarah Pattison, 2023; Muthukrishnan, R., Sundararaj, R., 2022; Deepa S. Pureswaran, Nicolas Meurisse, Davide Rassati,

Andrew M. Liebhold, Massimo Faccoli, 2022; Kočí, V., 2019); muy a menudo se reutiliza, repara o remanufactura, desconociéndose el verdadero origen de cualquiera de sus piezas de madera, proceso muy difícil de verificar, por lo que su estado fitosanitario no puede determinarse fácilmente. En consecuencia, el proceso normal para analizar el riesgo de plagas para determinar si requiere de medidas necesarias, con frecuencia no es posible para el caso del pallet de madera. De hecho, tanto los pallets de plástico como los pallets de madera procesada, tienen propiedades estructurales y perfiles de reutilización diferentes a los de los pallets de madera (Deviatkin I, Khan M, Ernst E & Horttanainen M., 2019). Los pallets de plástico requieren mayores costos de energía para su fabricación y transporte que la madera y, requieren sistemas de redistribución dentro de la CGS, lo que introduce diferentes costos logísticos y de energía.

Figura 5. Ubicación Marca de Certificación NIMF 15 en el pallet de madera utilizado en la Cadena Global de Suministro.

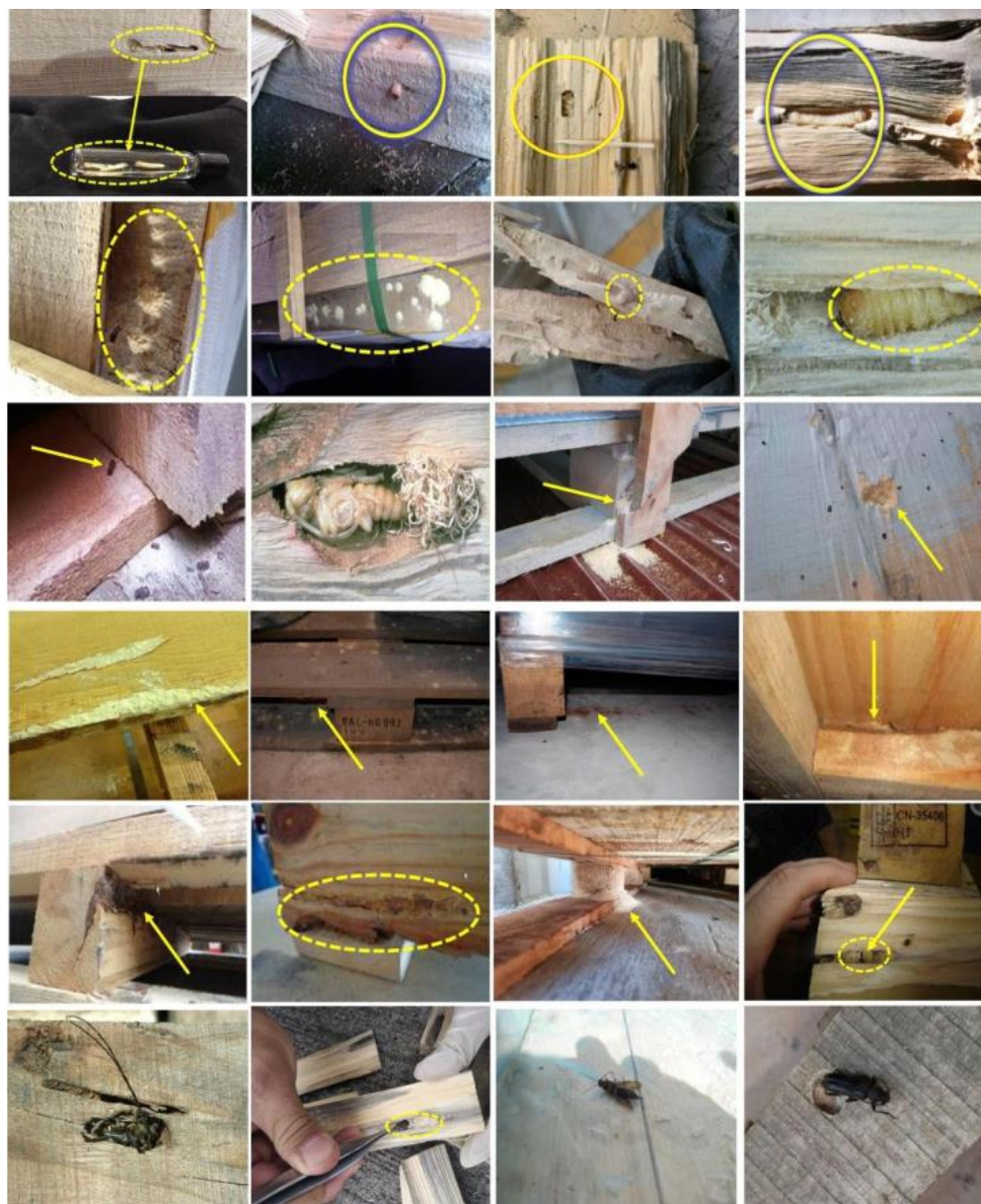


Así, el MEM, y en especial el pallet de madera, que fluye logísticamente en la CGS, procede de árboles vivos o muertos que pueden estar infestados de plagas de plantas (invadidos por organismos patógenos); con frecuencia puede no haber tenido suficiente tratamiento para eliminar o matar las plagas y, por tanto, sigue siendo una vía activa para la introducción y propagación de especies invasoras (Figura 6).

En general, la propagación descontrolada de especies invasoras en la CGS causa miles de millones de dólares de daños a árboles ornamentales, bosques e industrias madereras; de hecho, las especies invasoras llegan en productos no biológicos. Las baldosas de cerámica y mármol de Italia son una fuente importante de hallazgos de caracoles terrestres en los puertos de entrada a los EE. UU (Iline, I.I., M.A. Novoselov, N.K. Richards, and C.B. Phillips, 2023); el latón de la India a menudo contiene el escarabajo Khapra que infesta granos de cereales y oleaginosas; embalaje de objetos de arte de alta calidad con destino a varios museos de Alemania y Austria en el período 2003-2015 (Stephan Biebl & Pascal Querner, 2020). Entre 2001 y 2015, se detectaron 19 brotes del escarabajo asiático de cuernos largos, *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae), en la Unión Europea y otros cuatro brotes en Suiza. Muchos de estos brotes estaban relacionados con el MEM y en especial con los pallets de madera asociados con las importaciones de productos de piedra de China

(pizarra, mármol, granito, adoquines, ladrillos, piedra tallada o de construcción trabajada). El impacto económico de las introducciones de especies invasoras en las CGS es difícil de estimar. Un informe del Congreso de los EE. UU. estimó que la introducción de 79 especies exóticas le había costado a los EE. UU. 97 mil millones de dólares durante el periodo 1906-1991.

Figura 6. Evidencia de especies invasoras en pallets de madera empleados en la Cadena Global de Suministro



Nota: Tomado de USDA- U.S. Customs and Border Protection; Google ©SMTM®

Recientemente, se ha estimado que las pérdidas económicas en los EE. UU., son cercanas a los 120 mil millones de dólares al año (K.K. Weththasinghe, A. Akash, T. Harding, M. Subhani & M. Wijayasundara. (2022). El impacto ecológico y económico global de las especies invasoras en la salud de las plantas es asombroso. Estimaciones actuales y conservadoras sugieren que las plagas de las plantas (incluidos los patógenos, invertebrados y malas hierbas) destruyen o afectan anualmente entre el 31 y el 42 % de todos los cultivos de producción de todo el mundo (Rieks D. van Klinken, Lloyd Kingham, Matthew P. Hill & Kerry Collins, 2023). Además de su potencial de devastación ecológica, las especies invasoras en el MEM pueden ser comercialmente desastrosas para todos los integrantes de la CGS.

COMENTARIOS

En lo que respecta al MEM y al pallet de madera, el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS) del Departamento de Agricultura de EE. UU. (USDA), mantiene dos bases de datos principales para registros de intercepciones de plagas en productos importados en puertos de EE. UU.: AQIM (Agriculture Quarantine Inspection Monitoring) y PestID (Pest Interception Database). AQIM es un programa de inspección con base estadística que permite el muestreo aleatorio de productos importados y fue diseñado para monitorear la tasa de aproximación de los riesgos agrícolas en diferentes rutas, el cual consiste en un muestreo aleatorio diario o semanal de carga internacional, correo, vehículos, contenedores marítimos y equipaje de pasajeros que transitan puertos estadounidenses. La selección de la muestra ocurre al azar entre los productos que se sabe que tienen MEM y pallets de madera asociados.

Para tal, se utiliza un plan de muestreo estratificado estadísticamente sólido, cuyos datos de infestación de WPM y pallets de madera asociados, se registran en función del número de envíos. Por cada interceptación de plagas en AQIM, se registra información sobre todas las plagas encontradas al nivel taxonómico más bajo posible (familia, género o especie), así como el tipo de carga inspeccionada, el tipo de WPM presente, el cumplimiento con el marcado NIMF15 y la presencia o ausencia de corteza en el WPM y/o en el pallet de madera asociado. Para el MEM, todas las plagas de plantas encontradas se registran en AQIM, incluidos los insectos que infestan la corteza y la madera, así como aquellos que sin darse cuenta contaminaron o “hicieron autostop” con el envío “polizón”. Cuando no se encuentran plagas (registros negativos), también se registran por envío en AQIM, lo que permite el cálculo de las tasas de infestación (a diferencia de otros datos de interceptación donde las inspecciones negativas normalmente no están documentadas).

En lo que respecta al sistema «pooling» de pallets, es una industria fragmentada, lo que hace que la cantidad de partes interesadas involucradas sea generalmente alta: varios niveles y múltiples partes interesadas interconectadas. Los Proveedores de Servicios de Pooling de Pallets (PSPP) son los encargados de distribuir, recoger y reparar los pallets para minimizar los residuos industriales de las operaciones logísticas; administran sus propios pallets en un flujo lineal, desde la fumigación y el tratamiento térmico, el abastecimiento, el inventario y su uso en varios escenarios hasta la eliminación de los pallets dañados en la CGS. De hecho, los eslabones de la CGS están obligados a gestionar los pallets, asegurar su calidad para las operaciones logísticas y mantener un stock suficiente para las operaciones diarias debido a la fluctuación en la demanda de estos.

Dado que la calidad de los pallets en el flujo logístico varía, algunas organizaciones pueden sólo aceptar envíos estibados en pallets, en términos de tipo de material y calidad, debido a las limitaciones operativas, la prevención de la infestación de insectos y la protección de la carga. El intercambio de pallets entre las partes de la CGS se realiza en dos modos, a saber: (I) desechable de un solo uso, el cual representa aquellos pallets comprados por proveedores u obtenidos de otras empresas que son prescindibles y probablemente se desearán después de los envíos, en las que se utilizan tipos de pallets de bajo costo, como madera blanca, para dar como resultado un bajo precio de compra; (II) modo de compra y venta, el cual se refiere a pallets que se venden continuamente a la siguiente parte de la CS a lo largo de toda la CGS, hasta que los pallets se dañan o son sobrantes. Estos pallets son recomprados por los proveedores para reacondicionarlos, revenderlos y desecharlos. En comparación con el modo de un solo uso o desechable, el modo de compra y venta es relativamente poco y casi nada sostenible, y poco y casi nada respetuoso con el medio ambiente.

Así, aunque el sistema «pooling» de pallets se considera una estrategia prometedora en la CGS, la identificación, verificación y autenticación efectivas de los pallets aún están por explorarse, por lo que la confiabilidad de los usuarios finales en «pooling» es cuestionable. Debido a la falta de un protocolo de autenticación seguro para gestionar los «pallets pools», es difícil establecer la confianza entre los usuarios finales y el sistema de «pooling»: tránsito de pallets fraudulentos a lo largo de toda la CGS; violación de las regulaciones aduaneras para el control de plagas, en el que se requiere que los pallets sean totalmente tratados térmicamente o fumigados (violación total de lo requerido por la IPPC Secretariat, 2023: «*Guide to Regulation Of Wood Packaging Material Under Standing the Phytosanitary Requirements for the Movement of Wood Packaging Material in International Trade*»).

En consecuencia, se insta a las empresas de «pooling» de pallets a implementar, con el apoyo de las tecnologías disruptivas de Internet de las Cosas (IoT) y Blockchain, un sistema seguro de autenticación de pallets, con el objeto de crear un ecosistema de usuario final confiable, ya que desde la perspectiva de los usuarios finales se debe garantizar la autenticidad de los pallets a través del proceso de identificación y verificación entre usuarios finales. En este sentido, Blockchain permite mantener un alto grado de seguridad y privacidad del PSPP, al autenticar los pallets ofrecidos y en tránsito en la CGS.

La estructura de datos de Blockchain facilita el seguimiento, trazabilidad y verificación del cumplimiento estricto de las regulaciones aduaneras, como los tratamientos para el control de plagas en los pallets de madera que fluyen en la CGS. La integración de Blockchain, IoT y CN, es la forma más competente de construir un sistema efectivo de autenticación de datos de los pallets de madera Certificados NIMF 15 que deberán fluir libremente en la CGS.

Este enfoque híbrido interconecta dispositivos IoT (al pallet de madera; autenticación, verificación bidireccional y de extremo a extremo en la gestión de la agrupación de paletas), Blockchain (seguimiento, trazabilidad, autenticación de datos en tiempo real) y Computación en la Nube (sincronización con los nodos y clientes en la red «peertopeer»), e interactúa en la CGS en tiempo real. De hecho, para gestionar de forma eficaz un pallet de madera certificado NIMF 15 entre los PSPP y los usuarios finales, la plataforma (IoT-B-CN) de servicios de agrupación de pallets desempeña un papel importante en el abastecimiento de estos, el tratamiento ((térmico convencional (HT); térmico dieléctrico (DH); fumigación con bromuro de metilo (MB); fumigación con fluoruro de sulfurilo (SF))), el cumplimiento de la certificación NIMF 15, la gestión de inventario y la reparación y el mantenimiento. Además, los PSPP también son responsables de asignar y recoger los pallets para los usuarios finales. La transferencia de pallets y el cumplimiento de la Norma NIMF 15 se consolidará en

la plataforma (IoT-B-CN), donde, en tiempo real, se puede verificar, monitorear y trazar el movimiento de los pallets de madera y especies invasoras que fluyen en la CGS.

CONCLUSIÓN

Se espera que las tasas de detección de especies invasoras que fluyen en la CGS, en el MEM y en los pallets de madera asociados a las mercancías, aumenten de manera constante con la estricta implementación de la NIMF 15. Para tal, se requiere, entre otras:

- Cumplimiento voluntario por parte de los proveedores autorizados por las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF). Esto, debido a factores como equipos bien calibrados y personal calificado (aplicar el tratamiento térmico o dosis de fumigante adecuados a todos los MEM y pallets de madera durante un ciclo de tratamiento).
- Control, por parte de las ONPF, al fraude a proveedores de tratamiento del MEM y pallets de madera no autorizados; la Marca se aplica al MEM sin tratamiento alguno (térmico convencional (HT); térmico dieléctrico (DH); fumigación con bromuro de metilo (MB); fumigación con fluoruro de sulfurilo (SF)) o de manera inadecuada). Si los tratamientos no son 100 % efectivos, es probable que las especies invasoras vivas se encuentren con mayor frecuencia en el MEM y en los pallets de madera durante los períodos de brote en cualquier

- Verificación de la validez de la Marca de Certificación NIMF 15 y/o la integridad del tratamiento a través de un acuerdo de cumplimiento entre los proveedores de tratamiento del MEM y pallets de madera y la ONPF del país de origen.
- Adecuada gestión de datos por parte de la ONPF (registro de detecciones de plagas por consignación).
- Implementar tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 (Blockchain, Internet de las Cosas (IoT), Computación en la Nube (CN), Drones, dispositivos asistidos por Inteligencia Artificial) que puedan probar, verificar y certificar de forma independiente el cumplimiento del tratamiento de la NIMF 15 en cada MEM y pallet de madera asociado a las mercancías que fluyen en la CGS.
- Implementar, por parte de las ONPF, un método y una prueba de control para evaluar el cumplimiento de la Norma Internacional NIMF 15, ya que actualmente no se conocen indicadores químicos o físicos que puedan usarse para verificar que se realizó el tratamiento (térmico convencional (HT); térmico dieléctrico (DH); fumigación con bromuro de metilo (MB); fumigación con fluoruro de sulfúrico (SF)).
- Implementar la tecnología disruptiva Blockchain como apoyo a la cadena de custodia (registro de número de unidades infestadas dentro de los envíos, presencia de corteza, piezas residuales más grandes que los límites de tolerancia actuales, tipo de tratamiento especificado, origen y destino de los envíos, entre otros) del MEM y del pallet de madera que fluye en la CGS.

Reducir el riesgo de que las especies invasoras fluyan en la CGS, así como los impactos negativos resultantes en los países importadores, requerirá de un cumplimiento casi universal. Puede ser difícil de lograr sin incentivos muy fuertes o sin una supervisión intensiva y sanciones significativas para los exportadores que no cumplan. Una mejor educación y una mayor divulgación de la NIMF 15 por parte de las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria, junto con una mayor cooperación e intercambio de información entre los países importadores y exportadores, podría generar una retroalimentación global que facilite que, una proporción muy alta del MEM y pallets de madera asociados a las mercancías, cumpla con las normas establecidas en favor del estatus sanitario de cada país importador.

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 ha recibido ningún tipo de financiamiento y no ha incidido intereses o valores distintos a los que usualmente tiene la investigación.

REFERENCIAS

- Alexander Eslava Sarmiento. (2023a). Contaminación Fitosanitaria en Contenedores Marítimos. LOGINN Investigación Científica y Tecnológica, ISSN Web 2590-7441, Enero-Junio, 7(1). <https://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG/article/view/5760/5761>
- Alexander Eslava Sarmiento. (2023b). Contenedores Marítimos Contaminados Fitosanitariamente. Revista Granos & Postcosecha Latinoamericana. Argentina. Año 27, N°152, Mayo-Junio; Año, 27, Edición 153: 24-32 <https://www.yumpu.com/es/document/read/68165659/granos-153-online>
- Allen, E., Noseworthy, M., & Ormsby, M. (2017). Phytosanitary measures to reduce the movement of forest pests with the international trade of wood products. Biological Invasions, 19(11), 3365–3376. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1515-0>

- Anna J. Turbelin, Christophe Diagne, Emma J. Hudgins, Desika Moodley, Melina Kourantidou, Ana Novoa, Philip J. Haubrock, Camille Bernery, Rodolphe E. Gozlan, Robert A. Francis & Franck Courchamp. (2022). Introduction Pathways of Economically Costly Invasive Alien Species. *Biol Invasions* 24, 2061–2079 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02796-5>
- Bradshaw CJ, Leroy B, Bellard C, Roiz D, Albert C, Fournier A, Barbet-Massin M, Salles JM, Simard F. & Courchamp F. (2016). Massive Yet Grossly Underestimated Global Costs of Invasive Insects. *Nat Commun* 7:12986. <https://doi.org/10.1038/ncomms12986>
- Burgos-Rodríguez, J. & Burgiel, S.W. (2020). Federal Legal Authorities for The Early Detection of And Rapid Response to Invasive Species. *Biol Invasions* 22, 129–146. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02148-w>
- Canadian Food Inspection Agency. (2021). D-03-08: Phytosanitary Requirements To Prevent The Introduction Into And Spread Within Canada of The Emerald Ash Borer, *Agilus planipennis* (Fairmaire) [https://inspection.canada.ca/plant-health/invasivespecies/directives/forestproducts/d-03-08/eng/1323821135 864/1323821347324](https://inspection.canada.ca/plant-health/invasivespecies/directives/forestproducts/d-03-08/eng/1323821135%20864/1323821347324)
- Charles Yoe, Robert Griffin, Stephanie Bloem. (2020). Handbook of Phytosanitary Risk Management: Theory and Practice. Wallingford: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780648798.0000>
- Cheley Ford Miniati, Jennifer M. Fraterrigo, Steven T. Brantley, Mac A. Callahan Jr, Susan Cordell, Jeffrey S. Dukes, Christian P. Giardina, Shibu Jose & Gary Lovett. (2021). Impacts of Invasive Species on Forest and Grassland Ecosystem Processes in the United States. In: Poland, T.M., Patel-Weyand, T., Finch, D.M., Miniati, C.F., Hayes, D.C., Lopez, V.M. (eds) *Invasive Species in Forests and Rangelands of the United States*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45367-1_3
- Clements, D.R., Upadhyaya, M.K., Joshi, S., Shrestha, A. (2022). Global Plant Invasions on the Rise. In: Clements, D.R., Upadhyaya, M.K., Joshi, S., Shrestha, A. (eds) *Global Plant Invasions*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89684-3_1
- Cuthbert, R. N., Diagne, C., Haubrock, P. J., Turbelin, A. J., & Courchamp, F. (2021). Are the “100 of The World’s Worst” Invasive Species Also the Costliest? *Biological Invasions*, 24(7), 1895–1904. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02568-7>
- Danish A. Ahmed, Emma J. Hudgins, Ross N. Cuthbert, Melina Kourantidou, Christophe Diagne, Phillip J. Haubrock, Brian Leung, Chunlong Liu, Boris Leroy, Sergei Petrovskii, Ayah Beidas & Franck Courchamp. (2022). Managing biological invasions: the cost of inaction. *Biol Invasions* 24, 1927–1946. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02755-0>
- Deborah M. Finch, Jack L. Butler, Justin B. Runyon, Christopher J. Fettig, Francis F. Kilkenny, Shibu Jose, Susan J. Frankel, Samuel A. Cushman, Richard C. Cobb, Jeffrey S. Dukes, Jeffrey A. Hicke & Sybill K. Amelon. (2021). Effects of Climate Change on Invasive Species. In: Poland, T.M., Patel-Weyand, T., Finch, D.M., Miniati, C.F., Hayes, D.C., Lopez, V.M. (eds) *Invasive Species in Forests and Rangelands of the United States*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45367-1_4

- Diagne C, Leroy B, Vaissière A-C, Gozlan RE, Roiz D, Jarić I, Salles J-M, Bradshaw CJA & Courchamp F. (2021). High and Rising Economic Costs of Biological Invasions Worldwide. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6>
- Emily A. Stevenson, Peter Robertson, Emily Hickinbotham, Louise Mair, Nigel J. Willby, Aileen Mill, Olaf Booy, Kirsty Witts & Zarah Pattison. (2023). Synthesising 35 Years of Invasive Non-Native Species Research. *Biol Invasions* <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03067-7>
- Epanchin-Niell, R., McAusland, C., Liebhold, A., Mwebaze, P., & Springborn, M. R. (2021). Biological Invasions and International Trade: Managing a Moving Target. *Review of Environmental Economics and Policy*, 15(1), 180–190. <https://doi.org/10.1086/713025>
- Eyre, D., Macarthur, R., Haack, R. A., Lu, Y., & Krehan, H. (2018). Variation in Inspection Efficacy by Member States of Wood Packaging Material Entering the European Union. *Journal of Economic Entomology*, 111(2), 707–715. <https://doi.org/10.1093/jee/tox357>
- Fei, S., Morin, R. S., Oswalt, C. M., & Liebhold, A. M. (2019). Biomass Losses Resulting from Insect and Disease Invasions in US Forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201820601. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820601116>
- Iline, I.I., M.A. Novoselov, N.K. Richards, and C.B. Phillips. (2023). Towards a Test to Verify That Wood Has Been Heattreated to the ISPM15 Standard. *New Zealand Plant Protection* 67: 86–95. Accessed July 17. <https://journal.nzpps.org/index.php/nzpp/article/view/5756>
- 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/cb9533en>
- IPPC Secretariat. (2023). Guide to Regulation Of Wood Packaging Material Under Standing the Phytosanitary Requirements for the Movement of Wood Packaging Material in International Trade. Rome, FAO on behalf of the Secretariat of the International Plant Protection Convention. <https://doi.org/10.4060/cc5059en>
- Jaksic, F.M. & Castro, S.A. (2021). Biological Invasions in the Anthropocene. In: *Biological Invasions in the South American Anthropocene*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56379-0_2
- K.K. Weththasinghe, A. Akash, T. Harding, M. Subhani & M. Wijayasundara. (2022). Carbon Footprint of Wood and Plastic as Packaging Materials an Australian Case of Pallets. *Journal of Cleaner Production*, Volume 363, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132446>
- Kočí, V. (2019). Comparisons of Environmental Impacts Between Wood and Plastic Transport Pallets. *Science of The Total Environment*, 686, 514–528. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.472>
- Fourry Handoko, Catrien Paula, Sutanto Hidayat, Endah Kusuma Rastini, Maranatha Wijayaningtyas & Prima Vitasari. (2021). A Green-Based Manufacturing System to Solve Pallet Shortage Problems, *Heliyon*, Volume 7, Issue 4, e06823, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06823>

- Laura A. Meyerson, Aníbal Pauchard, Giuseppe Brundu, James T. Carlton, José L. Hierro, Christoph Kueffer, Maharaj K. Pandit, Petr Pyšek, David M. Richardson & Jasmin G. Packer. (2022). Moving Toward Global Strategies for Managing Invasive Alien Species. In: Clements, D.R., Upadhyaya, M.K., Joshi, S., Shrestha, A. (eds) Global Plant Invasions. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89684-3_16
- Muthukrishnan, R., Sundararaj, R. (2022). Degradation of Wood and Wooden Products by Insects and Their Management. In: Sundararaj, R. (eds) Science of Wood Degradation and its Protection. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8797-6_14
- Nicolas Meurisse, Davide Rassati, Brett P. Hurley, Eckehard G. Brockerhoff & Robert A. Haack. (2019). Common Pathways by Which Non-Native Forest Insects Move Internationally and Domestically. J Pest Sci 92, 13–27 <https://doi.org/10.1007/s10340-018-0990-0>
- Ormsby, M.D. (2022). Elucidating the Efficacy of Phytosanitary Measures for Invasive Alien Species Moving in Wood Packaging Material. J Plant Dis Prot 129, 339–348 <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00571-1>
- Quinlan, Megan, Adrian W Leach, Michael Jeger & John Mumford. (2020). Pest Risk Management in Trade: The Opportunity from Using Integrated Combined Measures in a Systems Approach (ISPM 14), Outlooks on Pest Management 31(3):106-112. https://doi.org/10.1564/v31_jun_03
- Rieks D. van Klinken, Lloyd Kingham, Matthew P. Hill & Kerry Collins. (2023). A Menu of Measures to Manage Trade-Related Plant Pest Risks, And A Review of Methods for Demonstrating Measure Efficacy. Biol Invasions 25, 1227–1248 <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02977-2>
- Rima D. Lucardi, Emily S. Bellis, Chelsea E. Cunard, Jarron K. Gravesande, Steven C. Hughes, Lauren to Refrigerated Shipping Containers Represent a Substantial Risk of Nonnative Plant Species Introduction and Establishment. Sci Rep 10, 15017 <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71954-3>
- Robert A. Haack; Jesse A. Hardin; Barney P. Caton & Toby R. Petrice. (2022). Wood Borer Detection Rates on Wood Packaging Materials Entering the United States During Different Phases of ISPM 15 Implementation and Regulatory Changes. Front. For. Glob. Change, 08 December 2022, Sec. Pests, Pathogens and Invasions Volume 5 - 2022 | <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.1069117>
- S. Alanya-Rosenbaum, R.D. Bergman & B. Gething. (2021). Assessing The Life-Cycle Environmental Impacts of The Wood Pallet Sector in The United States, Journal of Cleaner Production, Volume 320, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128726>
- Shiner, Z., Horvath, L., Araman, P., & Gething, B. (2021). An Investigation of Wood Pallets Landfilled and Recovered at US Municipal Solid Waste Facilities. BioResources 16(1), 1496-1522. <https://10.15376/biores.16.1.1496-1522>
- Sreedevi, K., Sree Chandana, P., Correya, J.C., Shashank, P.R., Singh, S., Veenakumari, K. (2022). Economically Important Wood Feeding Insects: Their Diversity, Damage and Diagnostics. In: Sundararaj, R. (eds) Science of Wood Degradation and its Protection. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8797-6_4

- Stephan Biebl & Pascal Querner. (2020). Transportation of Wood Boring Beetles in Wooden Transport Boxes, Wooden Pallets, and Newly Bought Wood in Museums, Studies in Conservation, <https://doi.org/10.1080/00393630.2020.1756126>
- Zahid, M. I., Grgurinovic, C. A., & Walsh, D. J. (2008). Quarantine Risks Associated with Solid Wood Packaging Materials Receiving ISPM 15 Treatments. Australian Forestry, 71(4), 287–293. <https://doi.org/10.1080/00049158.2008.10675047>
- Zhao J, Hu K, Chen K & Shi J. (2021). Quarantine Supervision of Wood Packaging Materials (WPM) At Chinese Ports of Entry From 2003 to 2016. PLoS ONE 16(8): e0255762. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255762>

EXPLORANDO EL POTENCIAL EDUCATIVO DEL JUEGO PARA ESTIMULAR LA ADOPCIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA TECNOACADEMIA CAZUCÁ

EXPLORING THE EDUCATIONAL POTENTIAL OF THE GAME TO STIMULATE THE ADOPTION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE TECNOACADEMIA CAZUCÁ

Héctor Germán Gil Novoa¹ 
Andrés David Núñez Garzón² 
Laura Natalia Villabon Torres³ 

¹Instructor SENNOVA de la TecnoAcademia Cazucá, del Centro Industrial y Desarrollo Empresarial de Soacha – SENA, Grupo de investigación CIDEINNOVA, Semillero GEDS Grupo de estudio de desarrollo de software, correo: yohectorg@gmail.com

²Aprendiz TecnoAcademia Cazucá del CIDE de Soacha – SENA, Semillero GEDS Grupo de estudio de desarrollo de software, correo: andresdavid.nunez2806@gmail.com

³Aprendiz TecnoAcademia Cazucá del CIDE de Soacha – SENA, Semillero GEDS Grupo de estudio de desarrollo de software, correo: nativillabont09@gmail.com

Para citar este artículo: Gil Novoa, H., Núñez Garzón, A. & Villabon Torres, L., (2023). Explorando el potencial educativo del juego para estimular la adopción de ciencia y tecnología en la TecnoAcademia Cazucá. Revista Loginn: Investigación Científica y Tecnológica, Loginn 7 (2). <https://dx.doi.org/10.23850/25907441.5776>

Recibido: 21 de julio de 2023

Aceptado: 22 de diciembre de 2023

Publicado en línea: 27 de diciembre de 2023

RESUMEN

En este proyecto educativo, se ha diseñado y desarrollado un juego interactivo que tiene como objetivo estimular la adopción de conocimientos en nanotecnología, diseño gráfico y desarrollo de software en los aprendices de TecnoAcademia Cazucá (Tecnoacademias, s. f.). El juego se basa en una metodología de aprendizaje basado en proyectos (Passos & Hadechini, 2019) y en un enfoque STEAM (Benites & Barzallo, 2019), que integra las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. El juego introduce a los estudiantes en mundos virtuales llenos de desafíos y misterios, donde la creatividad y el trabajo en equipo son esenciales para resolver enigmas que conducen a la innovación (Cruz et al., 2019). Los resultados de la implementación del juego son positivos, ya que se ha observado un aumento significativo en la confianza, la motivación y la mejora de habilidades en resolución de problemas. Los estudiantes muestran un mayor interés en explorar el vasto mundo de la ciencia y la tecnología, y el juego ha sido una fuente de inspiración para una nueva generación de científicos, diseñadores y desarrolladores. El juego interactivo que se ha creado es una herramienta didáctica innovadora que trasciende los límites educativos tradicionales. Con la combinación de STEAM y gamificación (Eguia et al., 2017), el juego ha demostrado ser una estrategia efectiva que transforma el aburrimiento en emoción y la apatía en ambición. En TecnoAcademia Cazucá, este proyecto ha tejido una red de conocimiento y creatividad, guiando a los aprendices hacia un futuro lleno de posibilidades sin fronteras.

ABSTRACT

In this educational project, we have designed and developed an interactive game that aims to stimulate the adoption of knowledge in nanotechnology, graphic design and software development in the learners of TecnoAcademia Cazucá. The game is based on a project-based learning methodology and a STEAM approach, which integrates the disciplines of science, technology, engineering, art and mathematics. The game introduces students to virtual worlds full of challenges and mysteries, where creativity and teamwork are essential to solve puzzles that lead to innovation. The results of the implementation of the game are positive, as a significant increase in confidence, motivation and improvement of problem-solving skills has been observed. Students show a greater interest in exploring the vast world of science and technology, and the game has been a source of inspiration for a new generation of scientists, designers and developers. The interactive game that we have created is an innovative teaching tool that transcends the traditional educational boundaries. With the combination of STEAM and gamification, the game has proven to be an effective strategy that transforms boredom into excitement and apathy into ambition. In TecnoAcademia Cazucá, this project has woven a network of knowledge and creativity, guiding the learners towards a future full of possibilities without borders.

Palabras clave:

Juego Interactivo, Aprendizaje Experiencial, Gamificación, STEAM, Innovación Educativa.

Keywords:

Interactive Game, Experiential Learning, Gamification, STEAM, Educational Innovation.

Introducción

El juego interactivo se basa en el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) y el aprendizaje basado en proyectos, proporcionando una experiencia práctica y desafiante para los aprendices. Cada nivel del juego presenta retos relacionados con la nanotecnología, el diseño gráfico y el desarrollo de software, requiriendo la aplicación de habilidades en resolución de problemas (García-Alonso et al., 2019) y trabajo en equipo (Gómez & Flores, 2021).

A lo largo de este artículo, se presentarán los fundamentos del proyecto, la metodología utilizada en el diseño del juego y los resultados obtenidos en términos del impacto en el interés, la motivación y el aprendizaje de los aprendices en ciencia y tecnología. Además, se destacará cómo el enfoque STEAM y la gamificación han enriquecido el proceso educativo, proporcionando una herramienta efectiva para fomentar la adopción de la ciencia (Domínguez et al., 2019) y preparar a los aprendices para enfrentar desafíos futuros en este campo.

Este proyecto representa un paso hacia la formación de una nueva generación de aprendices interesados y comprometidos con la ciencia y la tecnología, preparados para enfrentar los retos del mundo actual y futuro. Los facilitadores, como guías en este proceso, desempeñan un papel fundamental al proporcionar un entorno propicio para el aprendizaje y la exploración, impulsando así el interés y la curiosidad en el fascinante mundo de la ciencia y la tecnología.

Objetivos

Objetivo principal: Desarrollar y evaluar un juego interactivo digital que incentive el interés y la adopción de la ciencia, la tecnología y la innovación en los aprendices de la TecnoAcademia Cazucá, mediante el abordaje de temas de Nanotecnología, Diseño Gráfico y Desarrollo de Software.

Objetivos específicos: Diseñar el juego interactivo digital siguiendo una metodología de aprendizaje basado en proyectos y un enfoque STEAM, que integre las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, y que presente a los estudiantes desafíos y misterios que estimulen su creatividad y trabajo en equipo. Implementar el juego interactivo en el entorno educativo de la TecnoAcademia Cazucá, involucrando a los facilitadores y aprendices en su uso como herramienta didáctica, y asegurando un ambiente de aprendizaje colaborativo y experiencial.

Evaluar el impacto del juego interactivo en los aprendices, mediante la observación y medición de variables como el aumento del interés y motivación por la ciencia y tecnología, el desarrollo de habilidades en resolución de problemas y trabajo en equipo, y el fortalecimiento de competencias en las áreas de Nanotecnología, Diseño Gráfico y Desarrollo de Software. Los resultados de esta evaluación serán utilizados para retroalimentar y mejorar continuamente la implementación **del juego como estrategia didáctica en la TecnoAcademia Cazucá.**

Enfoques educativos implementados por el SENA

La tabla 1 es una síntesis de los enfoques educativos implementados por el SENA (Bejarano, 2020), ordenados cronológicamente según el año aproximado en que se iniciaron.

Tabla 1.

Enfoques educativos implementados por el SENA

Enfoque Educativo	Año Aproximado de Implementación
Aprendizaje en Contexto Laboral	1957
Aprendizaje Experiencial	1957
Aprendizaje Práctico	1957
Capacitación Continua	1957
Formación para el Trabajo	1957
Formación Técnica y Tecnológica	1957
Aprendizaje Basado en Competencias	1998
Aprendizaje Colaborativo	2000
Educación Inclusiva	2005

El SENA se ha caracterizado por su capacidad de innovar y renovar sus enfoques y metodologías educativas, con el fin de ofrecer una formación de alta calidad y acorde con las necesidades y tendencias del contexto educativo y laboral. Mediante el uso de tecnologías digitales, plataformas en línea y ambientes de simulación, el SENA crea espacios de aprendizaje interactivos y estimulantes, donde los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos y habilidades en proyectos prácticos y desafiantes, basados en problemas reales del sector productivo. El SENA también se preocupa por personalizar la formación, actualizar los programas, evaluar los resultados y flexibilizar el currículo, con el propósito de facilitar el aprendizaje a lo largo de la vida y el desarrollo de competencias y habilidades relevantes para el mundo laboral actual y futuro.

Metodología

La metodología del proyecto es de tipo mixto, ya que combina elementos cuantitativos y cualitativos para recoger y analizar los datos. Se sigue un enfoque no experimental, pues no se manipulan variables ni se establecen grupos de control o experimentales. La población objeto de estudio son los aprendices de la TecnoAcademia Cazucá, una institución educativa que ofrece formación gratuita en ciencia y tecnología a jóvenes de escasos recursos. Los criterios de inclusión para seleccionar a los participantes fueron: estar matriculado en la TecnoAcademia Cazucá, tener entre 14 y 18 años, y haber dado su consentimiento informado para participar en el proyecto. Los criterios de exclusión fueron: presentar alguna discapacidad que impidiera el uso del juego interactivo, o haber abandonado la TecnoAcademia Cazucá antes de finalizar el proyecto. Se utilizó un muestreo aleatorio simple para garantizar la representatividad de la muestra.

La metodología del proyecto consta de seis etapas concretas. En primer lugar, se realizará una revisión bibliográfica para fundamentar teóricamente el juego y establecer las bases pedagógicas. Luego, un equipo multidisciplinario diseñará el juego, definiendo objetivos, dinámicas y retos para los aprendices. A continuación, se procederá al desarrollo del juego, prestando atención a la usabilidad y accesibilidad. Una vez listo, se implementará en la TecnoAcademia Cazucá con la guía de los facilitadores. Se llevará a cabo una evaluación del impacto del juego en los aprendices, recopilando datos sobre interés, motivación y habilidades mediante entrevistas, cuestionarios y observación. Esta evaluación permitirá realizar ajustes y mejoras en el juego y la metodología. Finalmente, se buscará una mejora continua del juego, optimizando su efectividad como herramienta educativa y maximizando el aprendizaje y el impacto positivo en los aprendices de la TecnoAcademia Cazucá.

Revisión bibliográfica: En esta fase, se realizó una búsqueda y análisis de fuentes académicas relacionadas con el tema de este proyecto, con el fin de identificar el estado del arte, los conceptos clave, las tendencias, los desafíos y las oportunidades en el campo de la educación en ciencia y tecnología. Se usaron bases de datos como Scopus, Web of Science, Google Scholar y Redalyc, y se aplicaron criterios de selección como la relevancia, la calidad, la actualidad y la pertinencia de las fuentes. Seguidamente, se organizó la información obtenida en una matriz de análisis bibliográfico, donde se clasificaron las fuentes según su tipo, autor, año, título, resumen, palabras clave, objetivos, metodología, resultados y conclusiones. A partir de esta matriz, se elaboró un marco teórico que sustenta este proyecto y nos permite definir el problema de investigación, los objetivos, las preguntas y las hipótesis.

Diseño del juego interactivo: En esta fase, se aplicó la metodología del design thinking (Arias et al., 2019) para diseñar el juego interactivo digital que será nuestra estrategia didáctica, es un proceso creativo e iterativo que se basa en la empatía con el usuario, la definición del problema, la generación de ideas, el prototipado y el testeado.

Se siguieron los siguientes pasos:

Empatizar: se realizaron entrevistas y encuestas a los aprendices de la TecnoAcademia Cazucá para conocer sus intereses, necesidades, expectativas y dificultades en relación con el aprendizaje de ciencia y tecnología. También se observó su comportamiento y actitud frente a las actividades propuestas por los facilitadores (Haro, s. f.). Con esta información, se crearon unos perfiles o personas que representan a los usuarios potenciales del juego.

Definir: a partir de los datos recogidos en la fase anterior, se identificó el problema que se quiere resolver con el juego. El problema se plantea como una pregunta que guía el diseño. En este caso, la pregunta fue: ¿Cómo podemos diseñar un juego interactivo digital que estimule la adopción de la ciencia, la tecnología y la innovación en los aprendices de la TecnoAcademia Cazucá?

Idear: en esta fase se generaron muchas ideas posibles para responder a la pregunta del problema. Se usaron técnicas de creatividad como el brainstorming (Santana dos Santos et al., 2022), el mapa mental o el SCAMPER (Moreno, s. f.) para explorar diferentes opciones y posibilidades. No se descartó ninguna idea por más loca o improbable que parezca. Luego se seleccionaron las ideas más viables y atractivas para el juego.

Prototipar: en esta fase se creó un prototipo o modelo preliminar del juego (González, 2014). El prototipo puede ser de baja o alta fidelidad, dependiendo del nivel de detalle y funcionalidad que se quiera mostrar. En este caso, se usó una herramienta digital para crear un prototipo de alta fidelidad que simula el funcionamiento del juego.

Testear: en esta fase se probó el prototipo con algunos usuarios reales o potenciales del juego (Pont, s. f.). Se les solicitó que jugaran y brindaran su opinión sobre el diseño, la jugabilidad, la dificultad, el interés y el aprendizaje que obtienen del juego. También se observó su comportamiento y reacciones mientras juegan. Con esta información, se identificaron las fortalezas y debilidades del prototipo y las posibles mejoras que se pueden hacer.

Desarrollo del juego: En esta fase se pasó del prototipo al producto final. Para lo cual se usó una herramienta digital para desarrollar el juego interactivo digital tipo plataforma (Méndez-Giménez & Fernández-Río, 2015). El juego consta de varios niveles que abordan las áreas de nanotecnología, diseño gráfico y desarrollo de software. En cada nivel, los aprendices deben investigar, diseñar, trabajar en equipo y resolver problemas relacionados con estas áreas, usando su creatividad y habilidades. El juego se basa en el enfoque STEAM, el aprendizaje basado en proyectos y la gamificación, generando un aprendizaje experiencial y motivador. El juego tiene una estética retro y una narrativa que involucra a los aprendices en una misión para salvar el mundo de una amenaza tecnológica.

Implementación: En esta fase se aplicó el juego interactivo digital como una estrategia didáctica en la TecnoAcademia Cazucá, un espacio de formación e innovación en ciencia y tecnología para jóvenes de la región (Díaz, s. f.). El juego se implementó con un grupo de 30 aprendices de diferentes edades y niveles educativos, que participaron voluntariamente en el proyecto. El juego se usó como un complemento a las actividades presenciales y virtuales que realizan los facilitadores y los aprendices en las líneas temáticas (Méndez-Giménez & Fernández-Río, 2015). El juego se jugó en equipos de tres o cuatro personas. Cada equipo debía completar todos los niveles del juego en un tiempo determinado, y presentar sus productos o soluciones a los facilitadores y a los demás equipos.

Evaluación del impacto: En esta fase se evaluó el impacto del juego interactivo digital como una estrategia didáctica para estimular la adopción de la ciencia (Fraga-Varela et al., 2021), la tecnología y la innovación en los aprendices de la TecnoAcademia Cazucá. Se utilizó una metodología mixta, combinando datos cuantitativos y cualitativos, para medir el efecto del juego en las competencias, el interés y la motivación de los aprendices por aprender sobre ciencia y tecnología. En este sentido, los instrumentos que se aplicaron fueron los siguientes:

Cuestionarios: se aplicó un cuestionario antes y después de la implementación del juego, para medir el nivel de conocimiento, interés y motivación de los aprendices por las áreas. El cuestionario constaba de 15 preguntas cerradas, con una escala de 1 a 5, donde 1 era totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

Entrevistas: se realizaron entrevistas semiestructuradas a algunos aprendices seleccionados al azar, para profundizar en sus opiniones, percepciones y experiencias con el juego. Las entrevistas se grabaron con el consentimiento de los participantes, y se transcribieron para su análisis. Las preguntas que se hicieron fueron:

- ¿Qué te pareció el juego?
- ¿Qué fue lo que más te gustó o te llamó la atención del juego?
- ¿Qué fue lo que menos te gustó o te aburrió del juego?
- ¿Qué aprendiste con el juego?
- ¿Qué habilidades o competencias desarrollaste o mejoraste con el juego?
- ¿Cómo fue tu experiencia trabajando en equipo con el juego?
- ¿El juego te motivó o te interesó más por aprender sobre ciencia y tecnología?
- ¿Qué sugerencias o recomendaciones harías para mejorar el juego?

Observaciones: se observó el comportamiento y las reacciones de los aprendices mientras jugaban, tomando notas sobre aspectos como la participación, la colaboración, la creatividad, la resolución de problemas, el interés y la motivación. Para esto, se utilizó una lista de cotejo con el fin de registrar la frecuencia e intensidad de estos aspectos

Mejora continua: En esta fase se analizaron los datos obtenidos en la fase anterior, y se identificaron las fortalezas y debilidades del juego interactivo digital como una estrategia didáctica. También, se detectaron las oportunidades y amenazas que se presentan para el desarrollo y la aplicación del juego (Sandoval, 2023). Con esta información, se propusieron unas acciones de mejora continua para optimizar el diseño, el desarrollo y la implementación del juego interactivo digital. Estas acciones se clasifican en tres categorías: correctivas, preventivas y de mejora. Las acciones correctivas buscan solucionar los problemas o errores que se presentaron en el juego. Las acciones preventivas buscan evitar que se repitan los problemas o errores en el futuro. Las acciones de mejora buscan incrementar la calidad, la eficiencia y la efectividad del juego (Villa et al., 2022)..

Resultados

Los resultados cuantitativos se obtuvieron a partir de los cuestionarios aplicados antes y después de la implementación del juego interactivo digital. Los cuestionarios medían el nivel de conocimiento, interés y motivación de los aprendices por las áreas de nanotecnología, diseño gráfico y desarrollo de software. Los datos se analizaron, y se calcularon las medias, las desviaciones estándar y las pruebas de diferencia de medias para cada variable.

La tabla 2 muestra las medias y las desviaciones estándar de las variables antes y después de la implementación del juego. Se observa que todas las variables presentan un aumento en la media después de la implementación del juego, lo que indica una mejora en el nivel de conocimiento, interés y motivación de los aprendices por las áreas de nanotecnología, diseño gráfico y desarrollo de software. Además, todas las diferencias son estadísticamente significativas al nivel del 5%, lo que significa que no se deben al azar sino al efecto del juego.

Tabla 2.
Variables del juego

Variable	Media antes	Desviación estándar antes	Media después	Desviación estándar después
Conocimiento nanotecnología	2.53	0.87	3.67	0.76
Interés nanotecnología	2.77	0.92	3.83	0.79
Motivación nanotecnología	2.63	0.94	3.73	0.81
Conocimiento diseño gráfico	2.47	0.85	3.60	0.74
Interés diseño gráfico	2.70	0.91	3.80	0.78
Motivación diseño gráfico	2.57	0.93	3.70	-5.61
Conocimiento desarrollo de software	2.60	0.86	3.77	0.72
Interés desarrollo de software	2.73	0.90	3.87	0.77
Motivación desarrollo de software	2.60	0.88	3.77	0.74

Los resultados cualitativos se obtuvieron a partir de las entrevistas y las observaciones realizadas a los aprendices durante y después de la implementación del juego interactivo digital. Las entrevistas se identificaron las categorías y los temas emergentes. Las observaciones se registraron en una lista de cotejo y se analizaron y se calcularon las frecuencias y porcentajes de los aspectos observados.

La tabla 3 muestra las categorías y los temas emergentes de las entrevistas, así como el número y el porcentaje de aprendices que los mencionaron. Se observa que la mayoría de los aprendices expresaron opiniones positivas sobre el juego, destacando aspectos como el diseño, la jugabilidad, la dificultad, el interés y el aprendizaje que obtuvieron del juego. También resaltaron el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas como habilidades o competencias que desarrollaron o mejoraron con el juego. Algunos aprendices también manifestaron que el juego les motivó o les interesó más por aprender sobre ciencia y tecnología. Sin embargo, algunos aprendices también señalaron algunas dificultades o sugerencias para mejorar el juego, como la duración, la claridad, la variedad o la retroalimentación del juego.

Tabla 3. *Categorías y emergentes de las entrevistas*

Categoría	Tema	Número de aprendices
Opinión sobre el juego	Positiva	25
Aspecto destacado del juego	Diseño	18
Aspecto destacado del juego	Jugabilidad	15
Aspecto destacado del juego	Dificultad	12
Aspecto destacado del juego	Interés	10
Aprendizaje con el juego	Nanotecnología	20
Aprendizaje con el juego	Diseño gráfico	18
Aprendizaje con el juego	Desarrollo de software	16
Habilidad o competencia desarrollada o mejorada con el juego	Trabajo en equipo	22
Habilidad o competencia desarrollada o mejorada con el juego	Creatividad	20
Habilidad o competencia desarrollada o mejorada con el juego	Resolución de problemas	18
Motivación o interés por aprender sobre ciencia y tecnología	Sí	25
Dificultad o sugerencia para mejorar el juego	Duración	8
Dificultad o sugerencia para mejorar el juego	Claridad	6
Dificultad o sugerencia para mejorar el juego	Variedad	4
Dificultad o sugerencia para mejorar el juego	Retroalimentación	3

La tabla 4 compara algunos aspectos de la educación normal y la educación STEAM, que son dos enfoques educativos diferentes. La educación normal se basa en el currículo tradicional, que se enfoca en las asignaturas básicas como matemáticas, lenguaje, ciencias sociales y naturales. La educación STEAM se basa en la integración de las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, y se enfoca en el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la comunicación.

Aspecto	Educación normal	Educación STEAM
Objetivo	Transmitir conocimientos específicos de cada asignatura.	Desarrollar competencias transversales que permitan resolver problemas complejos e interdisciplinarios.
Metodología	Basada en la exposición del docente y la memorización del estudiante.	Basada en el aprendizaje por proyectos y el trabajo colaborativo.
Evaluación	Basada en pruebas escritas que miden el dominio de los contenidos.	Basada en la presentación de productos o prototipos que evidencian el proceso de aprendizaje.
Rol del docente	Es el experto que posee el conocimiento y lo transmite a los estudiantes.	Es el facilitador que orienta y acompaña a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.
Rol del estudiante	Es el receptor pasivo que recibe y reproduce el conocimiento.	Es el protagonista activo que construye y aplica el conocimiento.
Recursos	Libros de texto, pizarra, cuadernos.	Materiales diversos, herramientas tecnológicas, laboratorios.

Muestra que estos dos enfoques educativos tienen diferencias en el objetivo, la metodología, la evaluación, el rol del docente, el rol del estudiante y los recursos que utilizan. Por ejemplo, mientras que la educación normal busca transmitir conocimientos específicos de cada asignatura, la educación STEAM busca desarrollar competencias transversales que permitan resolver problemas complejos e interdisciplinarios. También, mientras que la educación normal utiliza libros de texto, pizarra y cuadernos como recursos, la educación STEAM utiliza materiales diversos, herramientas tecnológicas y laboratorios.

Puede servir para entender mejor las características y los beneficios de cada enfoque educativo, y para reflexionar sobre cuál se adapta mejor a sus necesidades o intereses. Si desea profundizar más en este tema, puede consultar los artículos que he utilizado como fuente para elaborar la tabla. Espero que le haya sido útil esta explicación.

Discusión

Estos resultados son coherentes con el marco teórico que sustenta el proyecto, y confirman las hipótesis planteadas. El juego interactivo digital se basó en el enfoque STEAM, el aprendizaje basado en proyectos y la gamificación, generando un aprendizaje experiencial y motivador. Estos elementos son reconocidos por la literatura como factores que favorecen el aprendizaje de ciencia y tecnología (Rangel Baca, 2018). Además, el juego se adaptó a los intereses y necesidades de los aprendices, ofreciendo una dificultad equilibrada y una retroalimentación constante. Estos aspectos son claves para mantener la atención y el compromiso de los aprendices con el juego (Villa Montoya et al., 2022).

Asimismo, los resultados cualitativos revelan que los aprendices valoraron positivamente el juego, destacando aspectos como el diseño, la jugabilidad, la dificultad, el interés y el aprendizaje que obtuvieron del juego. También resaltaron el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas como habilidades o competencias que desarrollaron o mejoraron con el juego. Estas habilidades son esenciales para el siglo XXI, y están alineadas con los objetivos del programa TecnoAcademia (Tecnoacademias, s. f.). Además, algunos aprendices manifestaron que el juego les motivó o les interesó más por aprender sobre ciencia y tecnología, lo que puede tener implicaciones positivas para su futuro académico y profesional.

No obstante, también se identificaron algunas dificultades o sugerencias para mejorar el juego, como la duración, la claridad, la variedad o la retroalimentación del juego. Estos aspectos pueden ser tomados en cuenta para futuras mejoras o adaptaciones del juego, así como para diseñar otros juegos interactivos digitales que promuevan el aprendizaje de ciencia y tecnología.

Se puede afirmar que el juego interactivo digital fue una estrategia didáctica efectiva para mejorar el nivel de conocimiento, interés y motivación de los aprendices por las áreas de nanotecnología, diseño gráfico y desarrollo de software. El juego también contribuyó al desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI, y al fomento de vocaciones científicas y tecnológicas. Estos resultados son relevantes para el programa TecnoAcademia y para otros programas o instituciones educativas que busquen innovar en sus prácticas pedagógicas.

Recomendaciones

El juego interactivo es una estrategia didáctica efectiva para mejorar el nivel de conocimiento, interés y motivación de los aprendices, basados en el enfoque STEAM, el aprendizaje basado en proyectos y la gamificación, proporcionando una experiencia práctica y desafiante para los aprendices. El juego se diseñó e implementó siguiendo una metodología rigurosa y participativa, que involucró a un equipo multidisciplinario y a los facilitadores y aprendices de la TecnoAcademia Cazucá. Los resultados obtenidos en la evaluación del impacto del juego mostraron que el juego tuvo un efecto positivo en las competencias, el interés y la motivación de los aprendices por aprender sobre ciencia y tecnología. Estos resultados son relevantes para el programa TecnoAcademia y para otros

Basado en los resultados de la investigación, se pueden hacer las siguientes recomendaciones para incorporar el juego interactivo en el aula:

Seleccionar un grupo de aprendices que estén interesados y motivados por aprender sobre ciencia y tecnología, y que tengan un nivel básico de conocimientos previos sobre las áreas de nanotecnología, diseño gráfico y desarrollo de software.

Asignar a los aprendices en equipos de tres o cuatro personas, procurando que haya diversidad de género, edad y nivel educativo. Los equipos deben tener roles definidos y complementarios, como líder, investigador, diseñador y programador.

Explicar a los aprendices los objetivos, las reglas, las dinámicas y los retos del juego. También se debe explicar el sistema de evaluación y retroalimentación del juego, así como los criterios de calidad y creatividad de los productos o soluciones que deben presentar.

Acompañar y orientar a los aprendices durante el desarrollo del juego, resolviendo sus dudas, facilitando su acceso a los recursos y materiales necesarios, y fomentando su participación, colaboración y comunicación.

Realizar sesiones periódicas de seguimiento y reflexión con los aprendices, donde se puedan compartir sus avances, dificultades, aprendizajes y sugerencias. Estas sesiones también sirven para reforzar los conceptos y las habilidades trabajadas en el juego.

Al finalizar el juego, realizar una sesión de cierre y evaluación con los aprendices, donde se puedan presentar sus productos o soluciones finales, recibir la retroalimentación del facilitador y de los demás equipos, y expresar sus opiniones y experiencias con el juego. Esta sesión también sirve para reconocer el esfuerzo y el logro de los aprendices, y para motivarlos a seguir aprendiendo sobre ciencia y tecnología.

Limitaciones

El juego interactivo es una estrategia didáctica innovadora, pero también presenta algunas limitaciones, como la falta o insuficiencia de recursos tecnológicos, problemas técnicos o de funcionamiento, la resistencia o desinterés de algunos participantes, y el efecto limitado o temporal en el interés y la motivación por la ciencia y la tecnología. Estas limitaciones pueden ser superadas o minimizadas con el apoyo de los facilitadores, el uso de otras actividades o proyectos complementarios, y la mejora continua del juego.

Algunas limitaciones para incorporar el juego en el aula son:

El juego requiere de recursos tecnológicos como computadores, internet y software, que pueden no estar disponibles o ser insuficientes en algunos contextos educativos.

El juego puede presentar problemas técnicos o de funcionamiento, que pueden afectar la experiencia de los aprendices y el desarrollo del juego.

El juego puede generar resistencia o desinterés en algunos aprendices o facilitadores, que pueden preferir otros métodos o estrategias de aprendizaje más tradicionales o familiares.

El juego puede tener un efecto limitado o temporal en el interés y la motivación de los aprendices por la ciencia y la tecnología, si no se complementa con otras actividades o proyectos que refuercen y profundicen los conocimientos y habilidades adquiridos.

Conclusiones

El proyecto de crear un juego interactivo digital que enfoque su temática en la Nanotecnología, Diseño Gráfico y Desarrollo de Software, con el propósito de incentivar el interés y la adopción de la ciencia, la tecnología y la innovación en los aprendices de la TecnoAcademia Cazucá, se ha llevado a cabo con éxito, cumpliendo los objetivos planteados.

El juego interactivo digital se diseñó e implementó siguiendo una metodología rigurosa y participativa, que involucró a un equipo multidisciplinario y a los facilitadores y aprendices de la TecnoAcademia Cazucá. El juego se basó en el enfoque STEAM, el aprendizaje basado en proyectos y la gamificación, proporcionando una experiencia práctica y desafiante para los aprendices. Cada nivel del juego presentó retos relacionados con la nanotecnología, el diseño gráfico y el desarrollo de software, requiriendo la aplicación de habilidades en resolución de problemas y trabajo en equipo.

Los resultados obtenidos en la evaluación del impacto del juego en los aprendices mostraron que el juego interactivo tuvo un efecto positivo en el nivel de conocimiento, interés y motivación de los aprendices por las áreas de nanotecnología, diseño gráfico y desarrollo de software. Estos resultados son consistentes con el marco teórico que sustenta el proyecto, y responden a los objetivos, las preguntas y las hipótesis planteadas. Además, los aprendices valoraron positivamente el juego, destacando aspectos como el diseño, la jugabilidad, la dificultad, el interés y el aprendizaje que obtuvieron del juego. También resaltaron el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas como habilidades o competencias que desarrollaron o mejoraron con el juego. Algunos aprendices también manifestaron que el juego les motivó o les interesó más por aprender sobre ciencia y tecnología.

Estos resultados son relevantes para el programa TecnoAcademia y para otros programas o instituciones educativas que busquen innovar en sus prácticas pedagógicas, utilizando el juego interactivo digital como una herramienta efectiva para fomentar la adopción de la ciencia y preparar a los aprendices para enfrentar desafíos futuros en este campo.

No obstante, también se identificaron algunas dificultades o sugerencias para mejorar el juego, como la duración, la claridad, la variedad o la retroalimentación del juego. Estos aspectos pueden ser tomados en cuenta para futuras mejoras o adaptaciones del juego, así como para diseñar otros juegos interactivos digitales que promuevan el aprendizaje de ciencia y tecnología.

En conclusión, se puede afirmar que el juego interactivo digital fue una estrategia didáctica efectiva para mejorar el nivel de conocimiento, interés y motivación de los aprendices por las áreas de nanotecnología, diseño gráfico y desarrollo de software. El juego también contribuyó al desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI, y al fomento de vocaciones científicas y tecnológicas.

Referencias Bibliográficas

Arias Flores, H., Jadán Guerrero, J., & Gómez Luna, L. (2019). Innovación educativa en el aula

mediante Design Thinking y Game Thinking. *Hamut'ay*, 6 (1), 82-95.

Bejarano, L. G. (2020). Las prácticas pedagógicas con enfoque diferencial en el Sena y la

comunicación aumentativa y alternativa. *REDIIS / Revista de Investigación e Innovación*

en Salud, 3, 90-99. <https://doi.org/10.23850/rediis.v3i3.2979>

Benites, E. A., & Barzallo, S. A. (2019). Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana* 1-12.

<https://doi.org/10.37611/IB00101-12>

Díaz, L. T. C. (s. f.). *Los Juegos y su Rol en el Aprendizaje de una Lengua*

Eguia, J. L., Contreras Espinosa, R. S., Contreras Espinosa, R., Eguia, J. L., Revuelta

Domínguez, F. I., Guerra Antequera, J., Pedrera Rodríguez, M. I., Legerén Lago, B.,

Lugo, N., Alcántara, A., Rubio Méndez, M., Paula, O. de, Baldeón, J., Rodríguez, I.,

Puig, A., Lopez-Sanchez, M., & Morales Moras, J. (2017). Experiencias de gamificación en aulas. En *Ministerio de Educación* Universitat Autònoma de Barcelona. Institut de la

Comunicació. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/5932>

Cruz, F., Mera, C. & Lechuga J. (2019). *Evaluación de estrategias de emprendimiento sostenible e innovación implementadas en las unidades productivas del SENACentro Industrial Desarrollo Empresarial de Soacha Cundinamarca Colombia*

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-86932019000100183&script=sci_arttext

Fraga-Varela, F., Vila-Couñago, E., & Martínez-Piñeiro, E. (2021). The impact of serious games in mathematics fluency: A study in Primary Education. *Comunicar* 29(69), 125-135.

<https://doi.org/10.3916/C69-2021-10>

García-Alonso, I., García-Díaz, A., & Camacho-Machín, M. (2019, septiembre 6). *La resolución de problemas no rutinarios en el aula de primaria y secundaria. Un estudio con profesores* [Contribución a Actas de Congreso]. Universidad de Valladolid.

<http://www.seiem.es>

- Gómez Reyes, A., & Flores Samaniego, Á. H. (2021). Investigación en el aula: Un trabajo colegiado. *Latin-American Journal of Physics Education* 15 (1), 16.
- González, C. S. G. (2014). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: Pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de Educación a Distancia (RED)* 40, Article 40.
<https://revistas.um.es/red/article/view/234291>
- Haro, A. M. O. (s. f.). *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*
- Passos, E. & Hadechini, L. (2019). *La investigación educativa aplicada a los enfoques educativos y a los núcleos del saber pedagógico*
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-89322019000100005&script=sci_arttext
- Méndez-Giménez, A., & Fernández-Río, J. (2015). Análisis y modificación de los juegos y deportes tradicionales para su adecuada aplicación en el ámbito educativo (Analysis and modification of traditional games and sports towards their correct use in educational contexts). *Retos* 19, 54-58. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i19.34638>
- Moreno Barragán, J. A. (s. f.). *¿Qué actividades pedagógicas fomentan más el autoconcepto creativo del estudiante en el aula? Una mirada desde el diseño completamente aleatorio (DCA)*. <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/5825>
- Pont, J. M. B. (s. f.). *El diseño y testeo de aplicaciones didácticas para dispositivos móviles: el metacubo como caso de ejemplo de investigación aplicada*
- Domínguez González, M., Mocencahua Mora, D. & González Calleros, J. (2019). *Práctica docente apoyada en la cultura Maker para educación secundaria*
<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/196065>

Rangel Baca, A. (2018). *Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación*

Superior: Una revisión documental. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i52.09>

Sandoval, P. A. B. (2023). Diagnóstico del proceso de autoevaluación de los programas

impartidos por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa* 3 (2), Article 2.

<https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.132>

Santana dos Santos Garcia, M., Da Silva Brito, G., & Fediuk de Moraes, F. A. (2022). Sprint

Sprint, Brainstorming et Design Thinking revisités comme stratégies méthodologiques pour déclencher des projets créatifs et collaboratifs en classe. *Acta Scientiarum. Education* 44(1), 23.

Tecnoacademias. (s. f.). Recuperado 21 de julio de 2023, de <https://sena.edu.co:443/es-co/formacion/Paginas/tecnoacademia.aspx>

Villa Montoya, M. I., Baldeón Padilla, D. S., Montoya Bermúdez, D., & Vargas Ramos, A. M.

(2022). Autoeficacia en el aprendizaje, compromiso académico y participación en Minecraft oportunidades del juego en la enseñanza de las ciencias de la comunicación:

Opportunities of the game in communication sciences teaching. *Revista Latina de Comunicación Social*, 80, 38.