



I+D+i

PIENSA DIFERENTE, CREA EN GRANDE

**SENA
REGIONAL ANTIOQUIA
CENTRO DE SERVICIOS Y
GESTIÓN EMPRESARIAL**

MEDELLÍN,
COLOMBIA



EDICIÓN N°3
2021

D

U

m



CENTRO DE SERVICIOS Y GESTIÓN EMPRESARIAL

REGIONAL ANTIOQUIA

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

MEDELLÍN, COLOMBIA

2021

Revista MODUM

Tercera Edición

ISSN: 2590-5430 (en línea)

Periodicidad: Bianaual

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Centro de Servicios y Gestión Empresarial

Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA

Calle 51 N 57-70, Torre norte

Teléfono: 57 (4) 5 76 00 00

E-mail: sennovacsge@sena.edu.co

<http://centrodeserviciosygestionempresarial.blogspot.com.co>

www.sena.edu.co

Medellín, Colombia

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA

Carlos Mario Estrada

Director General

Juan Felipe Rendón Ochoa

Director Regional Antioquia

Nidia Jeannette Gómez Pérez

Director Dirección de Formación Profesional

Rosalía Suescún Giraldo

Subdirectora

Centro de Servicios y Gestión Empresarial

Regional Antioquia

María Patricia Jaramillo Henao

Coordinadora Administración de Formación Educativa

Claudia Marcela Porras Ortiz

Coordinadora Académica

Amaris Leonellis Ariza Bolaño

Coordinadora Académica

Marta Lucia Isaza Suárez

Coordinadora Académica

Claudia Victoria Bohórquez Ortiz

Coordinadora Académica

Cristian Dario Pimiento Ruiz

Dinamizador SENNOVA 2021

Juan Carlos Daza Rico

Dinamizador Tecnoparque Nodo Medellín 2021

COMITÉ CIENTÍFICO

Andrés Felipe Hincapie

Ingeniero Electrónico.

Experto proyectos Línea Electrónica y Telecomunicaciones.

Tecnoparque nodo Rionegro - SENA.

Bell Manrique Losada

Doctora en Ingeniería, Magíster en Ingeniería de Sistemas, Ingeniera de Sistemas.

Docente Facultad Ingeniería. Universidad de Medellín.

Dily Alexandra Castillo

Magíster en Gestión de Tecnologías de la Información, Especialista en Seguridad Informática, Ingeniera de Sistemas.

Experta proyectos, Línea Tecnologías Virtuales - Tecnoparque nodo Medellín – SENA.

Eduardo Adalberto Lemus León

Magíster en Controles Industriales, Ingeniero Mecánico.

Director Programa Ingeniería Mecánica, Universidad Simón Bolívar.

Erika Juliett Restrepo Zapata

Administradora de Empresas.

Investigadora SENNOVA – Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Antioquia.

Esteban Ocampo Ordoñez

Magíster en Ingeniería Eléctrica, Ingeniero Eléctrico.

Dinamizador Tecnoparque nodo Rionegro – SENA.

Francia Elena Valencia García

Doctora en Farmacia, Magíster en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, Bacterióloga y Laboratorista Clínico.

Docente e investigadora, Escuela de Microbiología - Universidad de Antioquia.

Juan José Castillo Rodríguez

PhD Desarrollo Sustentable y PhD Agroecología y Seguridad Alimentaria, Magíster Desarrollo Rural, Economista.

Investigador - Corporación Taller Prodesal.

Julián Alberto Patiño Murillo

Doctor en Ingeniería - Automática, Magíster en Ingeniería, Ingeniero de Control.

Docente Departamento de Ingeniería Electrónica – Institución Universitaria Pascual Bravo.

Ledys Sadirly Copete Pertuz

Doctorado en Biotecnología, Ingeniería Biológica.

Gerente Científico de Nuevos Negocios - LEVAPAN.

Laura Osorno Bedoya

Doctora en Biotecnología, M.Sc. en ciencias, geomorfología y suelos, Ingeniera Biológica.

Docente - Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.

María Ruelia Ramírez Escobar

Magíster en Ciencias Naturales Y Matemática. Licenciada en Educación Básica, con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Docente y Líder del Programa todos a aprender del Ministerio de Educación Nacional. Institución Educativa John F. Kennedy. Vegachi – Antioquia.

Natalia Marulanda Grisales

Magíster en Ingeniería, Ingeniera Industrial.

Docente, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Corporación Universitaria LaSallista.

Nohora Corzo Gutiérrez

Magíster en Economía Solidaria para el Desarrollo Territorial, Especialista en Pedagogía para el Desarrollo de la Inteligencia, Administradora de Empresas.

Docente - UNISANGIL.

Sandra Macías Roldán

Magíster en Tecnología e Innovación Educativa, Licenciada en Educación.

Coordinadora de Área de Lengua y Literatura - Unidad Educativa Particular Bilingüe Leonardo Da Vinci.

Virginia Nathaly Paredes Méndez

Doctora en Ingeniería Biomédica, Magíster en Docencia en Educación Superior, Ingeniera Mecánica.

Docente Departamento de Ingeniería Mecánica.

Universidad del Norte. Barranquilla - Colombia.

Yesenia Restrepo Chaustre

Magíster en Controles Industriales, Ingeniera Electrónica.

Instructora - Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Norte de Santander.

COMITÉ EDITORIAL

EDITORA

Nathalia Marín Pareja

Doctora en Ciencia e Ingeniería de Materiales

Ingeniera de Materiales

Fabio Andrés Bahos Narvaez

Magíster en Ingeniería Eléctrica

Ingeniero Físico

Fernando de Jesús Franco Cuartas

Especialista en Finanzas

Administrador de Negocios

Fredy Jovanny Rodríguez Vargas

Especialista en Entornos Virtuales de Aprendizaje

Ingeniero en Informática

Hernán Francisco Villar Vega

Magíster en Gerencia

Ingeniero Electrónico

John Jairo Castro Maldonado

Magíster en Ciencia y Tecnología de Materiales

Magíster en Controles Industriales

Ingeniero Electromecánico

Jorge Yimy Bolaños

Magíster en Ingeniería

Ingeniero Eléctrico

Natalia Restrepo Escobar

Doctora en Biotecnología

Ingeniera Biológica

Ruth Zoraida Osorio Gutiérrez

Especialista en Formulación de Proyectos

Bioingeniera

COORDINACIÓN DE DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Claudia María Luján Villegas

Profesional en Diseño Visual, Candidata a Magíster en Comunicaciones

Primera Instructora SENA

DIAGRAMACIÓN

Semillero híbrido

MAQUETACIÓN

Tecnología en Gestión de Procesos de Prerensa para Medios Impresos

Aprendices Semillero Híbrido

Ana María Ramírez Beltrán

María José Arboleda Osorio

Carolina Londoño Monsalve

Carolina Ceferino Aristizábal

Tecnología en Desarrollo de Medios Gráficos Visuales

Aprendices Semillero Híbrido

Cristian Camilo Areiza Chavarria

Juan Carlos Álvarez Restrepo

Yuliana Uribe Cano

ILUSTRACIÓN PORTADA

Tecnología en Gestión de Procesos de Prerensa para Medios Impresos

Sebastian Cruz Osorio

Ana María Ramírez Beltrán

Carolina Ceferino Aristizábal

EDITORIAL

Entendiendo que la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación hacen parte del desarrollo de trabajos creativos para la generación de nuevo conocimiento para el mejoramiento tanto del sector productivo como de educación, investigadores, docentes y emprendedores orientan sus esfuerzos en la producción de conocimiento riguroso, relevante e innovador orientados al cierre de brechas de nuevos conocimientos científicos, tecnológicos, económicos y sociales.

La apropiación social del conocimiento generado en los últimos 2 años se ha visto afectada por la situación mundial de pandemia, dificultando la posibilidad de espacios para compartir el conocimiento adquirido, y como consecuencia aumentando la fragmentación de saberes en la sociedad, lo cual no solo genera nuevas brechas, sino que también conlleva a un desarrollo desequilibrado a nivel mundial.

Por ello, el Centro de Servicios y Gestión Empresarial – Regional Antioquia junto con Tecnoparque nodo Medellín, asumen la responsabilidad de divulgar conocimiento, buscando año tras año, nuevas estrategias y actividades que permitan visibilizar y aumentar el alcance e impacto de la divulgación del trabajo de cada uno de los actores del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación y de los resultados de sus procesos de investigación e innovación en las diferentes regiones.

El presente volumen recopila diferentes iniciativas de I+D+i desarrolladas por investigadores y semilleros tanto del SENA como de otras instituciones, así como revisiones bibliográficas, en torno a temas como: biotecnología, ciencia de datos y seguridad de la información, electrónica, automatización y control de procesos, gestión empresarial y educación.

La revista MODUM continúa fortaleciendo su proceso editorial, promoviendo estrategias de evaluación que apunten a mejorar cada vez más la calidad de las publicaciones. En este número contamos con un amplio y multidisciplinar grupo de pares académicos como parte del comité científico, para garantizar una buena evaluación de los artículos recibidos. Agradecemos a los pares evaluadores por sus críticas constructivas y sugerencias a los autores.

Agradecemos a los autores de cada uno de los artículos aquí presentados y esperamos que puedan seguir aportando a esta gran iniciativa, para continuar contribuyendo con la apropiación y la divulgación social del conocimiento científico como una responsabilidad y un compromiso de todo investigador, aportando al mejoramiento de la calidad en la formación, la investigación y la industria del país.

A nuestros lectores esperamos que este nuevo número les sirva como una herramienta que les permita identificar insumos para sus actuales y futuras investigaciones y para el desarrollo de nuevos conocimientos.

NATHALIA MARÍN PAREJA, PhD
Editora

CONTENIDO

BIOTECNOLOGÍA

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS NATIVAS DE TILAPIAS (OREOCHROMIS NILOTICUS) CON POTENCIAL USO PROBIÓTICO PARA LA CRÍA Y LEVANTE DE ESPECIES DE INTERÉS ACUÍCOLA.

Pág. 13

01

EFFECTO DEL ULTRASONIDO EN LA SOLUBILIDAD DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS. UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Pág. 21

02

IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POSCOSECHA Y SU EFECTO SOBRE LA VIDA ÚTIL EN FRUTOS PASIFLORÁCEOS. UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Pág. 32

03

CONTENIDO

CIENCIA DE DATOS Y SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE ALGORITMOS DE REGRESIÓN
USANDO SCIKIT-LEARN.

Pág. 41

04

ANÁLISIS DE RIESGOS Y VULNERABILIDADES DE SEGURIDAD
INFORMÁTICA APLICANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL
ORIENTADO A INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.

Pág. 48

05

ANTECEDENTES NORMATIVOS Y HERRAMIENTAS TICS DE
GESTIÓN AMBIENTAL: UNA MIRADA DESDE LA LITERATURA.

Pág. 56

06

CONTENIDO

ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS

DESARROLLO DE UN AMBIENTE SEMIAUTOMATIZADO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE CONCEPTOS DE PRODUCCIÓN APLICADOS A LA INDUSTRIA DE CONFECCIONES.

Pág. 70

07

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE INCUBADORA DE HUEVOS DE AVE DE CORRAL COMO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN LA EXTENSIÓN DE TECNOACADEMIA NODO TOLIMA.

Pág. 79

08

DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA UN SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO Y CONTROL BOVINO MEDIANTE DISPOSITIVOS DE RASTREO Y TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES.

Pág. 88

09

CONTENIDO

EDUCACIÓN

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA ESTRATEGIA DE FORMACIÓN DESESCOLARIZADA DE LA EXTENSIÓN DE LA TECNOACADEMIA PARA LA DIVULGACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA ZONA RURAL DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

Pág. 97

10

LA ILUSTRACIÓN DIGITAL COMO HERRAMIENTA PARA APALANCAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS.

Pág. 108

11

INFLUENCIA DE TIKTOK EN LA GENERACIÓN Z EN EL ÁMBITO EDUCATIVO Y LABORAL.

Pág. 120

12

CIBERATAQUES QUE PUEDEN SUFRIR LOS JÓVENES EN REDES SOCIALES.

Pág. 127

13

CONTENIDO

GESTIÓN EMPRESARIAL

ANÁLISIS DEL USO DE LA BANCA VIRTUAL APLICADO A LOS COLABORADORES DEL COMPLEJO TECNOLÓGICO PARA LA GESTIÓN AGROEMPRESARIAL – SENA - CAUCASIA.

Pág. **135**

14

¿CÓMO EVITAR CIBERATAQUES EN LAS MIPYMES COLOMBIANAS?

Pág. **144**

15

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS NATIVAS DE TILAPIAS (*Oreochromis niloticus*) CON POTENCIAL USO PROBIÓTICO PARA LA CRÍA Y LEVANTE DE ESPECIES DE INTERÉS ACUÍCOLA.

A. Ibargüen¹, T. Ocampo¹, K. Garcés¹ y M. Córdoba¹

¹Centro Náutico Pesquero-CNP, SENA, E-invatec, Buenaventura-Colombia

aoibarguen@misena.edu.co; tocampo@sena.edu.co.

Palabras claves: Probióticos aislamiento, Tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*.

RESUMEN

En este trabajo se buscó potencializar el uso de bacterias nativas provenientes de aislados microbiológicos de tilapia *Oreochromis niloticus* como suplemento probiótico para disminuir las pérdidas económicas ocasionadas por la elevada mortalidad debido a la presencia de agentes infecciosos, fúngicos y virales. Para ello, se seleccionaron los órganos: Branquias, intestinos, gónadas e hígado para la obtención de los microorganismos, inicialmente se realizaron frotis directos y disoluciones seriadas desde 10^{-1} hasta 10^{-6} que fueron sembradas en Agar Triptona-Soja (TSA) y Agar Man, Rogosa y Sharpe (MRS). Se seleccionaron las branquias y los intestinos como órganos para el aislamiento de bacterias potencialmente probióticas. Una vez sembradas, aisladas y purificadas las bacterias por sus características físicas como, forma de colonia, color y margen, se procedió a la caracterización biológica (Tinción de Gram) y bioquímica, a través de la prueba de catalasa y las pruebas prefabricadas API E 20. De los 82 aislados se lograron preseleccionar 32 cepas autóctonas compatibles con género *Lactobacillus* y *Enterococcus* del intestino y branquias de tilapia *O. niloticus*, siendo coherente con que la abundancia en los morfotipos autóctonos de *O. niloticus*, está estrechamente relacionada con los productos extracelulares generados normalmente en su metabolismo. Para evaluar la capacidad inhibitoria, se llevó a cabo la prueba de entrecruzamiento contra los patógenos *Aeromonas hydrophila* y *Yersinia ruckeri*, de igual forma, el antibiograma frente antibiótico ampliamente utilizados en la industria acuícola, como oxitetraciclina, eritromicina, ácido oxolínico, amoxicilina y florfenicol, de las cuales cinco cepas demostraron sensibilidad frente a cinco antibióticos de uso en acuicultura. Por otra parte, algunas bacterias pertenecientes a la microbiota autóctona de *O. niloticus*, aisladas principalmente de intestinos, tienen la capacidad de inhibir bacterias patógenas como *Aeromonas hydrophila* y *Yersinia ruckeri* con halos de inhibición superiores a 6mm.

En el mundo, la pesca y acuicultura siguen siendo fuente importante de nutrición e ingresos. Las especies de agua dulce, como la trucha y la tilapia, son responsables del incremento de la producción acuícola, representando un 60% de la producción total a nivel mundial [1]. En los últimos 40 años, se ha evidenciado un descenso importante en la obtención de recursos en el sector pesquero, lo que gradualmente afecta la captura y administración de los recursos para el sector con un enfoque sostenible. Frente a este panorama, la acuicultura surge como una opción originaria de soluciones que permite el control y ofrece un aumento en la oferta de alimentos con origen acuático a nivel mundial y local[2][3][4].

Asociado al crecimiento exponencial de la acuicultura, se han empezado a usar tecnologías más intensivas en los cultivos; esto, junto a la introducción de otras especies y cambios ambientales, han generado estrés y enfermedades en los peces. De hecho, las enfermedades de origen infeccioso son las que generan las mayores pérdidas económicas [5]. Se vienen aplicando diversas estrategias para poder controlar las enfermedades que afectan a las especies de cultivo, como es el uso de antibióticos de manera profiláctica en los estanques; sin embargo, el uso indiscriminado en cantidades o concentración y, de igual manera, la desinformación frente al uso adecuado, genera una fuerte coacción por parte de las bacterias, generando genes resistentes y cepas bacterianas multirresistentes, afectando gradualmente el bienestar de los animales cultivados y poniendo en riesgo de salud pública a los consumidores. Además, la biota propia del animal puede ser afectada por los antibióticos, esto involucra patógenos al igual que las bacterias que son benéficas para la salud del pez, provocando así una descompensación en la microbiota y mayor exposición a otras enfermedades [6][7].

En cuanto al desarrollo de la microbiota y la barrera intestinal, se va dando con el transcurso del tiempo después del nacimiento [8]. Inicialmente, la microbiota del intestino está conformada por especies facultativas, posteriormente, la modificación hacia una mayor proporción de anaerobios estrictos dependerá de la dieta de la especie, edad, ubicación geográfica, tratamiento con medicamentos, así como el bienestar del pez [9]. Actualmente, es aceptado que los peces tienen una microbiota intestinal específica que se vuelve estable al llegar a la etapa adulta, por consiguiente, aislar microorganismos propios de los peces, favorece su utilización como probióticos [10]. Es así como, diversos estudios, han establecido que los probióticos provocan efectos beneficiosos en el hospedador por medio de la ingesta en proporciones idóneas, mejorando la biota de los peces a través de la estimulación del sistema inmunológico, dando origen a

resistir diferentes patógenos causantes de diversas enfermedades, al igual que mejorando la calidad del agua por biorremediación [11][12].

El uso de probióticos está bien establecido desde hace muchos años, tanto en humanos como en animales de producción, principalmente con el uso de bacterias lácticas y levaduras. La introducción al sector acuícola ha ocurrido en los últimos años y se incrementa cada vez más, esto debido a los efectos positivos que confieren al hospedero: potencian el sistema inmune, disminuyen el número de microorganismos patógenos y mejoran tasas de crecimiento. Así mismo, se ha demostrado que promueven la actividad de ciertas enzimas digestivas, permitiendo obtener mejores índices de conversión [13]. De esta manera, los objetivos del presente estudio fueron aislar y caracterizar bacterias con potencial probiótico a partir de los morfotipos extraídos de la tilapia y determinar su actividad antagónica frente a patógenos de esta especie acuícola en condiciones de laboratorio.

El presente estudio se desarrolló en las instalaciones de estudios marinos de la Universidad del Valle en convenio con el Centro Náutico Pesquero (SENA), y el laboratorio de investigaciones de la Universidad del Pacífico. Se capturaron 30 ejemplares (comprendido entre 150 – 200 g.) de sexo indistinto, con apariencia saludable y que no fuesen tratados con antibióticos. Los animales se aislaron y acondicionaron en tanques a una temperatura aproximada de 28°C, y con un sistema de aireación constante. A cada tanque se le realizaron recambios del 25% del volumen total de agua, cada día, esto con el propósito de evitar que se acumularan heces y materia orgánica generada por los ejemplares; durante su acondicionamiento, los peces fueron alimentados con pienso comercial por un periodo de 15 días. Los ejemplares fueron trasladados a los laboratorios de la Universidad del Pacífico, los cuales fueron sacrificados cumpliendo con los estándares de ética de manejo de animales. Antes del proceso de disección, se realizó una revisión exhaustiva frente a su comportamiento y las condiciones en que se encontraban en general sus extremidades, tegumentos y branquias.

2.1 AISLAMIENTO DE BACTERIAS DE DIFERENTES ÓRGANOS DE TILAPIA

La piel se desinfectó con etanol al 70% (p/v) y se diseccionó la cavidad peritoneal con bisturí estéril; en medio de cultivos selectivos, como el Agar Triptona-Soja (TSA) y Agar Man, Rogosa y Sharpe (MRS) Merck®, ambos para el crecimiento bacteriano, se sembraron muestras obtenidas por frotis directamente en órganos como: branquias, gónada, hígado e intestino, y se empleó un asa estéril [14]. Posteriormente, se extrajo cada órgano y fueron homogeneizados en una disolución estéril al 0,9% de NaCl en un macerador estéril. Se realizaron diluciones de 10^{-2} a 10^{-6} , las cuales posteriormente se sembraron en cada medio de cultivo, se incubaron a temperatura ambiente las placas de TSA a 36°C las placas sembradas en agar MRS por un período de 24 a 48 h en condiciones aerobias, esto con el objetivo de encontrar la mayor cantidad de microorganismo viables por cada órgano. Una vez purificados y aislados los microorganismos, se procedió a congelarlos con el objetivo de aumentar la viabilidad de los cultivos, se utilizó en conjunto con el medio de cultivo TSA CALDO-Merck®, un crioprotector como el glicerol-Fisher Chemical® al 15% V/V y se preservaron a -20°C. Estas cepas, sirvieron como stocks para los ensayos posteriores, para así evitar las resiembras y la pérdida de características de estas.

2.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y BIOQUÍMICA DE LOS MORFOTIPOS BACTERIANOS

A partir de los crecimientos bacterianos obtenidos en el proceso de siembra y aislamiento, se realizó la caracterización física y bioquímica de las cepas obtenidas desde las propiedades macroscópicas (tales como elevación, borde, color, textura, forma, tamaño, etc) y microscópicas (como tinción de Gram). Dentro de las características bioquímicas, se realizaron las comprobaciones necesarias para determinar las necesidades metabólicas de estas cepas, aplicando pruebas catalasa, oxidasa y API 20E-Bio-merieux®. Estas caracterizaciones, fueron un acercamiento a una identificación preliminar de las bacterias nativas aisladas.



2.3 SUSCEPTIBILIDAD A LOS AGENTES ANTIMICROBIANOS

Para realizar esta prueba, se llevaron a cabo dos técnicas: la prueba de entrecruzamiento y el antibiograma. A partir de estas pruebas, se buscó evidenciar el potencial probiótico de las bacterias nativas aisladas. Para la prueba de antibiograma, se emplearon cinco antibióticos los cuales fueron: florfenicol-MSD®, ácido oxolínico- BIO-RAD®, amoxicilina-Neoplex®, eritromicina-Eritrovet® y oxitetraciclina-Phibro®, obtenidos de manera comercial.

2.4 PRUEBA DE ENTRECruzAMIENTO O INHIBICIÓN POR CONTACTO FRENTE A PATÓGENOS

Para la prueba de entrecruzamiento o inhibición por contacto, se obtuvieron cultivos de patógenos como lo son la Aeromonas hydrophila y Yersinia ruckeri, a través de centros especializados que disponían de estos cultivos, y pertenecen al Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. Se tomaron discos de agar MRS y TSA de 6 mm de diámetro con las bacterias lácticas previamente sembradas y aisladas, estas se colocaron sobre placas de Agar Mueller Hinton-Merck® con las bacterias patógenas antes mencionadas inoculadas; las placas Petri se incubaron a 35 °C durante 24 horas, posterior a este tiempo se procedió a realizar la lectura de los halos formados, se tuvo en cuenta el tamaño del halo de inhibición mínimo de 2mm como positivo para esta prueba.

03

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se obtuvieron recuentos viables de microorganismos a partir de los diferentes frotis y diluciones de órganos potenciales (Tabla 1), con el objetivo de determinar la presencia de posibles microorganismos con potencial probiótico. Los resultados reflejaron que los órganos que presentaban mayor recuento de microorganismos fueron las Branquias (B.I) y los Intestinos (In), los cuales obtuvieron resultados promedio de $94,25 \times 10^3$ y $90,75 \times 10^3$ UFC/g respectivamente. Las cepas aisladas fueron codificadas como Branquias (B), Hígado (H), Gónadas (G) e Intestinos (In), además teniendo en cuenta que los ejemplares estuvieron sometidos a cuestiones ambientales externas e internas.

Órgano	Ambiente	Recuento (UFC/g)
Branquias (B.I)	Interior	96x10 ³ ± 0,32
Branquias (B.E)	Exterior	92.5x10 ³ ±0,51
Hígado (H.I)	Interior	560 ±0,35
Hígado (H.E)	Exterior	39x10 ³ ±0,62
Gónadas (G.I)	Interior	1.2x10 ³ ±0,38
Gónadas (G.E)	Exterior	3.2x10 ³ ±0,73
Intestinos (In.I)	Interior	87x10 ³ ±0,51
Intestinos (In.E)	Exterior	94.5x10 ³ ±0,36

Tabla 1. Recuento de microorganismos viables en órganos potenciales.

A partir de 22 muestras de intestino y branquias de tilapias *Oreochromis niloticus*, se obtuvieron más de 82 aislados bacterianos, de los cuales, 32 compatibles macroscópicamente con bacterias lácticas: colonias pequeñas (2-5 mm), convexas, suaves, con elevaciones de forma cóncava, con márgenes enteros, opacas, forma circular y ameboide, además sin pigmentos, sin embargo, sólo 12 presentaron características predominantes, con bordes circular definido y tonalidades Blancas-amarillas opacas, las cuales se purificaron y aislaron (Tabla 2).

CÓDIGO DE CEPA	MORFOLOGÍA DE LAS COLONIAS BACTERIANAS			
	FORMA	ELEVACIÓN	BORDE	COLOR
B.E5	Circular	Elevada	Circular	Blanca
B.I6	Circular	Cóncava	Circular	Naranja-amarilla
B.I14	Ameboide	Plana	Ondulado	Amarilla
B.I16	Circular	Cóncava	Circular	Naranja fuerte
In.E17	Ameboide	Plana	Ondulado	Amarilla
In.E20	Circular	Plana	Ondulado	Blanca-amarilla
I.In22	Circular	Plana	Ondulado	Amarilla
I.In1	Circular	Plana	Circular	Blanca
G.I1	Circular	Cóncava	Circular	Blanca
In.I10	Circular	Plana	Circular	Blanca
In.E12	Circular	Cóncava	Circular	Blanca
In.I18	Ameboide	Plana	Ondulado	Amarilla

Tabla 2. Morfología de colonias aisladas y purificadas.

Tabla 3. Caracterización fenotípica en base a criterios morfológicos y bioquímicos de las bacterias nativas aisladas.

Características	B.E5	B.I6	B.I14	B.I16	In.17	In.E20	I.In22	I.In1	G.I1	I.In10	In.E12	In.I18
Gram	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Morfología:												
Bacilo			+	+	+	+	+			+	+	+
Coco	+	+						+	+			
Oxidasa	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Catalasa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OF Glucosa:												
Oxidativo	-	-	+	NC	-	+		-	-	+	NC	NC
Fermentativo	+	+	+	NC	+	NC	+	+	+	+	NC	NC
ONPG	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
ADH	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-
LDC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ODC	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
TDA	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Ureasa	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
CIT	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
GEL	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
H₂S	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
IND(Indol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilización de:												
D-manitol	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Inositol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D-sorbitol	-	-		-	-		-	-	-	-	-	-
L-ramnosa	+	-		-	-		-	-	-	-	-	-
D-sacarosa	-	+	+	+	-		-	-	-	+	+	+
D-melibiosa	+	+		+	-		+	+	+	-	+	-
Amigdalina	+	+		-	-		+	+	-	+	-	+
L-arabinosa	+	+	+	+	-		+	+	-	+	-	+
Lactosa	+	+	+	-	+		+	+	-	+	+	-

+: Positivo; -: Negativo; NC: No creció;
():Reacción lenta o tardía

Se destacan 8 aislados compatibles con el género *Lactobacillus* (bacilos cortos Gram positivos) y 4 aislados compatibles con el género *Enterococcus* (cocos Gram positivos) de los cuales, 1 cepa fue catalasa positiva, clasificándola como *Micrococcaceae*; mientras que las restantes, evidenciaron las pruebas con resultado negativo (Tabla 3). La presencia de oxidasa va muy relacionada con la producción de catalasa, pues es la enzima empleada para la degradación del peróxido de hidrógeno que se genera como resultado de la reducción del oxígeno. Las cepas aisladas B.I 14, I.In 10 e In.E 20 presentaron capacidad oxidativa frente a glucosa y su capacidad de fermentar sacarosa, Lactosa y L-arabinosa, un perfil de fermentación similar al género *Lactobacillus*. Por otra parte, las cepas B.E 5, I. In 1 y G.I 1, presentaron capacidad fermentativa frente la glucosa, lactosa, L-arabinosa, reflejan un perfil similar al de los *Enterococcus* (Tabla 3). Las cepas restantes, se mantuvieron para una posterior clasificación molecular, y establecer su identificación más certera. Finalmente, estas fueron conservadas en glicerol 15% v/v a -15°C para los ensayos posteriores.

Los resultados son coherentes con los reportados en diferentes trabajos de investigación en donde se aislaron especies del género *Lactobacillus* y *Bacillus* en intestinos de trucha, por otra parte, otros procesos de investigación reportaron la identificación de *Lactobacillus* y (otras bacterias como *Bacillus* y *Micrococcus*) a partir del tracto intestinal de peces de agua dulce [10][15][16][17][18]. La presencia de estas bacterias en el medio acuático ha sido asociada a reducción en la mortalidad, mejora la resistencia frente a patógenos del medio, así como de la calidad del agua [19]. Estudios han reportado la elevada presencia de bacterias del género *Lactobacillus* en poblaciones sanas de *Oreochromis niloticus* después de presentarse una epidemia de furunculosis [20]. Lo cual nos indica que la presencia de estas bacterias mejora el sistema inmune del pez y, por tanto, la salud en general del huésped.

La capacidad de resistencia a los antibióticos que manifiestan algunas cepas es un criterio determinante y restrictivo para ser seleccionado como posible probiótico. Las bacterias ácido lácticas (BAL), se han implementado en la acuicultura y en diversos estudios, sin embargo, en un comienzo se emplearon algunas cepas obtenidas a partir de fermentos lácteos o de origen terrestre, después, a medida que estudios en estos campos fueron reportando resultados tangibles, los probióticos propuestos se formularon con base en BAL nativas aisladas de peces cultivados [21][22]. Con relación a las 12 cepas seleccionadas como posibles probióticos, se mostraron sensibles frente a amoxicilina y florfenicol, esto sugeriría que algunas de estas cepas no transmitirán mediadores de resistencia antimicrobiana hacia el huésped, por otro lado, frente a *Eritromicina* y *Oxitetraciclina*, cepas aisladas B.E5, B.I 14, G.I 1 y I.In 10 presentaron resistencias(Tabla 4). Estos resultados son coherentes con estudios que indican que *Lactobacillus* y *Bifidobacterias* son sensibles frente a estos antibióticos [23]. A pesar de que no existen medidas específicas en cuanto al tamaño del halo de inhibición propio de

Lactobacillus y *Enterococcus* frente a antimicrobianos en acuicultura, en trabajos similares con probióticos sugieren un tamaño de halo igual o mayor a 2mm [24][25]. Por otra parte, se podría establecer que en *Lactobacillus* los mecanismos que confieren resistencia frente al ácido oxolínico no están asociados a algún elemento genético móvil, por lo que el riesgo de transmisión al huésped es mínimo [26][27].

CEPA	Amoxicilina 10µg	Eritromicina 15 µg	Ácido oxolínico 20µg	Oxitetraciclina 30 µg	Florfenicol 30 µg
B.E 5	S	R	R	S	S
B.I 6	S	S	S	S	S
B.I 14	S	R	R	R	S
B.I16	S	S	S	S	S
In.E 17	S	S	S	R	S
In.E 20	S	S	S	S	S
I.In 22	S	S	S	S	S
I.In 1	S	S	S	S	S
G.I 1	S	R	R	R	S
I.In 10	S	R	S	S	S
In.E 12	S	S	S	R	S
In.I 18	S	S	S	S	S

Resistente (R) y Sensible (S)

Tabla.4. Resultados de las pruebas de susceptibilidad de las cepas seleccionadas frente a antibióticos utilizados en acuicultura.

Por otro lado, una de las características que nos facilitó la selección de cepas que puedan ser consideradas como potenciales probióticos, es su capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, no deseables en el organismo del pez, ni en el agua. En dicho sentido, este trabajo llevó a cabo ensayos con el fin de evidenciar la posible capacidad de inhibición de las cepas aisladas del intestino de tilapia, ya que con esto se cumpliría con los requisitos de selección ya establecidos previamente. Las bacterias aisladas con potencial probiótico fueron evaluadas a través de la prueba de entrecruzamiento con dos patógenos como la *A. hydrophila*, y *Yersinia ruckeri*, analizadas y ver su potencial de inhibición del crecimiento de dichos patógenos, siendo las cepas I.In 22 y B.I16 que presentaron halos de inhibición superiores a 6mm frente a los patógenos evaluados, además las cepas codifica-

das como B.E 5, I.In 1 y G.I 1 presentaron actividad nula frente a los patógenos *A. hydrophila*, y *Yersinia ruckeri* (Tabla 5). En diversas investigaciones, se reportaron procesos de aislamiento de bacterias lácticas de intestinos de tilapia, estas se evaluaron frente a patógenos para peces como: *S. typhi*, *K. pneumon*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *A. hydrophila*, *P. aeruginosa* y *S. faecalis*, los aislados lograron inhibir su crecimiento, siendo coherente con lo desarrollado en estudio en donde las bacterias aisladas con potencial probiótico inhibieron el crecimiento de *A. hydrophila* [28][29]. Además, en otra investigación se aislaron bacterias lácticas de intestino de tilapia y observaron los efectos del extracto frente a *Aeromonas veronii* con halos de inhibición de hasta 35mm. En este estudio, se encontró que los extractos de los aislados bacterianos presentaron halos de inhibición frente a *A. hydrophila* desde 2mm hasta halos mayores de 10 mm y frente a *Yersinia ruckeri* con halos de inhibición mayoritariamente entre 2 mm y 6 mm. Las cepas presentaron actividad inhibitoria frente a *A. hydrophila* y *Yersinia ruckeri* después de 48h de incubadas. Estudios han revelado que, durante el periodo de 48h, las bacterias se encuentran en la fase exponencial de crecimiento, facilitando de una u otra forma su capacidad de sintetizar enzimas, proteínas y otras sustancias como antígenos a su máximo nivel. [24].

Código (CEPA)	Zona de inhibición (mm)	
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Yersinia ruckeri</i>
B.E 5	-	-
B.I 6	-	+
B.I 14	++	+
B.I16	+++	++
In.E 17	++	-
In.E 20	+++	-
I.In 22	+++	+++
I.In 1	-	-
G.I 1	-	-
I.In 10	-	+
In.E 12	++	-
In.I 18	+++	-

(-) no hubo halo de inhibición,
 (+) zona de inhibición de 2 a 5 mm,
 (++) zona de inhibición de 6 a 10 mm,
 (+++) zona de inhibición mayor a 10 mm

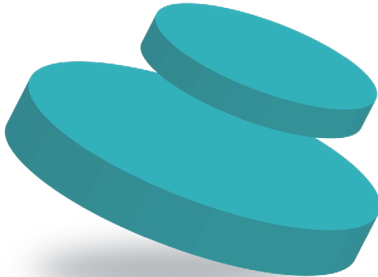
Tabla 5. Ensayos de actividad in vitro de candidatos a probióticos aislados de órganos potenciales de tilapia frente a patógenos bacterianos.

Estos resultados inhibitorios del crecimiento de los patógenos estudiados, tienen que estar relacionados, probablemente, a la producción de sustancias propias de bacterias lácticas con actividad antibacteriana que se han investigado en trabajos previos, entre esos están los ácidos orgánicos, nicinas, bacteriocinas y peróxido de hidrógeno [30]. En el presente estudio, se evaluaron algunas de las características recomendadas por la FAO para considerar a un microorganismo como probiótico y, después de ello, se comprobó su efecto antagonista frente a patógenos importantes de la trucha para finalmente establecer el potencial promisorio. Teniendo en cuenta que, los resultados obtenidos in vitro, no son contundentes para establecer la viabilidad de su implementación como probióticos. Para reconocer y establecer los efectos que pueden generar las bacterias lácticas, a raíz de la producción de enzimas sobre las tilapias en cuanto al aporte de micronutrientes, macronutrientes y enzimas digestivas, es pertinente realizar evaluaciones para determinar su favorabilidad “in vivo” [31][32][33][34].

04

CONCLUSIONES

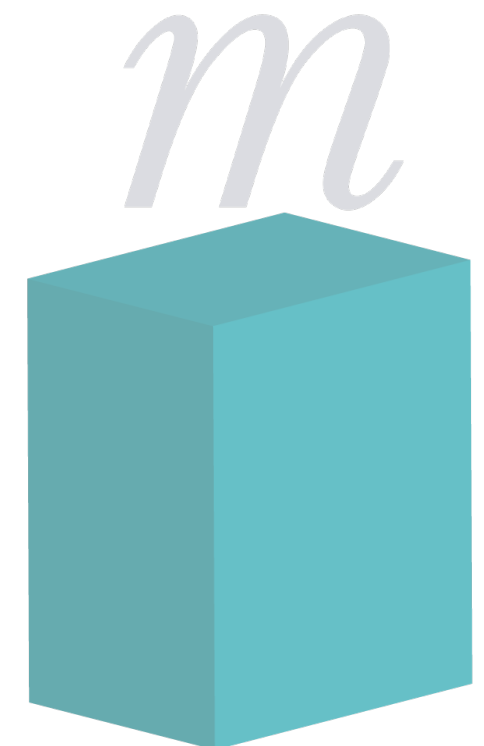
De los 82 aislados se lograron preseleccionar 32 cepas, siendo 12 finalmente las escogidas como autóctonas compatibles con género *Lactobacillus* y *Enterococcus* del intestino y branquias de tilapia *Oreochromis niloticus*. Tanto la abundancia como la actividad antibacteriana de los diversos morfotipos extraídos y empleados autóctonos de *O. niloticus*, se relacionan estrechamente con los diversos productos extracelulares generados a raíz de los diferentes procesos metabólicos inherentes del pez. Siete cepas cumplieron con las condiciones in vitro seleccionadas para este estudio, demostraron sensibilidad frente a cinco antibióticos de uso en acuicultura. De los aislados autóctonos de la microbiota de *O. niloticus*, evidenciaron tener capacidad de inhibición de crecimiento de bacterias patógenas como *A. hydrophila* y *Yersinia ruckeri*.



05 REFERENCIAS

- [1] FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. (Roma). 224 pp.
- [2] Kent G. 1995. Aquaculture and food security. En: Proceedings of the PACON conference on sustainable aquaculture. Pacific Congress on Marine Science and Technology. Honolulu, Hawaii, USA. p. 11-14
- [3] Moriarty D. 1999. Disease control in shrimp aquaculture with probiotic bacteria. En: Bell C.R., Brylinsky, M. y P. Johnson-Green (eds). Memorias del VIII Simposio Internacional sobre Ecología Microbial. Canadá. p 7.
- [4] Salazar G. 1999. Situación de la acuicultura rural de pequeña escala en Colombia, importancia, perspectivas y estrategias para su desarrollo. Red de Acuicultura Rural en Pequeña Escala. Taller ARPE, FAO-UCT. 26 p
- [5] Cruz Z. 2013. Probióticos y acuicultura: “Desafíos y perspectivas”. Rev. Industrias Pesqueras 2063-2064 42-45.
- [6] Acar J, Casewell M, Freeman J, Friis C y Goossens H. 2000. Avoparcin and virginiamycin as animal growth promoters: a plea for science in decision-making. Clinical Microbiology and Infection. 6 (9) 477—482.
- [7] Klaenhammer T, y Kullen M. 1999. Selection and design of probiotics. International Journal of Food Microbiology. 50 45-57
- [8] Cahill M. 1990 Bacterial flora of fishes: A review. Microbial Ecology. 19 21-41.
- [9] Isolauri E, Sütas Y, Kankaanpää P, Arvilommi H, Salminen S. 2001 Probiotics: Effects on immunity. American Journal of Clinical Nutrition 73 (suppl) 444S-450S.
- [10] Gómez-Gil B, Roque, A y Tumbull F. 2000. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. Aquaculture. 191 259-270.
- [11] Banerjee, G., & Ray, A. K. 2017. The advancement of probiotics research and its application in fish farming industries. Research in Veterinary Science, 115, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.01.016>
- [12] Dawood, M. A. O., & Koshio, S. 2016. Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. Aquaculture, 454, 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.033>
- [13] Zorriehzahra, M. J., Delshad, S. T., Adel, M., Tiwari, R., Karthik, K., Dhama, K., & Lazado, C. C. 2016. Probiotics as beneficial microbes in aquaculture: An update on their multiple modes of action: A review. Veterinary Quarterly, 36, 228–241. <https://doi.org/10.1080/01652176.2016.1172132>
- [14] Mesalhy S, Abd-El-Rahman A, Jonh G, y Mohamed M. 2008. Characterization of some bacteria isolated from *Oreochromis niloticus* and their Potential use as probiotics. Aquaculture 277: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.021>
- [15] Quispe W. 2017. Aislamiento de *Lactobacillus* sp. de “trucha arco iris” oncorhynchus mykiss con potencial probiótico frente a *Yersinia ruckeri* en puno. Tesis para obtener el grado de licenciado en biología. universidad nacional del altiplano Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fvg643d/doc/fvg643d.pdf>.
- [16] Balcázar J, Vendrell D, de Blas I, Ruiz I, Múzquiz J, y Gironés O. 2008. Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. Aquaculture 278 188-191.
- [17] Villamil Díaz, L. M., & Esguerra Rodríguez, D. 2017. Enterococcus, Myroides Y Exiguobacterium: géneros bacterianos con potencial probiótico para el cultivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Acta Biológica Colombiana, 22(3), 331-339. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.59974>
- [18] Chen S-W, Liu C-H, Hu S-Y. 2018. Dietary administration of probiotic *Paenibacillus nehimensis* NPUST1 with bacteriocin-like activity improves growth performance and immunity against *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus iniae* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), Fish and Shellfish Immunology. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.10.059>
- [19] Hadi Z, Nahid B, Che Roos S, Mohd Salleh K, Kamaruzaman y S, Balcazar J. 2014. Administration of *Bacillus subtilis* strains in the rearing water enhances the water quality, growth performance, immune response, and resistance against *Vibrio harveyi* infection in juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Fish & Shellfish Immunology, 36(1) 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.10.007>.
- [20] Castañeda-Monsalve, V. A., Junca, H., García-Bonilla, E., Montoya-Campuzano, O. I., & Moreno-Herrera, C. X. 2019. Characterization of the gastrointestinal bacterial microbiome of farmed juvenile and adult white Cachama (*Piaractus brachipomus*). Aquaculture, 512, 734325.
- [21] Villamil L. 2002. Aplicación de las bacterias lácticas en el cultivo de Rodaballo (*Scophthalmus Maximus* L.), Universidad de Santiago de Compostela. Instituto de investigaciones marinas. Trabajo para optar al grado de Doctor en Biología.
- [22] Villamil L, Tafalla C, Figueras A. y Novoa B. 2002. Evaluation of immunomodulatory effects of lactic acid bacteria in turbot (*Scophthalmus maximus*). Clin. Diagn. Labor. Immun. 9(6): 1318-1323.
- [23] Salminen S. et al. 1998. Demonstration of safety of probiotics -A review. Int J Food Microbiol. 44(1-2) 93-106.
- [24] Gutiérrez L. 2016. Caracterización de cepas de *Bacillus* sp y bacterias ácido lácticas con actividad probiótica en el tracto digestivo de tilapia roja (*Oreochromis* sp) como potencial consorcio para procesos de microencapsulación (tesis de doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- [25] Zhou J, Pillidge C, Gopal P, y Gill H. 2005. Antibiotic susceptibility profiles of new probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. International Journal of Food Microbiology. 98(2) 211-217
- [26] Coppola R, Succi M, Tremonte P, Reale A, Salzano G, y Sorrentino E. 2005. Antibiotic susceptibility of *Lactobacillus rhamnosus* strains isolated from Parmigiano Reggiano cheese. Lait. 85 193-204.

- [27] EFSA European Food Safety Authority. 2008. Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from the European Food Safety Authority on foodborne antimicrobial resistance as a biological hazard. The EFSA Journal. 765 1-87
- [28] Escobar-Briones L, Olveda-Novoa M, y Puerto-Castillo C. 2006. Avances sobre la Ecología Microbiana del tracto digestivo de la tilapia y sus potenciales implicaciones. En: Cruz Suárez E, Marie D R, Tapia Salazar M, Nieto López MG, Villarreal Cavazos DA, Puella Cruz AC y García Ortega A. Avances en Nutrición Acuicola VIII .VIII Symposium Internacional de Nutrición Acuicola. Monterrey, Nuevo León, México. p 15-17.
- [29] Huicab-Pech ZG, Landeros-Sánchez C, Castañeda-Chávez MR, Lango-Reynoso F, López Collado CJ. 2016. Current State of Bacteria Pathogenicity and their Relationship with Host and Environment in Tilapia *Oreochromis niloticus*. J Aquac Res Development 7: 428. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000428>
- [30] Monroy M. 2015. El uso de cinco cepas probióticas para la determinación de la sensibilidad (positiva o negativa) del crecimiento de bacterias patógenas (in vitro), aisladas de peces enfermos. Revista Digital del Departamento El Hombre y su Ambiente. 1(7) 25-31
- [31] Galdámez, J. W., Sáenz-Ororio, R. E., & Marín-Hernández, D. E. 2018. Evaluación de dos niveles de probiótico (*Bacillus subtilis*) en alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en fase juvenil. Revista Agrociencia-Revista de contenido científico de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, 1(6), 24-33
- [32] Xia Y, Lu M, Chen G, Cao J, Gao F, Wang M, Liu Z, Zhang D, Zhu H, Yi M. 2018 Effects of dietary *Lactobacillus rhamnosus* JCM1136 and *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* JCM5805 on the growth, intestinal microbiota, morphology, immune response and disease resistance of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Fish Shellfish Immunol. 76 368-379. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.03.020>
- [33] Waiyamitra, P., Zoral, M. A., Saengtienchai, A., Luengnaruemitchai, A., Decamp, O., Gorgoglione, B., & Surachetpong, W. 2020. Probiotics Modulate Tilapia Resistance and Immune Response against Tilapia Lake Virus Infection. Pathogens, 9(11), 919.
- [34] Ibrahem, M. D. 2015. Evolution of probiotics in aquatic world: Potential effects, the current status in Egypt and recent prospectives. Journal of Advanced Research, 6, 765–791. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.12.004>



EFECTO DEL ULTRASONIDO EN LA SOLUBILIDAD DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

J. A. Ruíz¹, A. Tamayo², J. D. Correa² y G. Hincapié-Mejía²

¹ Semillero de Investigación en Ciencias Ambientales. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Medellín, Colombia.

² Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Medellín, Colombia.

jalejandraruiz@est.colmayor.edu.co; andrea.tamayo@colmayor.edu.co; juan.correa@colmayor.edu.co

Palabras clave: Ultrasonido, sustrato orgánico, biogás, cavitación, revisión bibliográfica.

RESUMEN

El pretratamiento con ultrasonido es una tecnología que se ha venido utilizando en los últimos tiempos para acondicionar y optimizar los procesos biológicos dado su potencial para solubilizar sustratos orgánicos. Este estudio, tuvo como objetivo comparar la solubilidad de diferentes sustratos orgánicos aplicando un pretratamiento de ultrasonido para favorecer la etapa de hidrólisis en el proceso de digestión anaerobia, empleando como metodología de trabajo la revisión sistemática de literatura en diferentes bases de datos como ScienceDirect y SpringerLink. Se analizaron los parámetros de sonificación, el impacto ocasionado en cada sustrato y la producción de biogás. Se muestra cómo el pretratamiento con ultrasonido mejora la eficiencia en la solubilización de diferentes sustratos, en rangos de frecuencia entre 20-40 kHz, al igual que temperaturas mesófilas ayudan a optimizar la producción de biogás, y los sustratos como residuos orgánicos y los lodos de las PTAR son los sustratos con mayor rendimiento por su alto contenido de sólidos volátiles.

El rápido crecimiento de la población, la industrialización y la urbanización han resultado en un incremento en la producción de residuos, de los cuales un porcentaje cercano al 60% corresponde a biomasa residual, entre los más representativos se encuentran los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (lodos de depuradora), aguas residuales domésticas y la fracción sólida de residuos orgánicos provenientes de procesos de cosecha y post cosecha, y actividades domésticas e industriales [1]. Según WASTE ATLAS, en Colombia se generan un 59% de residuos orgánicos y 54 millones de m³ al año de aguas residuales [1], que representan emisiones significativas de gases de efecto invernadero, y por lo tanto, contribuyen con el calentamiento global y el cambio climático.

El manejo de la biomasa residual en países latinoamericanos, usualmente tiene un enfoque sanitario en el cual se busca la reducción de impactos sobre la salud pública, pero no de su aprovechamiento y valorización [2]. La creciente mirada hacia la Economía Circular de los procesos productivos, ha llevado a países como Colombia a explorar alternativas para obtener valor energético a través de residuos y retornar estos insumos orgánicos a los procesos naturales y productivos [3]. La incineración, las descargas al océano, la aplicación al suelo y el compostaje son los métodos comunes para la gestión de esta biomasa residual, pero se han desarrollado diversas alternativas tecnológicas entre las cuales se encuentra la digestión anaerobia, la cual es eficiente y sostenible. Los beneficios asociados con esta tecnología son muchos, incluye la reducción de masa, olores y patógenos, usa menos energía en contraste con otras tecnologías y la más importante, la recuperación energética en la forma de metano, y la obtención de efluentes con potencial fertilizante [4].

La digestión anaerobia de biomasa residual es un proceso complejo que convierte los componentes orgánicos en metano y dióxido de carbono en la ausencia de oxígeno por medio de una serie de procesos microbiológicos [5]. Las vías de conversión del sustrato a biogás ocurren en cuatro etapas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, mediadas por diferentes grupos de bacterias. El primer grupo involucra las bacterias hidrolíticas y acidogénicas, que hidrolizan los sustratos orgánicos complejos, como los carbohidratos, las proteínas y los lípidos a monómeros solubles como azúcares, ácidos grasos y aminoácidos, además de CO₂, H₂, ácidos orgánicos y alcoholes. El segundo grupo metabólico son las bacterias acetogénicas, productoras de hidrógeno que convierten los monómeros simples y los ácidos grasos en acetato, H₂ y CO₂. El último grupo son las bacterias metanogénicas, que usan el H₂, CO₂ y acetato para produ-

cir CH₄ y CO₂. De este proceso, la hidrólisis requiere de altos tiempos en comparación con las demás etapas, debido a que la solubilización de biopolímeros y la conversión a compuestos de bajo peso molecular, es un paso limitante [5].

Se han desarrollado diversas tecnologías para los tratamientos de residuos, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos. La optimización de estas tecnologías tiene un valor agregado, ya que puede reducir costos de operación, evitar sanciones de las autoridades ambientales y afectaciones en la salud de las personas [5].

La digestión anaerobia (DA) es una tecnología que se ha venido aplicando como estrategia para recuperar el potencial energético contenido en biomásas sólidas y líquidas como son los residuos orgánicos, lodo residual y agua residual, esta metodología se ha mejorado y tecnificado para maximizar el aprovechamiento de estos residuales. La hidrólisis es una etapa fundamental en la digestión anaerobia, por lo que se han estudiado métodos de pretratamiento en donde se acelere la solubilización de compuestos de elevado peso molecular. Algunos posibles pretratamientos son los térmicos, químicos, ultrasónicos y biológicos [6].

El ultrasonido es un pretratamiento que permite optimizar los procesos de tratamiento y disposición final de materia orgánica, ya que incrementa el grado de desintegración y la producción de biogás, aumentando la materia orgánica soluble susceptible de ser tratada por métodos biológicos [7]. La principal ventaja de este método es la utilización de presión y temperatura ambiental, y no requiere la adición de compuestos químicos al medio. Por otro lado, su principal desventaja es la poca eficiencia energética de la generación de ondas, ya que requiere importantes aportes de energía a la entrada del sistema [8]. Por esto, se quiere evaluar el efecto del ultrasonido en la solubilidad de la materia orgánica en los diferentes sustratos, de acuerdo con sus características como Demanda Química de Oxígeno (DQO) y sólidos volátiles, identificando el efecto diferencial de tiempos y densidades energéticas.

Los ultrasonidos de baja frecuencia (20 – 40 kHz) se han investigado ampliamente a nivel de laboratorio, piloto y a escala comercial como pretratamiento de digestión de lodos. Además, en los últimos años se ha prestado un interés considerable a la aplicación de ultrasonidos de alta frecuencia como proceso oxidativo destructivo para el tratamiento de contaminantes peligrosos en agua de consumo y aguas residuales industriales y domésticas, mientras que no se ha investigado directamente ninguna

aplicación para la descontaminación de lodos [9]. En esta investigación, se presenta una revisión del efecto del ultrasonido en la solubilidad de sustratos orgánicos para la producción de biogás, como pretratamientos antes de la digestión anaerobia.

02

MATERIALES Y MÉTODOS

Motores de búsqueda	Ecuaciones de búsqueda	Fecha de consulta	Criterio	Resultados	Artículos descargados
Science Direct	Ultrasound AND organic waste AND methane production.	3/09/2020	año:2020, 2019	322 10	7
	Ultrasound AND Residual Water AND methane production.	3/09/2020	año:2020, artículo de investigación	80	2
	Ultrasound AND methane production.	3/09/2020	año:2020, artículo de investigación	231	3
SpringerLink	Cavitation AND Residual water	3/09/2020	año:2020	601	2
	Ultrasound AND COD	3/09/2020	2015 en adelante	311	4
	Ultrasound AND methane production AND Organic Waste	3/09/2020	2015 en adelante	318	2
	Ultrasound AND biogas AND Residual Water	3/09/2020	2015 en adelante	104	1

Tabla 1. Metodología de búsqueda.

La metodología de esta investigación, consistió en una exploración profunda en diferentes motores de búsqueda como ScienceDirect y SpringerLink, empleando ecuaciones de búsqueda con los términos “ultrasound”, “organic waste”, “residual water” y “methane production”, en el periodo 2015 – 2020. Para los artículos que se iban a incluir, se tuvo en cuenta que el título o resumen incluyeran palabras utilizadas en la búsqueda, que fueran artículos de fácil comprensión y, preferiblemente, en el idioma inglés; esto

explica por qué la cantidad de artículos descargados es mucho menor a la cantidad de artículos encontrados. Los años de búsqueda variaron de acuerdo con la cantidad de artículos relacionados encontrados según la ecuación de búsqueda, entre menos artículos, mayor el rango de años de publicación. En la **Tabla 1** se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

03

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la **Figura 1**, se evidencia un interés creciente sobre el tema. La producción de biogás a partir de materia orgánica es una técnica que se ha venido investigando en los últimos años, ya que ha demostrado que puede suplir parte de las necesidades energéticas principalmente en procesos industriales, esto explica la tendencia en aumento, teniendo en cuenta que ya para el 2021 se han publicado 25 trabajos al momento de la búsqueda. En esta figura, se utilizó la ecuación de búsqueda: ultrasound AND methane production, como motor de búsqueda se implementó ScienceDirect y su principal filtro fueron los años de publicación (2000-2021).

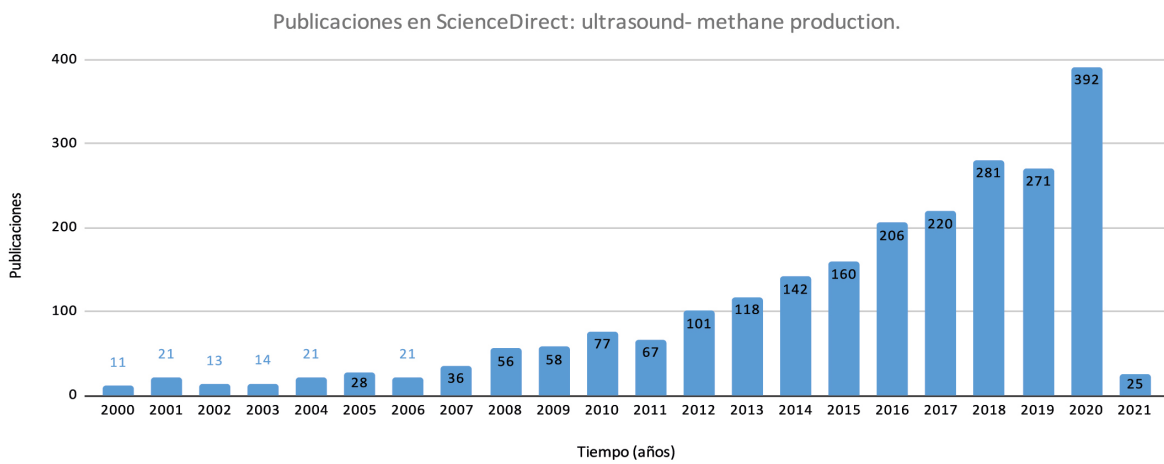


Figura 1. Datos históricos de publicaciones por año de la producción de metano con ultrasonido en ScienceDirect.

3.1 ULTRASONIDO

El pretratamiento con ultrasonido es una técnica de ruptura mecánica reciente y prometedora para el tratamiento de materia orgánica. Las ondas de ultrasonido se transmiten como una serie de ciclos de compresión y de rarefacción, lo que conduce a la formación de burbujas de cavitación que crecen y luego colapsan. La implosión de burbujas se denomina cavitación acústica, como se observa en la **Figura 2**, que puede producir un intenso calentamiento local y alta presión en el interfaz líquido - gas, turbulencia y fenómenos de alto cizallamiento en la fase líquida [10][11].

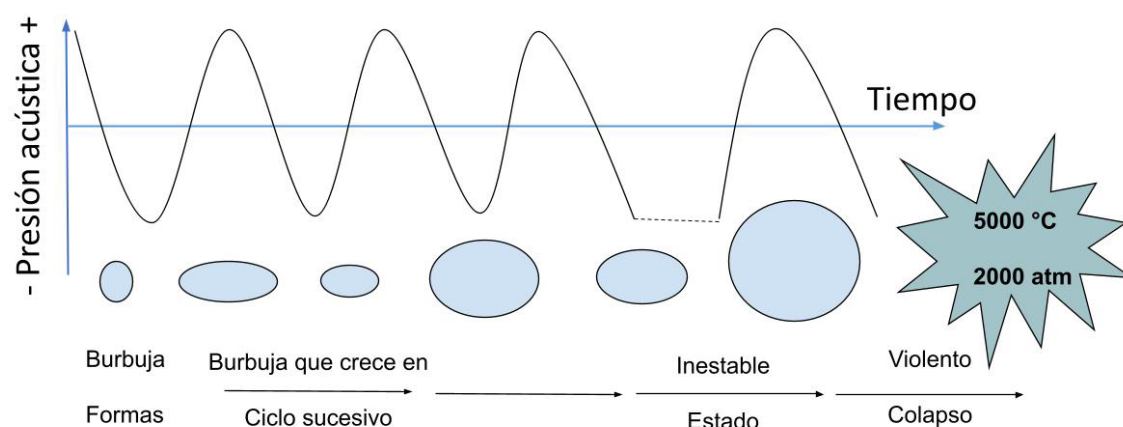


Figura 2. Efecto de la implosión de burbujas, Cavitación acústica.
Elaboración propia.

Los choques entre las burbujas de cavitación componen el comienzo de los efectos químicos y mecánicos de la energía de ultrasonidos. Cada encuentro puede ser considerado como un micro reactor en donde se puede lograr la producción de mucha energía [7].

La cavitación ultrasónica genera fuerzas de corte de alta intensidad que rompen los aglomerados de partículas (estructura compleja) en forma simple. Esta técnica es útil en la disolución de sólidos en líquidos, homogeneización, emulsiones, cationes, extracción celular, limpieza, entre otros [12][13].

Se pueden formar varios tipos de cavitación: (1) Cavitación inestable desarrollada, se forma cuando las nubes de cavitación comienzan a desprenderse, creando pulsacio-

nes de presión, vibración, erosión, altas temperaturas locales y ruido, y pueden usarse para la destrucción de bacterias [14]. (2) Supercavitación, se da cuando la presión del sistema disminuye o cuando se aumenta la velocidad de flujo, logrando que se cree una pequeña cavidad, y se generará un vapor grande y estable desarrollando una super cavidad, para la cual las perturbaciones mayores en la presión y la temperatura son poco comunes (el ruido, la vibración y la erosión están ausentes) [14]. (3) Cavitación acústica, se clasifica como una onda acústica de naturaleza mecánica que oscila a frecuencias superiores a 16 kHz. La cavitación acústica puede ocurrir de diferentes maneras, generando cavitación estable o transitoria. En cavitación estable, la vida útil de las burbujas es más larga. En general, las burbujas están llenas de gas y oscilan alrededor de un tamaño de equilibrio durante su crecimiento a mayor frecuencia. En la cavitación transitoria, la vida útil de las burbujas es más corta. Las burbujas se forman más rápido que un ciclo de alta intensidad [15].

3.2 VARIABLES DE INTERÉS

La potencia es la entrada de energía ultrasónica al líquido podría calcularse con la ecuación (1).

$$W = \frac{dT}{dt} C_p M \quad (1)$$

Donde C_p es la capacidad calorífica específica del líquido (4.2 J/(g.K) para agua) y M es la masa del líquido (g). dT/dt es la tasa de aumento de la temperatura del líquido [10]. El método calorimétrico implica la medición del aumento de temperatura (T) frente al tiempo (t). El valor de dT/dt se estima a partir de la pendiente de las curvas que se ajustan a la mejor línea polinomio/recta o la tangente en el momento cero [16]. Este, permite conocer la cantidad de energía que emite un instrumento en un medio y la variación de la energía ultrasónica afecta la tasa de utilización de la misma, perturbando la eficiencia en diferentes condiciones de tratamientos [10].

La carga del sustrato, generalmente se mantiene por debajo del 10% p/v, de modo que la materia prima pretratada se puede seguir utilizando para otros procesos de fermentación, esto puede variar dependiendo el tipo de materia prima. Es importante tener en cuenta que la carga debe ser baja, ya que si hay mucha concentración, las burbujas no podrían implosionar adecuadamente; se debe tener una homogeneidad para tener una mejor eficiencia del proceso de cavitación [17]. Para el caso de la digestión anaerobia, la carga orgánica es un factor clave que gobierna la actividad metabólica de los

metanógenos, por lo que la salida óptima de un digestor se obtiene cuando el reactor se alimenta con una carga adecuada, ya que el reactor no debe estar sobrecargado o subcargado con materia orgánica (MO) [18].

La cavitación en el agua ocurre a diferentes frecuencias, pero generalmente se usa a frecuencias de 5 kHz a 5 MHz, ya que el tamaño de la burbuja aumenta con la disminución de la frecuencia, lo que reduce el poder explosivo. Esta, expresa el número de ciclos en que se repiten las ondas por segundo en un medio, depende de la potencia de las ondas y duración de la irradiación [11]. Con el aumento del tiempo de sonicación, el tamaño de las partículas se reduce gradualmente, causando ruptura completa de los flocs y su pared celular, pero cuando se adiciona más tiempo del requerido la partícula tiende a aumentar, esto se debe a la re-floculación de las partículas. Inicialmente, los flocs se reducen, pero el aumento del tiempo de sonicación provoca una mayor liberación de polímeros intracelulares debido a la lisis celular que son favorables para la re-floculación [20].

El rango apreciable por el ser humano está entre los 16 Hz y los 18 kHz, los equipos de ultrasonidos se desempeñan en frecuencias mayores a 20 kHz que, a su vez, se dividen en tres franjas: ultrasonidos de alta potencia (Frecuencias que oscilan entre 20-100 kHz), ultrasonidos de baja potencia (Frecuencias entre 100 kHz-1 MHz) y ultrasonidos de diagnóstico (1-100 MHz) [7].

Cuando la radiación ultrasónica se absorbe en un líquido, la energía del sonido se transfiere a la energía térmica (energía contenida en un sistema que es responsable de su temperatura) del líquido, lo que puede ocasionar un alza en la temperatura del líquido y una dilatación volumétrica [10].

El ciclo de trabajo es uno de los procesos más importantes, ya que decide la intensidad del efecto de la cavitación. El tiempo de encendido y apagado varía con el ciclo del trabajo, por ejemplo, un ciclo de trabajo del 20%, el ultrasonido estará prendido por 2 segundos y apagado por 8 segundos, en cada ciclo de 10 segundos. Uno de los mejores rangos para la aplicación del ultrasonido está entre 20% y 70%, pero se debe realizar un estudio porque éste varía dependiendo las especificaciones del sistema [17][21].

3.3 PRETRATAMIENTO

Se han aplicado varias tecnologías para aumentar la digestibilidad anaerobia de los sustratos. Los pretratamientos mecánicos como la maceración, desintegración por ultrasonido y separación sólido-líquido se han aplicado comúnmente. Los estudios

indican que, la hidrólisis y la metanogénesis, mejoran en un 30%. Los pretratamientos químicos como la adición ácida y alcalina, pretratamiento termoquímico y termobárico, también informan mejoras en la hidrólisis y metanogénesis en un 60%. Aunque los métodos de pretratamiento térmico y químico brindan mejores resultados que los métodos mecánicos, los métodos de pretratamiento mecánico se utilizan ampliamente debido a su viabilidad económica [22][23].

Los efectos de diferentes técnicas de pretratamiento sobre la composición química y las características físicas de la biomasa lignocelulósica, afirmaron que la elección del método de pretratamiento depende del tipo de biomasa, y el método apropiado se caracteriza por mejorar la digestibilidad de la biomasa para los microorganismos, evitando la degradación de carbohidratos y requiriendo pocas cantidades o nulas de insumos químicos económicos y bajo aporte de energía, por lo tanto, el pretratamiento ultrasónico es una solución prometedora debido a la baja inversión y la conveniencia operativa [20][24].

El pretratamiento con cavitación, sea solo o en combinación con oxidantes, implica la producción de radical hidroxilo que degrada eficazmente la amplia gama de contaminantes, convirtiéndose en el enfoque de pretratamiento efectivo para la oxidación biológica [25]. En este caso, no se pretende llegar a la oxidación, sino, solo hasta la conversión de moléculas complejas en moléculas más simples, mejorando el tratamiento biológico, produciendo un aumento en la DQO soluble (DQOs). Hay diversos pretratamientos diferentes al ultrasonido, para potenciar la generación de metano en orden de eficacia son: lisis ultrasónica (20W, 9 kHz, 30 min) > pretratamiento térmico en autoclave (120 C, 30 min) > pretratamiento térmico con agua caliente (60 C, 30 min) > congelación (10 C, 15 h) [20].

La materia orgánica (MO) hace referencia a compuestos orgánicos formados a partir de los restos de otros organismos, tales como plantas, animales y subproductos, además de ser biodegradables, es decir, que pueden ser degradados por acción biológica [26]. Identificar las características cualitativas y cuantitativas de estos productos, específicamente los residuos, es algo que se debe considerar, ya que permite analizar y detallar las propiedades de interés para darles una finalidad específica; en el caso de las aguas residuales, la materia orgánica que está presente debe ser removida, la presencia de esta puede ocasionar crecimiento microbiano no deseado en el sistema de distribución, afectar negativamente el proceso de tratamiento de las aguas y reaccionar con desinfectantes como el cloro, generando subproductos nocivos [27]. Por esta razón, se busca implementar estrategias que den un aprovechamiento a este tipo de MO.

La biomasa puede considerarse como un recurso energético que puede utilizarse para proporcionar electricidad y combustibles de transporte para la humanidad

e incluye madera de plantaciones forestales, residuos de producción forestal y de la industria maderera, residuos de la producción agrícola, aceites vegetales, grasas animales y desechos orgánicos de la industria, ganadera y humanos [28][29][30].

La MO con lignocelulosa contienen propiedades químicas que la convierten en un sustrato de enorme valor biotecnológico [31], es el principal componente de la pared celular de las plantas y es producida por los procesos fotosintéticos. En esencia, es la fuente de carbón removible más prometedora para solucionar los problemas actuales de energía [32].

Algunos residuos orgánicos con altos contenidos de lípidos, pueden producir una mayor cantidad de biogás, ya que estos pueden producir potencialmente casi el doble de biogás en comparación con los carbohidratos o las proteínas, pero presentan una limitación, ya que los lípidos se absorben en superficies sólidas y pueden retrasar la hidrólisis de otros compuestos biodegradables al reducir la accesibilidad de exoenzimas [33].

3.4 SOLUBILIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

Diversos estudios han planteado que existe una relación estrecha entre la solubilización y la biodegradación, pero con diferente proporcionalidad [34]. La tasa de solubilización de partículas se rige por el tamaño de las partículas en los desechos, y la producción de metano en el digestor maduro es proporcional a la tasa neta de solubilización del tamaño de partículas. El tratamiento de solubilización con tecnología de microburbujas puede provocar fluctuaciones en los componentes orgánicos y biodegradabilidad relativa de los lodos de la depuradora. Un estudio realizado por L. Wang et al. [35], demuestra que las microburbujas mejoraron claramente la solubilización y aumentaron el contenido de materia orgánica disuelta (MOD) en la fase acuosa.

La aplicación del ultrasonido en los sustratos, de acuerdo a la energía específica aplicada, ocasiona que las paredes de las células de los microorganismos se rompan liberando el material intracelular, y por ello, incrementan la cantidad de material orgánico disponible y disuelto para ser aprovechado por las bacterias anaerobias presentes en el posterior tratamiento anaerobio [7]. Algunos autores recomiendan antes del pretratamiento, que el residuo orgánico crudo se muele o triture en partículas más pequeñas para mejorar la accesibilidad del carbono [36].

El efecto de los pretratamientos realizados sobre la solubilización de la materia orgánica se ha medido en términos de carbono orgánico disuelto (COD), sólidos volátiles

disueltos (SVD), ácidos grasos volátiles totales (AGV) y demanda química de oxígeno soluble [37].

Se han evidenciado resultados en donde se aumenta la materia prima y se disminuye el efecto de la cavitación, la solubilización de la materia orgánica y el cambio en la DQOs [17]. En estudios previos sobre el pretratamiento, se demostró que el uso de ultrasonido de baja frecuencia de alrededor de 20 - 40 kHz arrojó los mejores resultados para la desintegración mecánica y transformación física como se evidencia en la **Tabla 2** [38] en donde se analizan un residuo orgánico y un lodo residual.

La temperatura es uno de los parámetros más importantes, ya que con la aplicación de ultrasonido la temperatura del sistema tiende a incrementar, por ello hay que mantenerla constante para que los microorganismos sobrevivan y puedan realizar una DA con eficiencia después de aplicar el pretratamiento, esta temperatura debe estar entre 25 - 37°C (mesófilo) [42]. La temperatura es uno de los parámetros cruciales, ya que regula la estructura de la comunidad metanogénica y las vías de conversión bioquímicas. La temperatura a la que opera la DA determina en gran medida la cinética de conversión de la materia orgánica, la estabilidad, la calidad del flujo y el rendimiento de metano [18], por eso se debe tener en cuenta al momento de aplicar el ultrasonido para no tener fallos posteriores en la DA.

Sustratos	%Solubilidad	DQOs (mg/L) inicial-final	Frecuencia (kHz)	Tiempo (min)	Referencia
Lodo residual	68,70%	498 - 6872	24	10	[35]
Residuo orgánico	29%	-	40	24	[36]
Residuo orgánico	61,50%	11450 -18500	20	10-dic	[15]
Residuo orgánico	40%	-	20	-	[37]

Tabla 2. Comparación del porcentaje de solubilidad de la materia orgánica de diferentes sustratos, expuestos a diferentes condiciones de pretratamiento con ultrasonido.

Estudios previos demostraron que los mejores resultados para la exposición de la materia prima en el ultrasonido varían de 5 - 30 min. Teniendo en cuenta las demás variables de operación estos son los tiempos con mejores resultados [40][43].

En la **Tabla 3**, se presentan características fisicoquímicas como sólidos totales, sólidos volátiles, DQO y pH de diferentes tipos de material orgánica residual, estos rangos evidencian las variaciones propias de la materia orgánica y cómo su composición impactará en el rendimiento de un tratamiento con ultrasonido.

Materia orgánica residual	ST(%)	SV(%)	DQO(mg/L)	pH
Lodo residual	1.0 ± 0.1	67 ± 0.2	145 ± 20	7.1 ± 0.2
Residuo orgánico	42 ± 3	65 ± 3	11450 ± 20	6.2 ± 0.2
Agua residual municipal	0.0461	0.795	55.040	4.5 ± 0.2

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos de la materia orgánica [17][25].

El agua residual es el sustrato con menos porcentaje de sólidos totales (%ST), pero en comparación con el lodo residual y el residuo orgánico, las proporciones de DQO siguen siendo viables para su implementación. Se debe tener en cuenta la necesidad energética y el tiempo de aplicación del ultrasonido para determinar su eficiencia e implementación en la industria.

Las características físicas del sustrato se cuantifican comúnmente por tamaño y densidad de partículas. Normalmente, el sustrato voluminoso requiere una reducción de tamaño para promover la solubilización temprana del proceso de digestión. La reducción del tamaño de las partículas sólidas dará como resultado el agrandamiento de la superficie del sustrato, mejorando la eficacia de los microorganismos durante el proceso de digestión [45].

Las características químicas de los sustratos se evalúan en función de las propiedades principales que incluyen: pH, humedad, sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total (NT), fósforo total (PT) y potencial de biometano (PBM). Estas características influyen directamente en el comportamiento microbiano del proceso [45].

En otros estudios, se observó que no todos los autores reportan o tienen en cuenta todas las variables, por ejemplo, Wang H. [10], reporta su temperatura como “temperatura ambiente” siendo esta 25°C, por otro lado [10] también lo reporta como “temperatura ambiente” tomando esta como 35°C, teniendo una variación de 10°C la una con respecto a la otra, esto genera inconsistencias y complicaciones al momento de realizar los análisis y comparaciones como se observa en la **Tabla 4**.

Frecuencia (kHz)	Tiempo óptimo (min)	Temperatura (°C)	Volumen (mL)	Ciclo de trabajo (%)	Referencia
20	10	35	500	60	[17]
40	24	37	1000	-	[40]
40	30	37	310	-	[45]
25	24	25	80	-	[10]
20	30	30	250	-	[47]
20	-	37	0,75	-	[23]
24	10	-	500	-	[39]
25	20	60	6500	50	[48]
20	0,5	-	400	30	[16]
20	2 a 60	20	250	-	[49]
22	60	35	500	70	[25]

Tabla 4. Variables utilizadas en otros estudios.

Una de las variables que menos es reportada en la literatura, es el ciclo de trabajo el cual lleva a considerar que no se tiene en cuenta, y se trata de una de las variables más importantes, ya que decide la intensidad del efecto de la cavitación. El ciclo de trabajo se define como el tiempo de encendido y apagado, ya que las ondas se siguen propagando después de apagar el ultrasonido. El ciclo de trabajo afecta el consumo de energía y el funcionamiento de los equipos. En general, se recomienda que el modo de pulso de irradiación ultrasónica aumente la vida útil de los transductores y evite el calentamiento excesivo [25].

Se ha evidenciado que el aumento de la producción de gas está relacionado con el cambio de DQO. Después de 60 min de pretratamiento con ultrasonido, la liberación de DQOs por la digestión anaerobia se hizo evidente y la producción de gas también aumentó. Esta, indicó que en los períodos entre 20 y 40 min del pretratamiento ultrasónico, la energía se dispersa principalmente en dispersión celular y destrucción de floc, liberando la mayoría de las sustancias poliméricas extracelulares y algunos de los materiales intracelulares [38].

3.5 PRODUCCIÓN DE BIOGÁS:

El biogás es una composición de gases generados por la reacción de una agrupación de bacterias, entre esas las metanogénicas, que convierten la materia orgánica en un ambiente en carencia de oxígeno, este gas es compuesto principalmente de 60 – 80% de metano, 30 – 40% de dióxido de carbono y trazas de otros gases, como H_2S , CO , N , H [50].

La producción de biogás mediante DA es una tecnología verificada y comercializada para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. La DA es un proceso biológico durante el cual un sustrato orgánico complejo se descompone en ausencia de oxígeno por medio de numerosos tipos de microorganismos anaerobios [51], que puede ocurrir simultáneamente en un proceso de una sola etapa o por separado en un proceso de múltiples etapas [18][52][53].

La energía contenida en el biogás tiene que ser recuperada y transformada para almacenarla, venderla o reutilizarla. Lamentablemente, la mayoría de las veces, solo la energía eléctrica es útil y genera utilidades, que solo representan un 30% de la energía total contenida en el biogás. Por tanto, cuando se implementa un pretratamiento en un digestor anaeróbico, sus requerimientos energéticos deben ser menores que el incremento de energía eléctrica que produce para asegurar un proceso energéticamente autosuficiente [41] [54].

Para mejorar la hidrólisis y acelerar la producción de metano, varios estudios han sugerido un pretratamiento de lodos antes de la DA como lo es el ultrasonido [55], ya que el tamaño de la partícula es importante, si se optimiza adecuadamente, puede aumentar significativamente la estabilidad y el rendimiento del proceso de DA. Las partículas muy grandes provocarían la obstrucción del digestor y dificultarían la función de digestión de los microbios responsables. Sin embargo, se ha descubierto que la reducción excesiva del tamaño de las partículas sobreestimula las etapas de hidrólisis y acidogénesis para liberar compuestos inhibidores como los AGV, lo que provoca una caída del pH y un fallo del proceso [56]. Algunos autores como K. Izumi, et al [57], evaluaron el efecto de la variación del tamaño de las partículas de 0,391 a 0,888 mm sobre la acumulación de AGV y la producción de biogás a partir de residuos de alimentos. Se observó que la tasa de producción de metano aumentó en un 28% al disminuir el tamaño medio de partícula de 0,888 a 0,718 mm, mientras que la reducción del tamaño de partícula a menos de 0,51 mm dio como resultado una caída significativa en la producción de metano debido a la reducción de la actividad de los microorganismos en un entorno muy ácido.

Por otro lado, se evidencia un aumento en la producción de biogás en el experimento realizado por M. F. M. A. Zamri [44], en donde el contenido de metano del biogás fue del 51% en el lixiviado crudo y del 60% en el lixiviado pretratado ultrasónicamente, lo que indica un aumento del 18%. Este aumento podría atribuirse al aumento de las concentraciones de DQOs por pretratamiento ultrasónico.

04

CONCLUSIONES

Las características fisicoquímicas de los sustratos, la estabilidad de los nutrientes, su capacidad de amortiguación y su eficiencia en la DA, ayudan a determinar los parámetros operacionales para que el proceso sea más eficiente y así el consumo de energía no exceda la capacidad de producción.

Se pudo evidenciar el aumento de publicaciones relacionadas al tema investigado en diferentes países y la importancia que se le ha dado al aprovechamiento de los residuos para la generación de energía, sobre todo en los últimos 10 años, en donde el pretratamiento con ultrasonido sigue dando buenos resultados sin depender del sustrato que se utilice, estos siguen aumentando su porcentaje de solubilidad.

En general, la producción de biogás utilizando el ultrasonido como pretratamiento, reduce el tiempo de generación de biogás en condiciones de operación óptimas, la cual es una opción prometedora e intensificadora de procesos en el campo de la valorización de residuos y el consumo de energía, logrando así implementarse a gran escala en la industria.

El ciclo de trabajo es una variable de estudio que no es frecuentemente reportada en la literatura, pero es una variable de gran interés, ya que puede afectar directamente el funcionamiento del ultrasonido, el efecto sobre el sustrato analizado y variaciones importantes en la temperatura del ensayo.



Los autores agradecen a la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia por la financiación del proyecto con código FA19.

06 REFERENCIAS

- [1] L. Acevedo and C. Peláez, (2015). "La ciudad Postmoderna: Agujero negro de biosfera," Exp. Univ. Antioquia, pp. 42-47.
- [2] M. De Comercio, (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular.
- [3] T. Abbasi, S. M. Tauseef, and S. A. Abbasi, (2012). "Anaerobic digestion for global warming control and energy generation — An overview," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 16, no. 5, pp. 3228–42.
- [4] K. F. Adekunle and J. A. Okolie, (2016). "A Review of Biochemical Process of Anaerobic Digestion," Adv. Biosci. Biotechnol., vol. 6, no. November, pp. 205–212.
- [5] J. Jiang, C. Gong, J. Wang, S. Tian, and Y. Zhang, (2015). "Effects of ultrasound pre-treatment on the amount of dissolved organic matter extracted from food waste," Bioresour. Technol., vol. 155, pp. 266–271.
- [6] L. Yue, J. Cheng, S. Tang, X. An, J. Hua, and H. Dong, (2021). "Ultrasound and microwave pretreatments promote methane production potential and energy conversion during anaerobic digestion of lipid and food wastes," Energy, vol. 228, p. 120-525
- [7] C. Cuenca, (2015). "Diseño de una línea de fangos incluyendo ultrasonidos para la optimización de la digestión anaerobia (100.000 He)" Universidad politécnica de valencia.
- [8] K. G. Labrada, I. Quesada Peñate, C. Julcour Lebigue, H. Delmas, G. C. González, and U. J. Jáuregui Haza, (2010). "El empleo del ultrasonido en el tratamiento de aguas residuales," vol. 41, no. January, pp. 1–11.
- [9] C. M. Braguglia, M. C. Gagliano, and S. Rossetti, (2021) "Bioresource Technology High frequency ultrasound pretreatment for sludge anaerobic digestion : Effect on floc structure and microbial population," Bioresour. Technol., vol. 110, pp. 43–49.
- [10] H. Wang, S.-C. Yang, W. Cai, W. Liu, and A. Wang, (2019). "Enhanced organic matter and nutrient release from waste activated sludge using ultrasound and surfactant synergetic pre-treatment," Bioresour. Technol. Reports, vol. 6, pp. 32–38, Jun.
- [11] M. Ghafarzadeh, R. Abedini, and R. R. C, (2017) "Optimization of ultrasonic waves application in municipal wastewater sludge treatment using repose surface method," in Diario de producción más limpia, vol. 150, pp. 361–370.
- [12] D. Kumari and R. Singh, (2020). "Ultrasonic assisted petha waste water pretreatment of rice straw for optimum production of methane and ethanol using mixed microbial culture," Renew. Energy, vol. 145, pp. 682–690.
- [13] L. V. Perea Romero, (2015). "Evaluación de un reactor de cavitación hidrodinámica a escala de laboratorio para la remoción de carbono orgánico total presente en los lixiviados generados en el relleno sanitario Doña Juana," universidad Libre.
- [14] J. Kosel, M. Šuštaršič, M. Petkovšek, M. Zupanc, M. Sežun, and M. Dular, (2020). "Application of (super)cavitation for the recycling of process waters in paper producing industry," Ultrason. Sonochem., vol. 64, p. 105-002.
- [15] E. M. M. Flores, G. Cravotto, C. A. Bizzi, D. Santos, and G. D. Iop, (2021). "Ultrasonics Sonochemistry Ultrasound-assisted biomass valorization to industrial interesting products : state-of-the-art , perspectives and challenges," Ultrason. Sonochem., vol. 72, p. 105-455.
- [16] B. A. Alagöz and O. Yenigün, (2018). "Ultrasound assisted biogas production from co-digestion of wastewater sludges and agricultural wastes: Comparison with microwave pre-treatment," vol. 40, no. April 2017, pp. 193–200.
- [17] S. M. Joshi and P. R. Gogate, (2019). "Intensifying the biogas production from food waste using ultrasound: Understanding into effect of operating parameters," Ultrason. Sonochem., vol. 59, p. 104-755.
- [18] S. Begum, S. Juntupally, G. Rao, and N. Eshtiaghi, (2020). "Comparison of mesophilic and thermophilic methane production potential of acids rich and high-strength landfill leachate at different initial organic loadings and food to inoculum ratios," Sci. Total Environ., vol. 715.
- [19] S. Pilli, P. Bhunia, S. Yan, R. J. L. C, R. D. Tyagi, and R. Y. Surampalli, (2011). "Ultrasonic pretreatment of sludge: A review," vol. 18, pp. 1–18.
- [20] C. C. T. Gisel, (2016). "Efecto del pre-tratamiento con ultrasonido de alta intensidad en carne fresca de cerdo para la elaboración de una emulsión cárnica emburida reducida en fosfatos," Universidad Autonoma de Puebla, pp. 120.
- [21] K. Kumar, S. Srivastav, and V. Singh, (2020). "Ultrasonics - Sonochemistry Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products : A review," Ultrason. - Sonochemistry, vol. 70, no. p. 105-325.
- [22] Arpita and M. K. Chandel, (2019). "Bioresource Technology Reports Enhancement of biogas production from organic fraction of municipal solid waste using hydrothermal pretreatment," Bioresour. Technol. Reports, vol. 7, no. May, p. 100-281.
- [23] S. Azman et al., (2020) "Ultrasound-assisted digestate treatment of manure digestate for increased biogas production in small pilot scale anaerobic digesters," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 152, pp. 664–673.
- [24] K. Marta, (2020). "Evaluation of Ultrasound Pretreatment for Enhanced Anaerobic Digestion of Sida hermaphrodita," BioEnergy Research, vol. 13, pp. 824–832.

- [25] P. R. Gogate, P. D. Thanekar, and A. P. Oke, (2020). "Strategies to improve biological oxidation of real wastewater using cavitation based pre-treatment approaches," *Ultrason. Sonochemistry*, vol. 64, pp. 105-016.
- [26] S. B. Ras, J. M. Mendez, M. Rivera, and A. Vargas, (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Sistemas de Aseo Urbano*.
- [27] Z. Zhou et al., (2018) "Ultrasonics - Sonochemistry Optimized removal of natural organic matter by ultrasound-assisted coagulation of recycling drinking water treatment sludge," *Ultrason. - Sonochemistry*, vol. 48, no. 3, pp. 171-180.
- [28] S. V. Peña, (2016) "La biomasa: Importancia, tipos y características y formas de preparación," *Universidad Politecnica de Madrid*.
- [29] J. Ness and B. (2016). *Moghtaderi, Biomass and Bioenergy*, no. January 2007.
- [30] S. Khan, V. Paliwal, V. V. Pandey, and V. Kumar, (2017) "Biomass as Renewable Energy," *Int. Adv. Res. J. Sci. Eng. Technol*, vol. 2, pp. 301-304.
- [31] S. Malherbe and T. E. Cloete, (2002). "Lignocellulose biodegradation : Fundamentals and applications," *Environ. Sci. Bio*, vol. 1, pp. 105-114.
- [32] L. Cuervo and J. L. Folch-mallol, (2009). "Lignocelulosa Como Fuente de Azúcares Para la Producción de Etanol Lignocelulosa Como Fuente de Azúcares Para la Producción de Etanol .," *Cent. Investig. en Biotecnol.*, vol. 13.
- [33] S. E. Nayono, C. Gallert, and J. Winter, (2010). "Bioresource Technology Co-digestion of press water and food waste in a biowaste digester for improvement of biogas production," *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 18, pp. 6987-93.
- [34] L. Nazari et al (2017)., "Low-temperature thermal pre-treatment of municipal wastewater sludge: Process optimization and effects on solubilization and anaerobic degradation," *Water Res*, vol. 113, pp. 111-123.
- [35] L. Wang, Y. Li, Y. Xiong, X. Mao, L. Zhang, and J. Xu, (2017). "Spectroscopic characterization of dissolved organic matter from sludge solubilization treatment by micro-bubble technology," *Ecol. Eng.*, vol. 106, pp. 94-100.
- [36] R. Bedoi, A. Spehar, J. Puljko, L. Cu, B. Cosi, and T. Puk, (2020). "Opportunities and challenges : Experimental and kinetic analysis of anaerobic co-digestion of food waste and rendering industry streams for biogas production," vol. 130.
- [37] L. A. Fernandez, C. Álvarez-gallego, D. Sales, and L. I. Romero, (2011). "The use of thermochemical and biological pretreatments to enhance organic matter hydrolysis and solubilization from organic fraction of municipal solid waste (OFMSW)," *Chem. Eng. J.*, vol. 168, pp. 249-254.
- [38] X. Li et al., (2018). "Anaerobic digestion using ultrasound as pretreatment approach: Changes in waste activated sludge, anaerobic digestion performances and digestive microbial populations," *Biochem. Eng. J.*, vol. 139, pp. 139-145.
- [39] H. Bao, H. Yang, H. Zhang, Y. Liu, H. Su, and M. Shen, (2020). "Improving methane productivity of waste activated sludge by ultrasound and alkali pretreatment in microbial electrolysis cell and anaerobic digestion coupled system," *Environ. Res.*, vol. 180, pp. 108-863.
- [40] F. Karouach, M. Bakraoui, Y. El Gnaoui, N. Lahboubi, and H. El Bari, (2020). "Effect of combined mechanical-ultrasonic pretreatment on mesophilic anaerobic digestion of household organic waste fraction in Morocco," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 310-314.
- [41] R. Cano, (2015) "Energy feasibility study of sludge pretreatments : A review," *Appl. Energy*, vol. 149, pp. 176-185.
- [42] M. E. Olivera Castro, (2018). "Efecto de un pre-tratamiento de ultrasonido sobre la concentración de amonio y producción de metano durante la digestión anaerobica de lodos sanitarios a bajos tiempos de retención de sólidos," *Universidad de Concepción*.
- [43] S. Pansripong, W. Arjharn, P. Liplap, and T. Hinsui, (2019). "Effect of Ultrasonic Pre-treatment on Biogas Production from Rice Straw," *Orient. J. Chem.*, vol. 35, no. 4, pp. 1265-73.
- [44] M. F. M. A. Zamri et al., (2020). "A comprehensive review on anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 137, pp. 110-637.
- [45] L. Li, Z. Li, K. Song, Y. Gu, and X. Gao, (2020). "Improving methane production from algal sludge based anaerobic digestion by co-pretreatment with ultrasound and zero-valent iron," *J. Clean. Prod.*, vol. 255, p. 1202-14.
- [46] V. V. Patil, P. R. Gogate, A. P. Bhat, and P. K. Ghosh, (2020). "Treatment of laundry wastewater containing residual surfactants using combined approaches based on ozone, catalyst and cavitation," *Sep. Purif. Technol.*, vol. 239, p. 116-594.
- [47] V. V. Patil, P. R. Gogate, A. P. Bhat, and P. K. Ghosh, (2020). "Treatment of laundry wastewater containing residual surfactants using combined approaches based on ozone, catalyst and cavitation," *Sep. Purif. Technol.*, vol. 239, pp. 116-594.
- [48] R. Khandare, P. D. Tomke, and V. K. Rathod, (2020). "Kinetic modeling and process intensification of ultrasound-assisted extraction of d-limonene using citrus industry waste," *Chem. Eng. Process. Process Intensif.*, p. 108-181.
- [49] N. A. Oz and C. C. Yarimtepe, (2014). "Ultrasound assisted biogas production from landfill leachate," *Waste Manag.*, vol. 34, pp. 1165-70.
- [50] M. José J. Gutiérrez, Mateus, and D. F. Tamayo, (2019). "Evaluación de la producción de biogás a partir de lodos residuales recolectados de una PTAR, en un reactor de la Universidad Pontificia Javeriana," *Fundación universidad de américa*.
- [51] R. Zeynali, M. Khojastehpour, and M. Ebrahimi-nik, (2017). "Effect of ultrasonic pre-treatment on biogas yield and specific energy in anaerobic digestion of fruit and vegetable wholesale market wastes," *Sustain. Environ. Res.*, vol. 27, no. 6, pp. 259-264.
- [52] Z. You, S. Pan, N. Sun, H. Kim, and P. Chiang, (2019). "Enhanced corn-stover fermentation for biogas production by NaOH pretreatment with CaO additive and ultrasound," *J. Clean. Prod.*, vol. 238, pp. 117-813.
- [53] C. Negri et al. (2020), "Anaerobic digestion of food waste for bio-energy production in China and Southeast Asia: A review," *Revis. energías Renov. y sostenibles*, vol. 133, pp. 1-21.
- [54] C. Coskun, M. Bayraktar, Z. Oktay, and I. Dincer, (2012). "Investigation of biogas and hydrogen production from waste water of milk-processing industry in Turkey," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 37, no. 21, pp. 16498-504.

- [55] V. K. Nguyen et al.(2021), "Review on pretreatment techniques to improve anaerobic digestion of sewage sludge," *Fuel*, vol. 285, pp. 105-119.
- [56] S. A. Alavi-borazjani, I. Capela, and L. A. C. Tarelho,(2020). "Biomass and Bioenergy Over-acidification control strategies for enhanced biogas production from anaerobic digestion : A review," *Biomass and Bioenergy*, vol. 143, no. October, p. 105-833.
- [57] K. Izumi, Y. Okishio, N. Nagao, C. Niwa, S. Yamamoto, and T. Toda,(2010) "Effects of particle size on anaerobic digestion of food waste," *Int. Biodeterior. Biodegradation*, vol. 64, no. 7, pp. 601–608.



IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POSCOSECHA Y SU EFECTO SOBRE LA VIDA ÚTIL EN FRUTOS PASIFLORÁCEOS. UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

B. E. Marín¹, G.A Hincapié² y J.A Barajas³

¹Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia.

²Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Medellín, Colombia.

³Programa de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Medellín, Colombia.

bmarin@sena.edu.co; gustavo.hincapie@upb.edu.co; jaimealejandro.barajas@upb.edu.co

Palabras clave: empaques, maracuyá, *Passiflora edulis*, recubrimientos.

RESUMEN

Las pasifloras hacen parte de una riqueza a nivel económico, nutricional y genético, que tienen propiedades sedativas, antiespasmódicas y antibacteriales, y Colombia es un país con diversidad de estas especies. Para garantizar el aprovechamiento de estos frutos, por medio del objetivo de este estudio, se identifica el uso de las diferentes tecnologías poscosecha y su efecto sobre vida útil en frutos del género de las pasifloras. Esta es una investigación de tipo documental en la que se revisaron fuentes secundarias y terciarias; se aplicó una vigilancia tecnológica como estrategia metodológica y se utilizó el software Vantage Point para organizar la información. Además, se identificaron 37 publicaciones a nivel mundial sobre tecnologías poscosecha aplicadas a frutos de pasifloras, determinando los efectos en la y vida útil de los frutos luego de la aplicación de estas tecnologías, entre las encontradas están los empaques, conservantes químicos, recubrimientos, sistemas de refrigeración, aplicación de aceites esenciales, tratamientos hidrotérmicos y manejo de temperatura ambiente, siendo la tecnología de empaques la más estudiada, debido al bajo costo que toma implementar esta tecnología en la industria. Los principales frutos pasifloráceos estudiados fueron el maracuyá, la gulupa y la granadilla. Los resultados del estudio permitieron conocer las principales tecnologías usadas para la conservación de las pasifloras, así como la participación de Colombia en el tema de investigación, encontrándose por debajo de países como Brasil, Kenia, Japón y España.

Países productores como son Brasil, Ecuador, Perú, China y Colombia son los principales en género de pasifloras. En el caso de Brasil, alcanzó una producción mundial de maracuyá de 450.000 toneladas [1] al año 2002. Para el 2010 el país que lideró como exportador de maracuyá a nivel mundial fue Ecuador. De los países mencionados, Colombia tiene la mayor biodiversidad de especies de pasifloras en el mundo, con un registro de 910 especies, las cuales son ampliamente cultivadas en diferentes regiones, en particular se distribuyen a lo largo de la Región Andina. De igual manera, se destacan por su producción y exportación la gulupa (*Passiflora edulis Sims*), maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) y granadilla (*Passiflora ligularis Juss*) [2]. Las pasifloras hacen parte de una riqueza a nivel económico, y contienen una composición nutricional y genética importante, que tienen propiedades sedativas, antiespasmódicas y antibacteriales.

En Colombia, para el año 2017, la producción nacional de frutas del género de *Passiflora* ocupó un área de 21.164 hectáreas. Los departamentos más importantes y de mayor producción en cuanto a Granadilla son Huila, con un 54% y Antioquia, con un 17%. Con respecto a Maracuyá, Meta abarca el 24%, seguido del Tolima con 19%, Antioquia con el 16% y Norte de Santander con el 15%. En Gulupa, el departamento de Cundinamarca cuenta con el 54% de producción y Boyacá con el 23%. En el caso de la Cholupa, Huila ocupa el 98%, seguido de Quindío con un 1,87%. Para Badea se registra con el departamento del Huila un 76% y Santander con un 24% de producción. [3].

Cada año en Colombia, por el inadecuado manejo de prácticas de poscosecha, se pierden aproximadamente 1,65 millones de toneladas de frutos. Esta pérdida se centra en la falta de selección y clasificación del producto y en las condiciones inadecuadas de empaque, transporte y almacenamiento. Esta situación ocurre, según Ocampo [4], en parte por el desconocimiento de tecnologías que permitan conservar las características y alargar la vida útil de los frutos después de cosechados.

Partiendo de lo explicado, el objetivo general de este estudio fue identificar, por medio de una vigilancia tecnológica, las tecnologías poscosecha aplicadas a frutos pasifloráceos a nivel científico y académico (publicaciones científicas a nivel mundial), enfocándose en los principales efectos sobre la y vida útil de estos frutos luego de la aplicación de las tecnologías poscosecha identificadas.

La estrategia metodológica se desarrolló mediante una vigilancia tecnológica desarrollada a partir de las siguientes etapas: planeación, búsqueda y análisis de la información, donde se definieron dos categorías. “Factores claves de vigilancia” (FCV): a) publicaciones científicas sobre tecnologías poscosecha aplicada a frutos de pasifloras y b) publicaciones científicas sobre los efectos en la y vida útil de los frutos pasifloráceos luego de la aplicación de las tecnologías.

Asimismo, se identificaron palabra claves que fueron seleccionadas en español e inglés, derivadas o en relación con las categorías o variables de análisis definidas: *Passiflora edulis*, poscosecha, Fruta de la pasión, Tecnología, Postharvest, Passion fruit, Technology. Para las ecuaciones de búsqueda se emplearon operadores booleanos como el AND y el OR, los cuales acotan o amplían la búsqueda; además, se usaron truncamientos y comodines como el asterisco (*) para ampliar los resultados.

De igual forma, para la selección de bases de datos o fuentes de información terciarias se utilizaron las bases de datos de *Scopus*, *Scielo* y *Redalyc*. En cuanto a *Scopus*, “es una base de datos de referencias bibliográficas y citas de la empresa *Elsevier*, de literatura *peer review* y contenido web de, con herramientas para el seguimiento, análisis y visualización de la investigación” [6]. La base de datos *Scielo* “es de acceso abierto a publicaciones electrónicas de ediciones completas de las revistas científicas, comprendiendo artículos de investigación, artículos de revisión, comunicaciones relacionadas con la investigación, estudios de caso, editoriales, entre otros” [7]. *Redalyc* es otra red de base de datos electrónica que se empleó con el fin de identificar contenidos académicos y de acceso abierto, principalmente de Iberoamérica [8].

2.1 PERÍODO DE BÚSQUEDA

Se definió de forma abierta y de carácter retrospectivo para cubrir la mayor cantidad posible de artículos científicos, desde los primeros registros hasta los documentos más actualizados y recientes.

2.2 COBERTURA GEOGRÁFICA

Se estableció a nivel mundial, con el propósito de identificar referentes tanto internacionales como nacionales en este campo de estudio.

2.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Este punto se llevó a cabo por categorías, a saber:

Categoría 1. Publicaciones científicas sobre tecnologías poscosecha aplicadas a frutos de pasifloras: después de encontrada la información en cada base de datos se efectuó la organización y depuración o limpieza. A los documentos resultantes se les identificaron las siguientes variables: tecnología poscosecha, afiliación institucional, tipo de fruta y año. Posteriormente, la información se analizó en el software de minería de texto Vantage Point para correlacionar las variables de una forma gráfica, así: publicaciones vs año, fruta vs tecnología, país vs fruta y mapa de clúster por tecnología poscosecha.

Categoría 2. Publicaciones científicas sobre los efectos en la y vida útil de los frutos pasifloráceos luego de la aplicación de las tecnologías. De los artículos seleccionados de la categoría anterior se procedió de la siguiente forma:

1. Lectura a profundidad de cada texto.
2. Identificación de los efectos en la y vida útil de los frutos pasifloráceos después de la aplicación de las tecnologías poscosecha identificadas.
3. Agrupamiento de la tecnología poscosecha que luego de aplicada haya presentado un efecto representativo en la y vida útil de la fruta.

La información organizada de esta manera fue la base para la presentación analítica de los resultados.

03

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Una vez definidas las palabras clave y la identificación de las bases de datos, se elaboraron las ecuaciones de búsqueda que se presentan a continuación (ver Tabla 1). Por cada base de datos se hicieron entre dos y tres ecuaciones, lo que permitió ampliar la investigación. En la base de datos *Scielo* se encontraron 60 artículos, 43 en *Scopus*, y 95 en *Redalyc*, lo que da un total de 198 investigaciones, entre los años 1996 hasta el 2018.

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Ecuación de búsqueda	Ecuación de búsqueda	Resultados
<i>Scielo</i>	(technolog* OR tecnolog*) AND (postharvest OR poscosecha) AND (passiflora* OR “passion fruit” OR “Tropical fruit” OR maracuya OR granadilla OR Cholupa)	(postharvest OR poscosecha) AND (passiflora* OR “passion fruit” OR “Tropical fruit” OR maracuya OR granadilla OR Cholupa)		60
<i>Scopus</i>	TITLE-ABS-KEY (technolog* AND postharvest AND passiflora*)	TITLE-ABS-KEY (technolog* AND postharvest AND (passiflora* OR “passion fruit”))	TITLE-ABS-KEY (postharvest AND (passiflora* OR “passion fruit”))	43
<i>Redalyc</i>	postharvest AND “passion fruit”	postharvest AND passiflora*	technolog* AND “passion fruit”	95

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda por base de datos.
Fuente: elaboración propia a partir de las bases de datos Scielo, Scopus y Redalyc.

Después de encontrada la información y realizada la organización y su respectiva depuración, se construyó la matriz donde se correlacionan las tecnologías poscosecha: revista, país, fruta estudiada, año y efectos sobre la y vida útil. De los 198 documentos encontrados, se llegó a un total de 37 artículos objeto de estudio que, en adelante, se denominarán “publicaciones”. Para una mayor organización y visualización de la información de las tecnologías identificadas, estas se agruparon en las siguientes:



empaques, conservante químico, recubrimientos, refrigeración, aceites esenciales, hidrotermia y temperatura ambiente. De igual manera, se identificó que las pasifloras (en adelante llamadas “frutas”) que fueron objeto de estudio son maracuyá (*Passiflora edulis*), gulupa (*Passiflora edulis Sims*), granadilla (*Passiflora ligularis*) y curuba (*Passiflora tripartita*).

A partir del año 1996 se registraron estudios relacionados con las tecnologías poscosecha que son aplicadas a las pasifloras, aunque la producción ha sido muy baja en la mayoría de los años, por lo que se encuentran entre 0 y 3 artículos por año. La mayor relevancia de estos estudios fue en el 2011 y en 2012, con seis (6) publicaciones cada uno.

Para ilustrar la explicación del tema, en la Figura 1 se identifica la relación entre las tecnologías poscosecha y las frutas; se constata que el maracuyá (*Passiflora edulis*) ha sido la fruta más estudiada, dado que se le han aplicado las siete tecnologías identificadas, debido a que es un producto de alta importancia comercial a nivel internacional [9]. En nivel de estudio, le sigue la gulupa (*Passiflora edulis S.*), en la que las tecnologías aplicadas fueron empaques, conservante químico, recubrimientos, sistemas de refrigeración, aplicación de aceites esenciales y temperatura ambiente. Igualmente, se denota sólo un estudio en curuba y granadilla con las tecnologías de refrigeración y conservante químico, respectivamente.

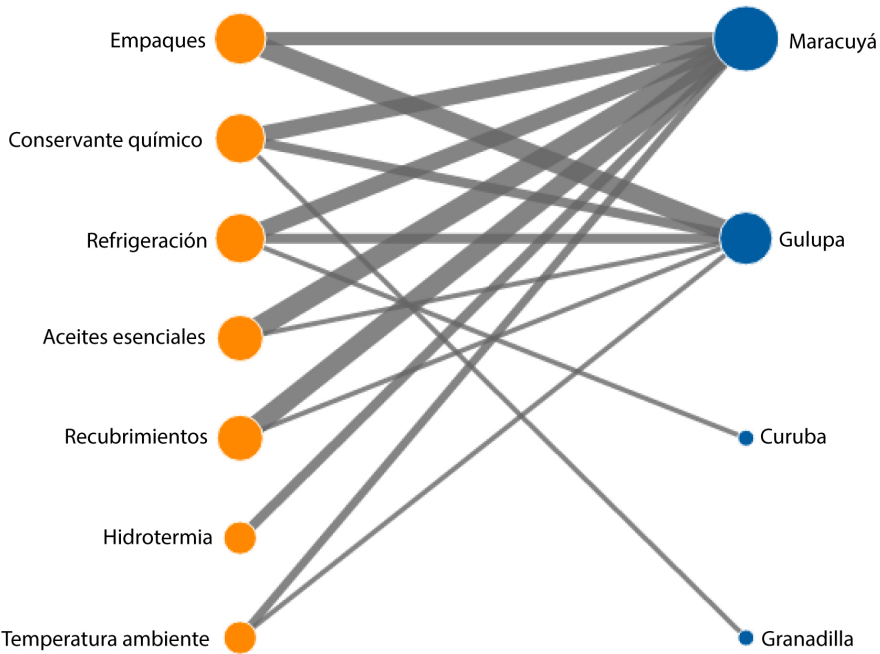


Figura 1. Relación tecnología vs. fruta.
Fuente: elaboración propia con Vantage Point 7.1 tomadas a partir de las bases de datos.

Con respecto a los países y/o instituciones que han investigado sobre esta temática, se puede indicar que el maracuyá (*Passiflora edulis*.) y la gulupa (*Passiflora edulis S.*) son las principales pasifloráceas objeto de estudio para las universidades e instituciones de investigación, para el maracuyá, de Brasil, España, México, Portugal y Venezuela; y para la gulupa repiten Brasil y España; también aparecen Colombia, Kenia, Japón, China y Tailandia (Figura 2). Es preciso resaltar que Brasil es el principal productor de maracuyá en el mundo, con un 50 % de la producción mundial, gracias a sus condiciones climáticas que hacen posible que se coseche todo el año [1]. De la misma manera, las instituciones de Kenia, Japón, China y Tailandia han mostrado interés en identificar el comportamiento y la caracterización de la gulupa, puesto que, en especial Kenia, se inició el desarrollo de estos cultivos para abastecer los mercados locales en los años 30 [10].

Por su parte, la Universidad Nacional de Colombia ha aportado estudios sobre la gulupa, y es la única institución que reporta investigaciones para la granadilla y la curuba, a causa de la importancia que han tenido estos cultivos a nivel nacional [3].

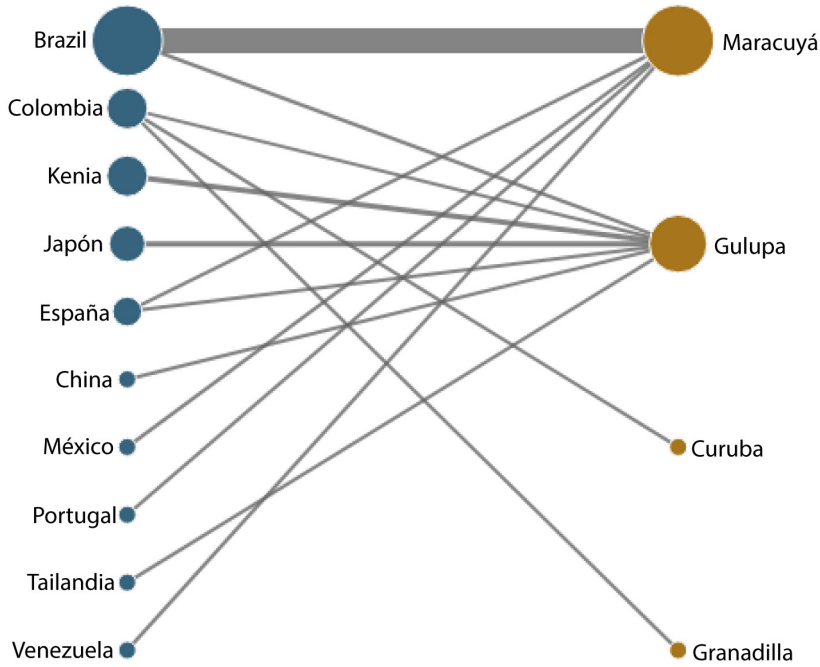


Figura 2. País vs. Fruta: Identificación de países investigadores en pasifloras.
Fuente: elaboración propia con Vantage Point 7.1 tomadas a partir de las bases de datos.

VP Cluster Map of Tecnología 3 (Cleaned)

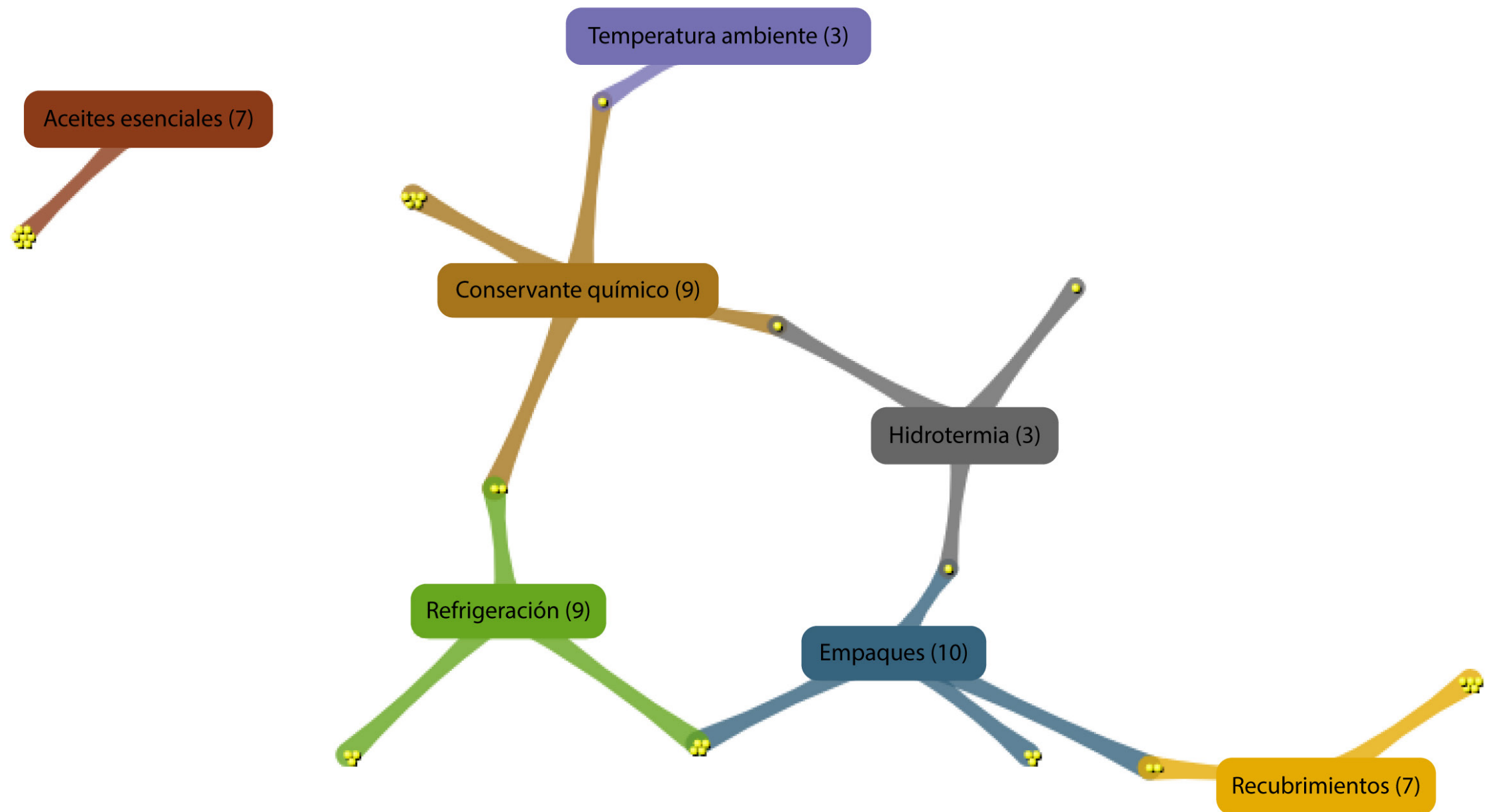


Figura 3. Cluster de tecnologías poscosecha: Relación de tecnologías usadas de forma individual o combinadas.
Fuente: elaboración propia con Vantage Point 7.1 a partir de las bases de datos.

En la Figura 3, se muestra el clúster de tecnologías poscosecha, en el que se pudo identificar cómo estas se relacionan y se aplican de modo complementario para los fines propios de estas tecnologías, las cuales fueron identificadas y empleadas de manera individual o combinadas. Los aceites esenciales se usaron sin ningún tipo de tecnología adicional; los sistemas de refrigeración y la hidrotermia se usaron individualmente y también combinados con el uso de empaques y la aplicación de conservantes químicos. Asimismo, los conservantes se utilizaron como única tecnología y con la aplicación de otras tres (3), o sea, la refrigeración, la hidrotermia y la temperatura ambiente, por lo que se puede decir que se aplicaron los conservantes químicos y los empaques a diferentes temperaturas para evaluar su eficacia en estas combinaciones. Otra de las tecnologías que se empleó de forma individual fueron los empaques, así como en conjunto con otras tres (3), que son la refrigeración, la hidrotermia y los recubrimientos. Este último, solo tuvo combinación con la tecnología de empaques porque comparten el mismo principio, el de generar una barrera a los agentes externos y al intercambio de gases. La combinación de las tecnologías se lleva a cabo para prolongar la vida útil del maracuyá, la gulupa, la curuba y la granadilla al reducir la tasa respiratoria y la carga microbiana, con lo que se disminuye su deterioro [9].

3.1 TECNOLOGÍA POSCOSECHA Y SUS EFECTOS

3.1.1. Empaques. Dentro de esta tecnología se incluyen Atmósferas Modificadas (AM), Atmósferas Controladas (AC), Cubierta Plástica PVC y Bolsas Xtend®, las cuales hacen parte de las bolsas de polietileno. Cabe anotar que la tecnología AM consiste en la aplicación de contenido gaseoso diferente al aire normal, se empaquen los frutos en un material, de tal forma que se impide, parcialmente, la difusión de gases y la modificación del ambiente gaseoso [9]; así, se reduce la tasa respiratoria y el aumento de cargas microbianas para disminuir su deterioro. Esto a diferencia de la AC, que se fundamenta en almacenar los frutos en cámaras de refrigeración totalmente herméticas, sustituyendo su atmósfera normal por una atmósfera baja en oxígeno (O_2) y alta en dióxido de carbono (CO_2).

Las frutas que se estudiaron con esta tecnología fueron la gulupa y el maracuyá, y su vida útil se extendió hasta por 20 días más que en condiciones normales [11]. Por otro lado, se identificó que las películas de policloruro de vinilo (PVC), aplicadas a las frutas de gulupa y maracuyá, ralentizan el encogimiento y la pérdida de peso durante el tiempo que la fruta esté en almacenamiento, debido a que el PVC es resistente al calor, inerte e inodoro, impermeable y aislante, lo que permite una mayor protección sobre el producto empacado. Con las bolsas Xtend® se comprobó la eficacia para controlar

la deshidratación, el ablandamiento y la oxidación del maracuyá. Estas bolsas son de alto grosor, pero se deben realizar microperforaciones para permitir la respiración del producto o aplicar atmósferas modificadas [12]. La tecnología se aplicó a una temperatura de $10^\circ C$ y una humedad relativa de 75 %, así que se aumentó la vida útil de la fruta hasta por cinco semanas [12]. La combinación de la aplicación de AC, policloruro de vinilo y recubrimiento a base de aplicación de cera parafina ayuda a reducir la pérdida de peso y prolonga la apariencia de la gulupa por un periodo de 10 a 12 días.

El policloruro de vinilo, junto con el manejo de refrigeración a una temperatura de $6^\circ C$, puede prolongar la vida útil del fruto hasta por 24 días; estas combinaciones ayudan a reducir la pérdida de peso y prolongan la apariencia de la gulupa por más tiempo [12]. Cuando se estudió el uso de las bolsas de polietileno con la aplicación de AC en la gulupa no fue muy efectivo, dado que los gases se vieron afectados por la actividad de respiración de los frutos y la permeabilidad de las bolsas a los gases [11]. Por otra parte, la aplicación de AC y un ambiente de refrigeración ($5^\circ C - 7^\circ C$) influyó en algunas características fisicoquímicas del maracuyá, como la preservación de la vitamina C, gracias a que al reducir la tasa respiratoria el proceso de oxidación disminuye por la ausencia de O_2 ; de igual forma, incidió en el aumento de azúcares solubles y la disminución del % de acidez, alcanzando un periodo total de almacenamiento bajo estas condiciones de 30 días [13].

3.1.2. Conservantes químicos. Se incluyen en este grupo el Metilciclopropeno (1-MCP), Cloruro de Calcio ($CaCl_2$), Ácido Salicílico y Desinfectantes o fungicidas.

3.1.2.1. Metilciclopropeno (1-MCP). Tiene la característica especial de inhibir el etileno, puesto que este es el responsable de acelerar la maduración de las frutas climáticas. La aplicación de este compuesto químico a la gulupa retrasó los estados de madurez del fruto, por lo que mejoró su aspecto visual y sus propiedades fisicoquímicas; no obstante, su incidencia en la aplicación sobre la granadilla fue muy baja porque la concentración que se debe aplicar para que su efecto sea notable es muy alta (600 mg/l de 1-MCP) y debe ser por largos tiempos de exposición sobre el producto. Se trabajó a una temperatura de $27^\circ C$ y una humedad relativa de 76 % [14].

3.1.2.2. Cloruro de Calcio ($CaCl_2$). Es considerado como un nutriente que puede mantener “la turgencia celular, la firmeza de los tejidos y el retardo del catabolismo de lípidos de membrana” [15]. Las concentraciones y el manejo de la temperatura juegan un papel importante dentro de la aplicación de este nutriente químico. Para el maracuyá, en un estudio donde se aplicó cloruro de calcio a concentraciones de 1 %, 2 %, 3 % y 4 % a una temperatura de $9^\circ C$ con una humedad relativa entre 85-90 %, entre menor concentración más efectividad presentó en el retraso de la evolución del color de la cáscara; además, se observó que entre más concentración, menor masa fresca y sin efecto en la maduración de las frutas [16].

3.1.2.3. Ácido Salicílico. Este compuesto reduce la actividad enzimática de la síntesis del etileno en la planta al inhibir su formación, reduciendo, de este modo, la tasa de respiración, lo cual ayudó a la conservación de frutas como la fresa, melocotones, jabuticabas y uchuva en su poscosecha [15]. Su aplicación sobre la planta de maracuyá, por un periodo de dos meses antes de la cosecha, tuvo como resultado un efecto negativo frente a los frutos en la poscosecha; la aplicación se realizó mientras el fruto aún estaba en la planta, por lo que se cree que la aplicación de otros fungicidas y los cambios de clima pudieron incidir en este efecto. Mientras, los frutos que se refrigeraron a 8°C y a una humedad relativa de 85 % sin la aplicación del Ácido Salicílico duraron hasta 26 días, pero cuando se almacena en un sistema de refrigeración de 12°C puede durar menos tiempo, hasta los 16 días [15]. En las publicaciones encontradas no se reportan resultados positivos cuando se aplica este compuesto químico en el fruto del maracuyá.

3.1.2.4. Desinfectantes o fungicidas. Sobre este punto, de Arruda et al. [17] identificaron el uso de un fungicida a base de procloraz, el cual mostró reducción en la incidencia de la podredumbre, inhibiendo el crecimiento del micelio en el pedúnculo de la fruta de maracuyá. Igualmente, se aplicaron desinfectantes a base de Hipoclorito Orgánico e Hipoclorito Inorgánico, ambos combinados con el manejo de temperaturas de 6, 10, 15 y 20°C, con una humedad relativa de 90 % durante un periodo de 4, 7, 14 y 21 días.

El uso de la tecnología de refrigeración combinada con desinfectantes posibilita la conservación de fruta reduciendo su tasa de respiración, lo cual lo hace un sistema eficaz para la disminución de la podredumbre. Las características fisicoquímicas no se vieron afectadas durante todo el tiempo de almacenamiento a 6 y 10 °C, mientras que a 15 y 20°C sí se presentaron fluctuaciones en los contenidos de Sólidos Solubles Totales (SST). La temperatura ambiente no es muy indicada para la conservación de frutas, dado que esta promueve el aumento de la tasa de respiración y producción de etileno, que son los principales factores para la oxidación y la alteración fisicoquímica [17].

3.1.3. Recubrimientos. Se realizaron estudios empleando recubrimientos a base de carnauba en maracuyá y gulupa. Tales recubrimientos poseen propiedades mecánicas, lo que genera una barrera frente al transporte de gases [18]. Estas ceras, fueron utilizadas en conjunto con la tecnología de empaques; así, se identificaron efectos en la conservación, reduciendo la pérdida de peso y mejorando la apariencia. En todos los casos, el uso de estas tecnologías aportó efectos positivos en cuanto a la vida útil de las frutas. Asimismo, la aplicación de las ceras fue por el método de inmersión (se garantiza el total recubrimiento del fruto, a diferencia de la aspersión, que puede ser volátil y no llegar al fruto totalmente), reposo y posterior almacenamiento, aplicando temperaturas entre 6°C y 15°C [19].

En el caso de la gulupa, se identificó el uso de ceras a base de parafina y ceras de marcas registradas, en lo que se identificaron efectos positivos en cuanto a las características fisicoquímicas, tales como Sólidos Solubles Totales y Vitamina C. En contraste, la aplicación de un choque de frío, a temperaturas de -2°C, afectó la vida útil de los frutos, presentando laceraciones en su epidermis [20]. El manejo de AC en el maracuyá, combinándolos con recubrimientos (ceras), evita la deshidratación por la reducción de la tasa respiratoria del fruto, aumentando el tiempo de vida útil y conservando la de su fragancia [21].

3.1.4. Refrigeración. La aplicación de esta tecnología consiste en mantener constantemente la temperatura de refrigeración (0°C hasta los 10°C) de las frutas. Esto permite la reducción del proceso metabólico de maduración, reduce la respiración y los cambios fisiológicos como la oxidación, mostrando “más tiempo su turgencia y volumen” característico de la fruta. En el caso de la refrigeración entre 4 y 7 °C en la curuba (*Passiflora mollissima* Bailey), se redujo la respiración y la transpiración, lo cual posibilita su conservación por mucho más tiempo.

Cuando se le interrumpe el sistema de refrigeración, se aconseja no dejar por más de 4 semanas a temperatura ambiente (16°C) [22], pues así aumenta su proceso de respiración y transpiración. En el manejo de la antracnosis, que es una de las principales enfermedades que ataca a los frutos de maracuyá por causa del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, la aplicación de la cadena de frío a 5°C con una humedad relativa de 90 % permitió una disminución del índice de proliferación del microorganismo. [23]. Las combinaciones con otras técnicas (AC, AM y conservantes químicos) fueron fundamentales para la preservación de la y el aumento de la vida útil, porque la síntesis de etileno se reduce, así como su acción en el metabolismo del fruto.

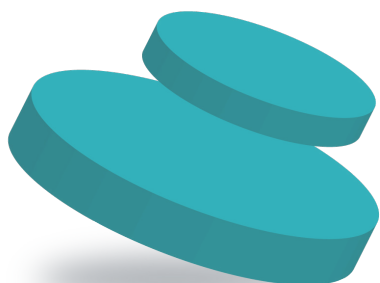
3.1.5. Aceites esenciales. Dentro de las publicaciones se encuentran aceites esenciales extraídos de plantas como pasto-limón, propóleo, Cymbopogon, soya, romero, nim, copaiba, copal, *Coriandrum sativum*, *C. flexuosus* y *Lippia alba*. En estos aceites se han encontrado sustancias que pueden poseer actividad antimicrobiana, tales como el decenol, decanol, dodecanal y dodecanol, los cuales también aportan actividad antifúngica, que hace posible combatir positivamente el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. De la misma manera, ayudan a reducir la pérdida de masa de la fruta durante el periodo de almacenamiento.

Estos aceites esenciales pueden ser utilizados como tecnología de recubrimiento, lo que, además, ayuda a extender la vida útil de la fruta [24]. Por el contrario, el uso del aceite de copal y de jatobá no fue eficaz para combatir el patógeno que causa la enfermedad de la antracnosis que ataca al maracuyá y diversos frutos pasifloráceos, debido a que en su composición fenólica no se encontraron componentes activos antimicrobianos [25].

3.1.6. Tratamiento hidrotérmico. Se caracteriza por la inmersión de las frutas en aguas que están a temperaturas a más de 30°C por un tiempo determinado; esto se hace con el objetivo de reducir la expresión de infecciones latentes de organismos [23]. Se encontró que para la aplicación de esta tecnología se deben considerar aquellos frutos que no cuenten con daños mecánicos, defectos o síntomas de enfermedades, debido a que las temperaturas altas les pueden causar laceraciones y, por consiguiente, no podría ser útil para una posible comercialización [26].

En el estudio realizado al maracuyá por De Campos et al. (2005) [28] se emplearon temperaturas de 35°C, 43°C y 53°C, cada una con tiempos de 2, 4 y 2 horas, respectivamente. De este modo, se identificó que la condición adecuada para conservar las características fisicoquímicas de las frutas es la de 35°C y 2 horas, y que a temperaturas mayores a 40°C los compuestos como la vitamina C se pueden ver afectados [2]. Esta tecnología se combinó con otras tecnologías (conservantes químicos y empaques), lo que favoreció aspectos de tipo fisiológico, pero afectó negativamente otras propiedades, como Sólidos Solubles y Vitamina C, por causa de lo ya expuesto sobre su desnaturalización y/o destrucción, lo que permite pensar que se deben ampliar los estudios sobre las relaciones entre estas tecnologías. El tratamiento hidrotérmico a 47°C aplicado al maracuyá, antes de ser empacados en PVC y bolsas de polietileno de baja densidad, afectan las concentraciones de los gases en el interior del empaque porque la incidencia de la alta temperatura de la fruta puede aumentar la concentración del CO₂ y, por ende, la del etileno, lo cual favorece la proliferación microbiana y aumenta la respiración de los frutos; sin embargo, las propiedades fisicoquímicas no se vieron afectadas [26].

3.1.7. Temperatura ambiente. Este tipo de almacenamiento se ha caracterizado por ser el que más se emplea debido, en gran parte, al bajo costo y al desconocimiento de tecnologías apropiadas. Con esta tecnología se realizaron estudios al maracuyá, exponiendo el fruto a temperaturas entre 20°C y 35°C como método de conservación de frutas climatéricas; así, se genera gran influencia en la actividad fisiológica y la composición fisicoquímica de estos, pues la parte externa del maracuyá se ve afectada, pero su parte comestible permanece intacta. En los frutos como la gulupa, tiende a subir la actividad antioxidante, no obstante, los contenidos de vitamina C y de carotenoides presentan un comportamiento inestable [27, 29].



04

CONCLUSIONES

No hay una constante ni un alto número de estudios llevados a cabo que estén relacionados con la aplicación de tecnologías poscosecha a las pasifloras; apenas en 1996 apareció el primer artículo y se observó que en los años 2011 y 2012 se presentó el mayor número de publicaciones, con seis (6) cada uno. Posterior a esas fechas se ha tenido una tendencia a la baja hasta el año 2018. La fruta que más se ha estudiado es el maracuyá, siendo esta de mayor impacto en la comercialización por la demanda internacional que se debe a su apetecido jugo concentrado, su particular sabor ácido y su excelente aroma. A esta fruta le sigue la gulupa y cierran la granadilla y la curuba. El estudio reveló que la combinación entre tecnologías poscosecha, como es la aplicación de refrigeración con atmósferas controladas, refrigeración con conservantes químicos y empaques con refrigeración, se mostraron como sistemas más eficaces que al ser evaluados individualmente. Sin embargo, es la tecnología de empaques la que más se ha estudiado, debido al bajo costo que toma implementarla en la industria, seguida de la refrigeración y los recubrimientos.

Esta investigación permitió identificar, describir y establecer información útil de las investigaciones acerca de tecnologías poscosecha que se han realizado a las frutas del género de las pasifloras a nivel mundial. Esto hará posible aportar un apoyo para comunicar a los grupos y centros de investigación de interés, la información para que evalúen la probabilidad de seguir estudiando sobre este tema, haciendo énfasis sobre el efecto en la vida útil de estos frutos.

05 REFERENCIAS

- [1] Corporación Colombia Internacional. 2003. Maracuyá - Perfil del producto No. 19 (Bogotá, D. C.: Ministerio de Agricultura y desarrollo Social de Colombia).
- [2] Miranda D, Fischer G, Carranza C, Magnitskiy S, Piedrahíta W y Flórez L E 2009 Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba (Bogotá, D. C.: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas) p. 358.
- [3] Agronet 2017 Producción de pasifloras en Colombia. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>. (Consulta del 20 de febrero de 2019).

- [4] Ocampo J, Rodríguez A, Puentes A, Molano Z y Parra M 2015 El cultivo de la cholupa (*pasiflora maliformis* L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana. (Neiva: Corporación Centro de Desarrollo de Pasifloras – Cepass) p. 52.
- [5] Arango B, Tamayo L y Fadul A 2012 Vigilancia Tecnológica: Metodología y Aplicaciones. *Rev Electr Gest Pers y Tec* 5(13).
- [6] Scopus 2019 Base de datos bibliográfica de resúmenes y revistas de artículos científicos. Recuperado de <https://www.scopus.com/home.uri> (consulta del 8 de marzo de 2020).
- [7] Scielo 2019 Scientific Electronic Library Online. Recuperado de <https://scielo.org/es/> (consulta del 8 de marzo de 2020).
- [8] Redalyc 2019 Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://www.redalyc.org/> (consulta del 8 de marzo de 2020).
- [9] Fernández, S. M. 2016. Análisis de la Competitividad de las frutas exóticas caso maracuyá y granadilla como oportunidad de negocio en el mercado mexicano [tesis de especialización] (Bogotá, D. C.: Fundación Universidad de América) p. 53.
- [10] Ocampo J y Wyckhuys K 2012 Tecnología para la producción del cultivo de la gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims) en Colombia (Bogotá, D. C.: Centro de Biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical y Ministerio de Agricultura y Desarrollo) p. 68.
- [11] Owino W O, Yumbya P, Shibairo S y Ambuko J. 2016. Efficacy of Activebag® packaging on postharvest quality of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) *Act Horticult* 1120 85-90.
- [12] Díaz R O, Moreno L, Pinilla R, Carrillo W, Melgarejo L M, Martínez O, Fernández-Trujillo J P y Hernández M. S. 2012. Postharvest behavior of purple passion fruit in Xtend® bags during low temperature storage *Act Horticult* 934727-731.
- [13] Cerqueira F, de Resende E, Martins D, dos Santos J y Cenci S. 2011. Qualidade do maracujá-amarelo armazenado sob refrigeração em atmosfera controlada *Ciênc Tecnol Aliment* 31 534-540.
- [14] Baraza A, Ambuko J, Kubo Y. y Owino W. O. 2012. Effect of agro-ecological zone and maturity on the efficacy of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in extending postharvest life of purple passion fruits (*Passiflora edulis* Sims) *Act Horticult* 1007 73-80.
- [15] Aular J, Ruggiero C y Durigan J. 2001. Efecto de la envoltura plástica y el tiempo de almacenamiento sobre el comportamiento poscosecha de frutos de parchita maracuyá *Bioagro* 13(1) 17-19.
- [16] Da Silva A y Lopes R. 2000. Alterações nas características físicas do maracujá-doce submetido à imersão em solução de cloreto de cálcio *Food Sci Technol* 20(1) 56-59.
- [17] De Arruda M C, Fischer I, Marques E, Moraes M y Lourenço B. 2011. Postharvest of yellow passion fruit: Effect of chemicals and storage temperature [Efeito de produtos químicos e temperaturas de armazenamento na pós-colheita de maracujá-amarelo] *Semina: Cienc Agr* 32(1) 201-208.
- [18] Schotsmans, W C y Fischer, G. 2011. Passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). En Yahia E *Passion fruit (Passiflora edulis Sim.)*. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits (Cambridge: Woodhead Publ.) pp. 125-142.
- [19] Hafle O M, Costa A C, dos Santos V y Moreira R. A. 2010. Características físicas e químicas do maracujá-amarelo tratado com cera e armazenado em condição ambiente *Rev Bras Ciênc Agrár* 5(3) 341-346.
- [20] Da Mota W, Chumhum L, Lacerda C, Polete G y De Melo L. 2006. Uso de cera de carnauba y saco plástico poliolefinico en conservación poscosecha del maracuyá amarillo *Rev Bras Frutic* 28 190-193.
- [21] Einhardt P, Madruga C y De Andrade S. B. 2017. Ácido Salicílico na Conservação Pós-Colheita de Frutos de *Physalis peruviana* L *Rev Iber Tecnol Postcos* 18(1) 53-59.
- [22] Botía Y C, Almanza P y Balaguera H. E. 2008. Efecto de la temperatura sobre la maduración complementaria en Curuba (*Passiflora mollissima* Bailey) *Rev U.D.C.A A & Div Cient* 11(2) 187-196.
- [23] Bautista S, Hernández A N, Velázquez del Valle M G, Hernández M, Ait E, Bosquez E y Wilson C. L. 2005. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities *Crop Protection* 25(2) 108-118.
- [24] Crivelari M, Passos F, Queiroz F, Alves S, Luiz W y Guimarães V. 2017. Extracto de propóleo en la conservación de la Maracuyá amarillo poscosecha *Interciencia* 42(5) 320-323.
- [25] De Araujo S, De Moura W, Andrade R, Lustosa C y Lima S. 2014. Controle pós-colheita da antracnose do maracujazeiro: amarelo com aplicação de óleo de copaíba *Rev Bras Frutic* 36(2) 509-514.
- [26] Anaruma N, Schmidt F, Teixeira M, Figueira G, Delarmelina C, Benato E y Sartoratto A. 2010. Control of *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) Sacc. In yellow passion fruit using *Cymbopogon citratus* essential oil *Braz J Microbiol* 41(1) 66-73.
- [27] Franco G, Cartagena J R, Correa G, Rojano B y Piedrahita A. M. 2014. Actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis* Sims (Gulupa) durante la poscosecha *Rev Cubana Plant Med* 19(3) 154-166.
- [28] De Campos A, Manoel L, Damatto E, Lopes R, Leonel S y Evangelista R. 2005. Tratamiento hidrotérmico en el mantenimiento de la calidad poscosecha de maracuyá amarillo *Rev Bras Frutic* 27 383-385.
- [29] Ortiz D. 2010. Estudio de la variabilidad genética en materiales comerciales de gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) en Colombia [tesis de maestría] (Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia) p. 118.

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE ALGORITMOS DE REGRESIÓN USANDO SCIKIT-LEARN.

A. Florian¹ y J. Vélez²

¹ Red Tecnoparque Colombia, Nodo Medellín, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Colombia.

² Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

Palabras claves: Aprendizaje profundo, algoritmos de aprendizaje, predicción, optimización.

RESUMEN

El aprendizaje automático y el aprendizaje profundo son actualmente áreas de investigación extremadamente activas, ya que permiten proyecciones y estimaciones de variables basadas en datos históricos y la ejecución de algoritmos matemáticos; estos algoritmos están especializados para realizar regresiones, clasificación, predicción u otras aplicaciones donde se utilizan grandes volúmenes de datos y se requieren decisiones con un alto margen de precisión [1]. La gran cantidad de datos disponibles en la actualidad brinda grandes oportunidades y el potencial transformador de diferentes sectores como medicina, banca, ingeniería, deportes, entre otros; pero también presentan grandes desafíos en el uso efectivo de la información, ya que un análisis deficiente o erróneo de los datos conduce a una toma de decisiones equivocada. A medida que los datos crecen, el aprendizaje profundo toma un papel protagonista en el análisis y solución de problemas con un alto grado de complejidad que en un entorno natural no son fáciles de resolver porque presentan matices que solo con el uso de algoritmos de aprendizaje profundo se pueden observar. [2]. Las mejoras en el poder computacional, los grandes volúmenes de información, el almacenamiento rápido de datos y la paralelización han contribuido al análisis y la predicción de Big Data en áreas como la predicción de precios, el análisis de imágenes médicas, el control del tráfico e incluso el estudio del rendimiento del equipo de fútbol, entre muchas otras. Con todo lo anterior, se da una idea de la importancia actual de esta área de la ciencia y lo pertinente que es trabajar en este tema [3].

Python es un lenguaje de programación interpretado, orientado a objetos, multimodal el cual en la actualidad es un lenguaje de programación usado por desarrolladores, ingenieros y científicos de diferentes áreas, entre las que se destaca los analistas de datos tanto en el área financiera, como en la medicina y muchos otros campos, este lenguaje cuenta con una gran cantidad de herramientas entre las que se destaca scikit-learn que integra una amplia gama de algoritmos de aprendizaje automático de última generación para resolución de problemas supervisados y no supervisados; todo esto, aunado a la rápida incorporación de la tecnología con su poder predictivo y su capacidad para generar funciones optimizadas, ha hecho que el aprendizaje profundo haya despertado un interés creciente en la generación de modelos analíticos basados en datos [4].

El aprendizaje profundo y Big data son las dos tendencias más populares en el mundo digital con un rápido crecimiento, gracias a la amplia disponibilidad de datos que son incluso difíciles de administrar y analizar. Esta gran cantidad de datos ha conducido a un cambio dramático de paradigma en la investigación científica y el descubrimiento basado en datos [5]. El análisis de Big data ofrece un gran potencial para revolucionar aspectos de nuestra sociedad, es por esto que los diferentes modelos de análisis de información hoy toman gran importancia [6]; basado en todo lo anterior, surge este documento donde se hace un análisis comparativo de algunas técnicas de regresión lineal aplicada al análisis de datos, haciendo uso de las herramientas que ofrece Python y sus bases de datos (datasets - boston), en este documento se presentan resultados del entrenamiento de modelos de aprendizaje automático como lo son: regresión lineal, regresión múltiple, regresión lineal polinomial y vectores de soporte. Estas técnicas se aplicarán a la misma base de datos y se analizarán los resultados obtenidos para luego concluir sobre el ajuste y desempeño de cada una de ellas a este tipo de datos.

modelo para replicar los resultados de la regresión. El rango de R^2 está entre 0 y 1, siendo 1, el resultado más óptimo para el entrenamiento del sistema [8].

Las Máquinas de Vectores Soporte (MVS) son sistemas de aprendizaje que utilizan como hipótesis funciones lineales en espacios característicos de grandes dimensiones [13], las MVS pertenecen a la categoría de los clasificadores lineales, ya que inducen separadores lineales llamados hiperplanos. La idea es seleccionar un plano de separación que equidista de los datos más cercanos para formar el margen máximo de cada hiperplano y, de esta manera, dar solución a los problemas de clasificación binaria y demás problemas de clasificación y regresión [14].

Los modelos de regresión polinomial (RLP) se usan cuando la variable de respuesta muestra un comportamiento no lineal. Los estimadores de los parámetros del modelo polinomial se obtienen por el método de los mínimos cuadrados, la RLP produce un polinomio que describe la relación entre cualquier conjunto de entradas y la salida correspondiente [10], en este método se crea una función basada en un polinomio de n-ésimo grado, tomando la suma de los cuadrados de los residuos y su derivada con respecto a cada uno de los coeficientes se puede obtener un sistema de ecuaciones [11]. El sistema puede reducirse hasta encontrar un polinomio de grado m con mínimos cuadrados, resolviendo un sistema de m+1 ecuaciones lineales simultáneas.

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx^m \quad (8)$$

$$s_r = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1x - a_2x_i^2 - \dots - a_mx_i^m)^2 \quad (9)$$

Una de las técnicas usadas para medir la precisión del modelo de regresión lineal (RL) es la determinación del coeficiente de determinación R^2 , el cual calcula la calidad del

2.1 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

El objetivo de un modelo de regresión es tratar de explicar la relación que existe entre una variable dependiente (variable respuesta) y un conjunto de variables independientes (variables explicativas) $x_1, \dots, x_n$ se busca una función que sea una buena apro-

ximación de una nube de puntos (x_i, y_i) , mediante una línea, modelo de regresión lineal se puede expresar de la siguiente manera:

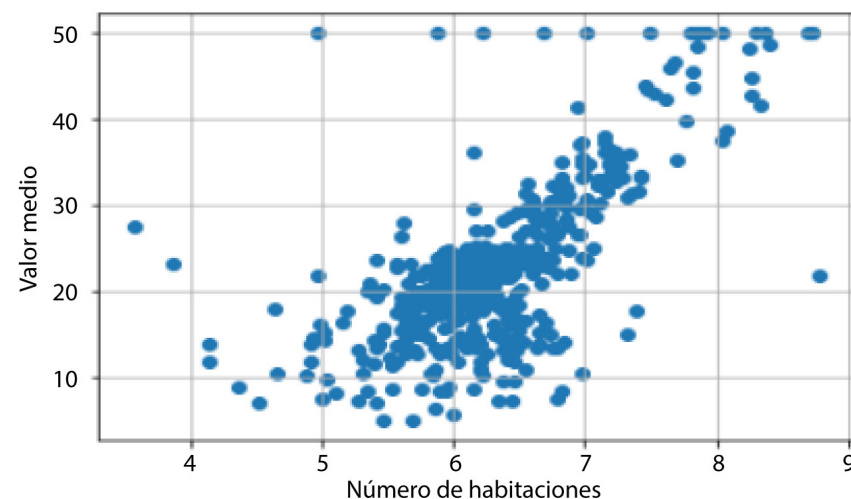
$$y = \alpha + \beta x + \epsilon \quad (1)$$

En donde α es la ordenada en el origen, β es la pendiente de la recta, ϵ una variable que incluye diferentes factores, cada uno de los cuales influye en la respuesta sólo en pequeña magnitud, a la que llamaremos error. x & y son variables aleatorias, por lo que no se puede establecer una relación lineal exacta entre ellas. Para hacer una estimación del modelo de regresión lineal simple, trataremos de buscar una recta de la forma:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x \quad (2)$$

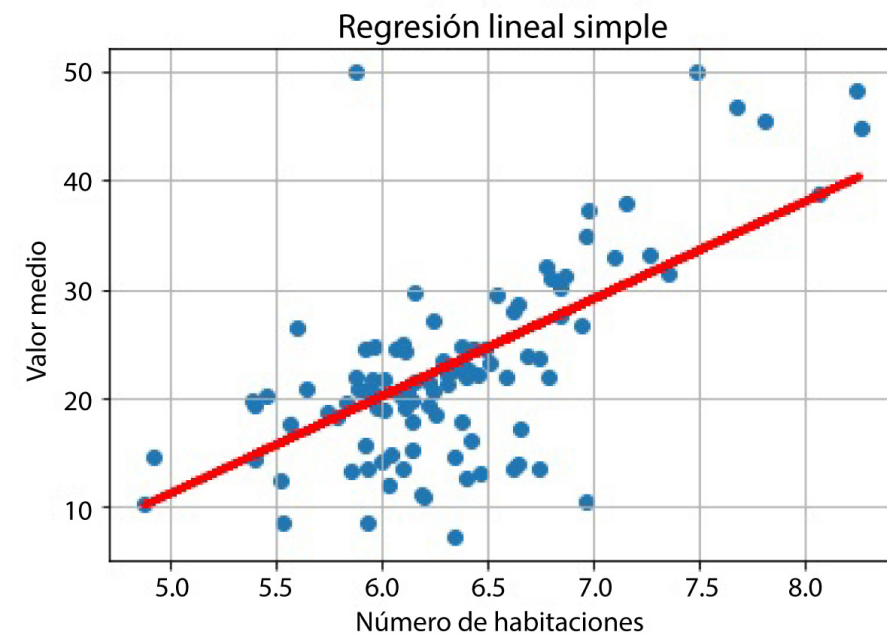
Tal que se ajuste lo mejor posible a la nube de puntos analizada [7].

Como se mencionó anteriormente, en este trabajo se realizará un análisis comparativo del rendimiento de algunas de las técnicas de regresión lineal (RL), y como ejemplo para esto, se toma una base de datos de la librería sklearn de Python la cual tiene entre sus parámetros los precios de las casas en Boston Estados Unidos, usando como criterio el número de habitaciones con que cuenta la vivienda. La gráfica 1 muestra de manera ilustrativa la base de datos.



Gráfica 1. Representación gráfica de la base de datos

Con esta base de datos se entrenará cada uno de los modelos, con el fin de analizar el rendimiento ante este tipo de información. En primer lugar, se ejecutará un algoritmo de regresión lineal simple y se procederá a calcular el coeficiente de determinación R^2 para determinar de manera cuantitativa como se ajusta este sistema a una base de datos de este tipo, como se observa en la gráfica 2 la cual muestra cómo se ajusta un modelo de RL simple a los datos en estudio.



Gráfica 2. Entrenamiento sistema RL

Datos del modelo:

Valor de la pendiente: 8.78979

Valor de la intersección: -32.91017

La ecuación de regresión lineal es:

$$\hat{y} = 8.78979$$

$$\hat{x} = -32.91017$$

La precisión del algoritmo es: 0.44225

Una de las técnicas usadas para medir la precisión del modelo de RL es la determinación del coeficiente de determinación R^2 , el cual calcula la calidad del modelo para replicar los resultados de la regresión. El rango de R^2 está entre 0 y 1, siendo 1 el resultado esperado del entrenamiento del sistema [8]; lo anterior, brinda criterios de evaluación

sobre el desempeño del modelo ante este problema específico, con base en la teoría previamente descrita y los resultados obtenidos, se observa que al entrenar el modelo de RL con estos datos resulta una precisión de 0.442 en la escala del coeficiente de determinación. A todas luces se puede distinguir que este no es un buen desempeño de la RL para ajustarse a este tipo de datos, razón por la cual se debe recurrir al uso de otras técnicas de machine learning que puedan ajustarse mejor, con base en lo antes observado se procederá a ajustar el modelo de regresión lineal múltiple con el fin de determinar su desempeño ante este tipo de información.

El entrenamiento del modelo de RLM para este tipo de datos muestra un comportamiento mejor que el modelo de RL, esto puede ser observado en la precisión del modelo de RLM el cual es más cercano a la unidad; si bien la RLM presenta un mejor comportamiento que la RL, esto no significa que este modelo sea el más apropiado para estos datos, ya que la precisión sólo alcanza un poco más del 50% del valor máximo de precisión posible al que puede llegar este tipo de modelo.

$$y = \beta_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k + u \quad (3)$$

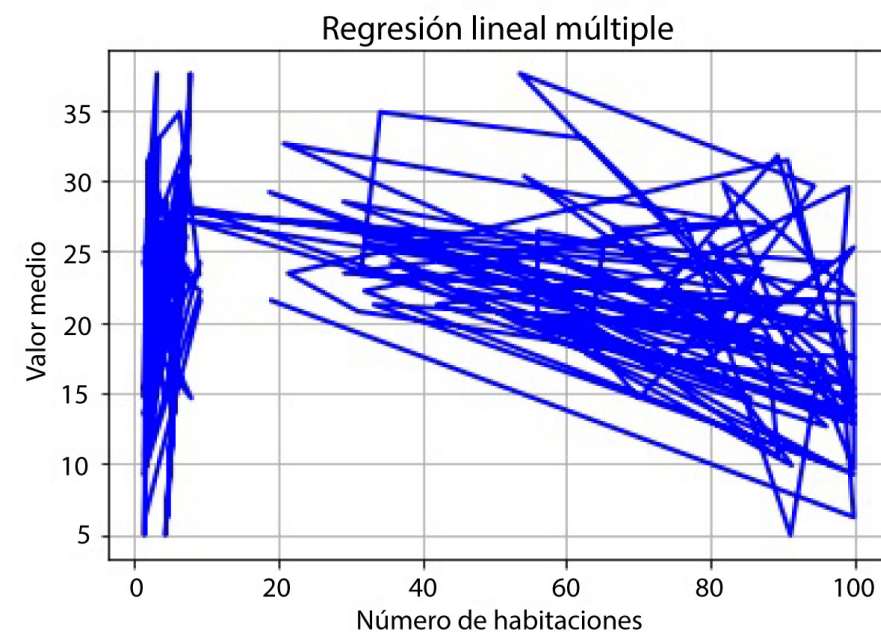
Los parámetros β son desconocidos.

$$\mu_y = \beta_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k \quad (4)$$

De acuerdo con (3) μ_y es una función lineal en los parámetros $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_x$. Ahora, supongamos que tenemos una muestra aleatoria de tamaño $n, \{y_i, x_{2i}, x_{3i}, \dots, x_{ki}; \text{ con } i = 1, 2, 3, \dots, n\}$ extraída de la población estudiada. Si expresamos el modelo poblacional para todas las observaciones de la muestra, se obtiene el siguiente sistema:

Este sistema de ecuaciones puede expresarse de una forma matricial.

Este sistema se puede expresar de manera general como lo muestra la ecuación (7).



Gráfica 3. Entrenamiento sistema RLM

Donde y es un vector $n \times 1$, x una matriz $n \times k$, β es un vector $k \times 1$ y u es un vector $n \times 1$ [9].
La RLM es otra herramienta con la cual se cuenta para hacer análisis de regresión y predicción, tal que se pueda tomar decisiones para la compra de vivienda o especulación de precios de productos con algunas características especiales que se puedan ajustar a este tipo de datos, en la gráfica 3 muestra el comportamiento de modelo de RLM aplicado a la base de datos en análisis.

Valor de las pendientes

$A = [8.16924076, -0.1042, -0.48172265]$

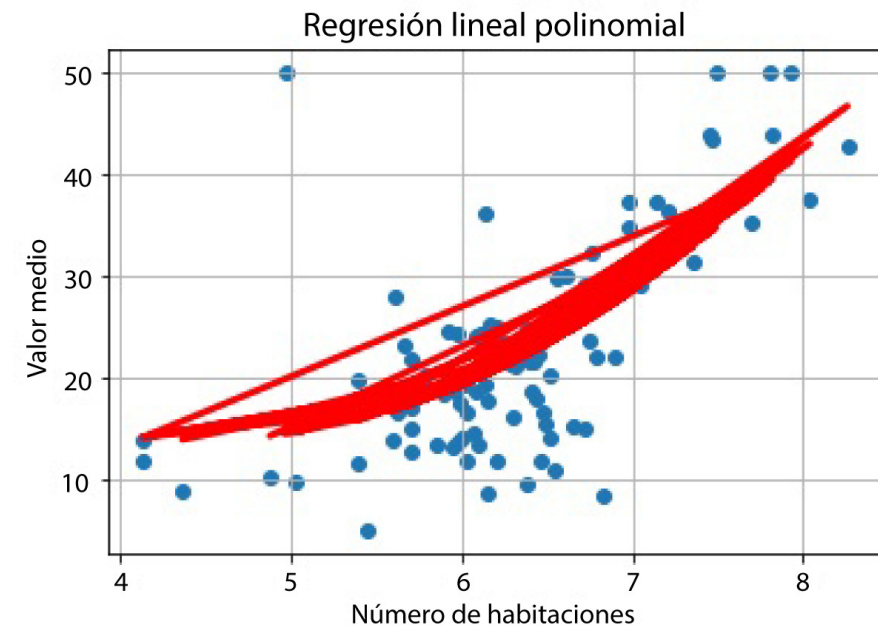
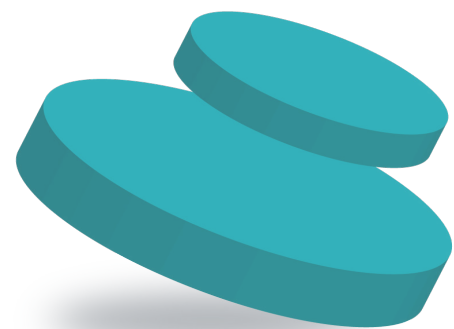
Valor de la intersección o coeficiente

$B = -19.90609$

La precisión del Algoritmo es: 0.522675

2.3 REGRESIÓN LINEAL POLINOMIAL

El modelo de regresión polinomial se ajusta a relaciones no lineales entre el valor de x (número de habitaciones) y la correspondiente media condicional de y (valor medio de venta) que son los datos usados para el análisis de este trabajo. La regresión polinómica se ajusta a modelos no lineales, a datos y a problemas de estimación estadística, es lineal en el sentido de que la función de regresión $E(y|x)$ es lineal en los parámetros desconocidos que se calculan a partir de los datos [12], es por esta razón que se entrena el sistema y se entregan los resultados en este documento, tal y como se muestra en la gráfica 4, con el fin de comparar su rendimiento y precisión con respecto a los métodos de regresión anteriormente analizados.



Gráfica 4. Entrenamiento sistema RLP

Valor de la pendiente o coeficiente A es:

$[0.0, -21.74734527, 2.37548685]$

Valor de la intersección o coeficiente B es: 64.1397

Precisión del modelo es: 0.548958

A medida que se utilizan modelos que se ajustan más a datos con alta dispersión y algún grado de no linealidad, es preciso la implementación de modelos que sean flexibles y adaptables, como se observa el modelo de RLP se ajusta de una mejor manera a los datos de entrenamiento, lo cual se refleja en la precisión del modelo que es algo mejor que la de los modelos anteriormente estudiados, esto podría dar indicios de que para este tipo de datos se deba usar la RLP en lugar de la RL y las RPM.

2.4 MÁQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE (MVS)

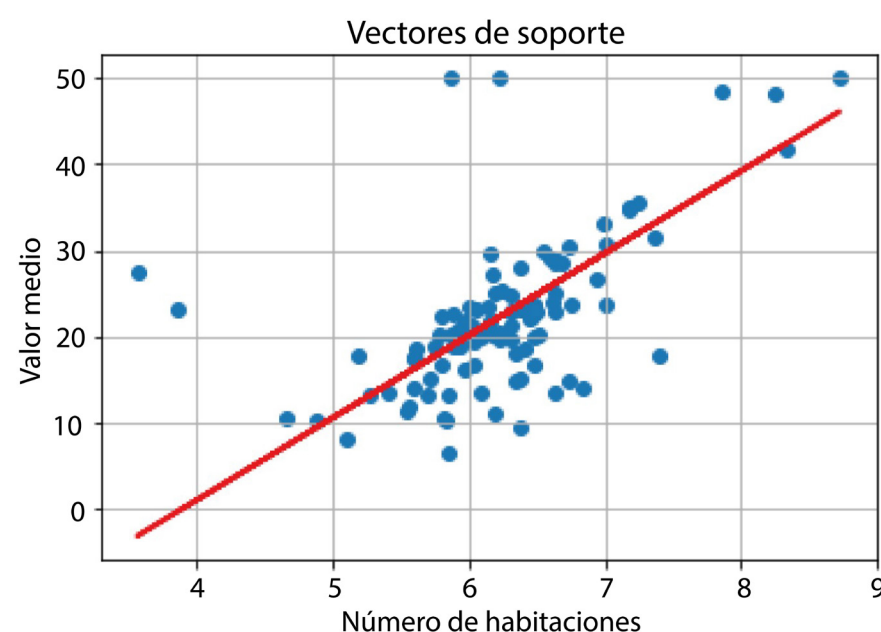
Dados los datos de entrenamiento y sus etiquetas correspondientes $(x_n, y_n), n = 1, \dots, N, x_n \in R^D, y_n \in \{-1, +1\}$, el aprendizaje de las MVS consiste en la siguiente optimización restringida:

$$\frac{1}{2}W^T W + C \sum_{n=1}^N \xi_n \quad (10)$$



ξ_n son variables flojas que penalizan los puntos de datos que violan los requisitos de margen. Tenga en cuenta que podemos incluir el sesgo aumentando todos los vectores de datos x_n con un valor escalar de 1. El problema de optimización no restringido correspondiente es el siguiente:

$$\frac{1}{2}W^TW + C \sum_{n=1}^N \max(1 - W^Tx_n t_n, 0) \quad (11)$$



Gráfica 5. Entrenamiento sistema MVS

03 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Como resultado de este trabajo se aprecian las mejoras en el poder computacional. La paralelización en el manejo de información ha contribuido al análisis de datos en áreas como la predicción de precios, el análisis de imágenes médicas, el control del tráfico, entre muchas otras. Lo anterior, da una idea de la importancia de las nuevas

técnicas de inteligencia artificial y la relevancia que tiene en los diferentes campos de la ciencia y la tecnología moderna.

Las MVS son una alternativa más en los sistemas de aprendizaje supervisado que se pueden utilizar en diferentes aplicaciones de aprendizaje automático y con diferentes tipos de datos, para este caso en particular, se entrenó el modelo tal y como hizo en los casos previamente estudiados. Se analizó su precisión utilizando el coeficiente de determinación R^2 que es una métrica apropiada para estos sistemas de regresión lineal, la cual arrojó que la precisión del modelo para este tipo de datos es de: 0.526243. Esto se hace visible en la gráfica 5, donde se muestra que muchos puntos de prueba quedan por fuera de la línea de regresión, evidenciando la razón por la cual la precisión de la MVS para esta aplicación es de poco más del 50%, valor que está significativamente lejos de la unidad que es el objetivo de un modelo de regresión, dado que esto indicaría que el modelo se ajusta completamente a los datos y que todas sus predicciones serían acertadas, cosa que no aplicaría en este caso debido a que este modelo daría una incertidumbre en la predicción de 50%, valor que es realmente bajo si se quiere tomar algún tipo de decisión basado en este modelo.

Por otro lado, el entrenamiento del modelo de RLM para este tipo de datos muestra un comportamiento mejor que el modelo de RL, esto puede ser observado en la precisión del modelo de RLM el cual es más cercano a la unidad; si bien la RLM presenta un mejor comportamiento que la RL, esto no significa que este modelo sea el más apropiado para estos datos, ya que la precisión sólo alcanza un poco más del 50% del valor máximo de precisión posible al que puede llegar este tipo de modelo.

04 CONCLUSIONES

El aprendizaje profundo y Big Data son las dos tendencias más populares en el mundo digital con un rápido crecimiento, gracias a la amplia disponibilidad de datos y a la necesidad de tener información depurada y analizada para la toma de decisiones en diferentes áreas de la ciencia, la economía y hasta en el sector de la salud.

Los diferentes modelos de regresión representan un papel muy importante en el análisis preliminar de datos y modelos de aprendizaje supervisado, ya que con estos se puede tener una idea general del comportamiento de la información en análisis, sus tendencias y sus posibles variaciones futuras.

Es de vital importancia contar con herramientas que permitan valorar el comportamiento, la precisión y demás parámetros de calidad de los modelos de aprendizaje automático dado que, del resultado del ajuste de estos, se tomarán decisiones que podrían afectar el futuro de una empresa, mejorar el tráfico de una ciudad y hasta salvar vidas.

Basados en las simulaciones, resultados y conclusiones alcanzadas en este documento, se propone como trabajos futuros, realizar estudios de otras técnicas de aprendizaje automático con el fin de encontrar modelos que puedan ser más apropiados para el tipo de datos anteriormente analizados, además de aplicar otro tipo de métricas de calidad a los modelos de aprendizaje automático que brinden más información sobre el rendimiento y demás parámetros de los modelos.

05 REFERENCIAS

- [1] H. A. B. González, “Aplicación del análisis de regresión lineal simple para la estimación de los precios de las acciones de Facebook, Inc,” REICE Rev. Electrónica Investig. En Cienc. Económicas, vol. 5, no. 10, Art. no. 10, 2017, doi: 10.5377/reice.v5i10.5535.
- [2] X.-W. Chen and X. Lin, “Big Data Deep Learning: Challenges and Perspectives,” IEEE Access, vol. 2, pp. 514–525, 2014, doi: 10.1109/ACCESS.2014.2325029.
- [3] Y. Tang, “Deep Learning using Linear Support Vector Machines,” ArXiv13060239 Cs Stat, Feb. 2015, Accessed: May 27, 2020. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1306.0239>.
- [4] F. Pedregosa et al., “Scikit-learn: Machine Learning in Python,” Mach. Learn. PYTHON, p. 6.
- [5] J. Lin and A. Kolcz, “Large-scale machine learning at twitter,” in Proceedings of the 2012 international conference on Management of Data - SIGMOD '12, Scottsdale, Arizona, USA, 2012, p. 793, doi: 10.1145/2213836.2213958.
- [6] B. Panda, J. S. Herbach, S. Basu, and R. J. Bayardo, “PLANET: massively parallel learning of tree ensembles with MapReduce,” Proc. VLDB Endow., vol. 2, no. 2, pp. 1426–1437, Aug. 2009, doi: 10.14778/1687553.1687569.
- [7] “Diseño Experimental.” <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000352/index.html> (accessed Jun. 11, 2020).
- [8] “Correlacion.” http://www.sachile.cl/upfiles/revistas/54e63a1a778ff_15_correlacion-2-2014_edit.pdf (accessed Jun. 12, 2020).
- [9] E. Uriel and U. de Valencia, “3 Regresión lineal múltiple: estimación y propiedades,” p. 38.
- [10] J. M. A. Gómez, R. A. A. Córdova, and Y. A. I. Salinas, “Estimación del factor K en

transformadores de distribución usando modelos de regresión lineal,” R A, vol. 20, no. 48, p. 13, 2016.

[11] H. Yue, E. G. Jones, and P. Revesz, “Local Polynomial Regression Models for Average Traffic Speed Estimation and Forecasting in Linear Constraint Databases,” in 2010 17th International Symposium on Temporal Representation and Reasoning, Paris, France, Sep. 2010, pp. 154–161, doi: 10.1109/TIME.2010.24.

[12] J. E. G. Barajas, “Método de regresión polinomial aplicado a la estimación de la señal de referencia de un sistema de filtrado adaptativo por cancelación para el tratamiento del desplazamiento de la línea de base del electrocardiograma,” vol. 1, no. 1, p. 10, 2009.

[13] L. G. Abril, “Modelos de Clasificación basados en Máquinas de Vectores Soporte,” p. 20.

[14] E. J. C. Suárez, “Tutorial sobre Máquinas de Vectores Soporte (SVM),” p. 27.



ANÁLISIS DE RIESGOS Y VULNERABILIDADES DE SEGURIDAD INFORMÁTICA APLICANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL ORIENTADO A INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.

J.J. Castro-Maldonado^{1,2,3}, H.F. Villar-Vega¹, K. Marin-Ayala¹,
K. Duarte-Herrera¹ y V. Giraldo-García¹

¹ Grupo de Investigación en Gerencia y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología-GIGAT, Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín-Colombia.

² Universidad Benito Juárez. Puebla-México.

³ Institución Universitaria UNINPAHU. Bogotá-Colombia.

jcastrom@sena.edu.co; hvillar@sena.edu.co

Palabras clave: Seguridad Informática, Deficiencias, Riesgos, Vulnerabilidades.

RESUMEN

La seguridad informática se ha presentado como un instrumento primordial al momento de salvaguardar el activo más importante en las actuales organizaciones como son los datos y la información, debido a su valor dentro de una adecuada gestión del conocimiento. En ese sentido, las instituciones de educación superior deben manejar de forma responsable la información de los actores que en ella se interrelacionan, como son los estudiantes, docentes y personal administrativo. Este artículo tiene como objetivo principal presentar una investigación documental realizada para explorar las deficiencias, riesgos y vulnerabilidades en seguridad informática que poseen diferentes organizaciones, en especial las instituciones de educación superior. Este trabajo de investigación está enmarcado dentro de la corriente epistémica del positivismo, aplicando el método hipotético deductivo, con enfoque cualitativo, orientado a desarrollar un trabajo de investigación de corte exploratorio que propone abordar la situación sobre los métodos, técnicas y estrategias usadas para la identificación de las vulnerabilidades y riesgos informáticos como pilar de alcance transversal de toda organización, no solo en las áreas de tecnología sino también en áreas administrativas. Se pudo evidenciar, gracias al análisis documental, que la seguridad informática debe ser tenida en cuenta en las instituciones de educación superior tanto para resguardar información concerniente al funcionamiento de esta, como para concientizar a su comunidad en el manejo adecuado de la información personal que redundará en una adecuada cultura digital, y para ello se pueden usar diferentes estrategias, entre ellas las técnicas de inteligencia artificial para identificar amenazas o caracterizar vulnerabilidades.

El contexto actual en el cual nos hallamos inmersos se traslada al ciberespacio como medio para el intercambio de información, la interacción laboral, escolar y familiar generando mayor productividad, acceso a la información y un sin número de posibilidades, en donde el individuo navega para acceder a ellas. Sin embargo, existen personas que aprovechan las falencias en seguridad informática de los medios que transportan estos datos, como los computadores o celulares, para desarrollar todo tipo acciones digitales ilícitas como el robo de información e identidades, espionaje, secuestro del equipo, virus, entre otros.

Según un estudio adelantado por la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT) y la policía Nacional de Colombia, entre 2017 y 2019 se reportaron 52.901 denuncias relacionadas con hurtos, concentrándose el mayor número de estas en crímenes a través de medios informáticos con 31.058 registros, seguido por robo de identidad con 8.037 casos, y se detalla que *“Bogotá fue la ciudad que más incidentes reportó (5.308), luego Cali (1.190) y Medellín (1.186)”* [1]. Asimismo se indica que, en el país *“los ataques por Malware crecieron un 612% y el monto pagado por rescate de información se ubicó entre los 32 millones y los 160 millones de pesos”*, escenario ante el cual, Colombia es uno de los países más afectados por Ransomware (programa informático dañino que restringe el acceso a archivos y pide rescate para recuperarlos) en América Latina [1].

Este trabajo tiene por objetivo realizar una exploración sobre las vulnerabilidades y riesgos informáticos a los que se encuentran expuestos los actores de las instituciones educativas.

La presente investigación se basó en el uso de una técnica cualitativa, donde los datos cualitativos corresponden a las variables que se centran en contextos situacionales y estructurales; mediante un proceso inductivo, en el que se utiliza inicialmente las premisas para llegar a la conclusión general, es decir, a partir de la observación de los hechos y fenómenos se logran establecer conclusiones, es decir, aplica a la indagación de

eventos que causan estos fenómenos sociales utilizando el análisis y la comprobación [2]. El tipo de investigación utilizada es exploratoria, en donde se presenta los diferentes rasgos y características de los fenómenos relevantes que intervienen en la investigación, en ese sentido, se realizó una revisión bibliográfica de artículos vigentes desde el año 2017 hasta el 2021, exceptuando algunos que por su aporte en la investigación y que no estaban dentro de este intervalo de tiempo se tuvieron en cuenta.

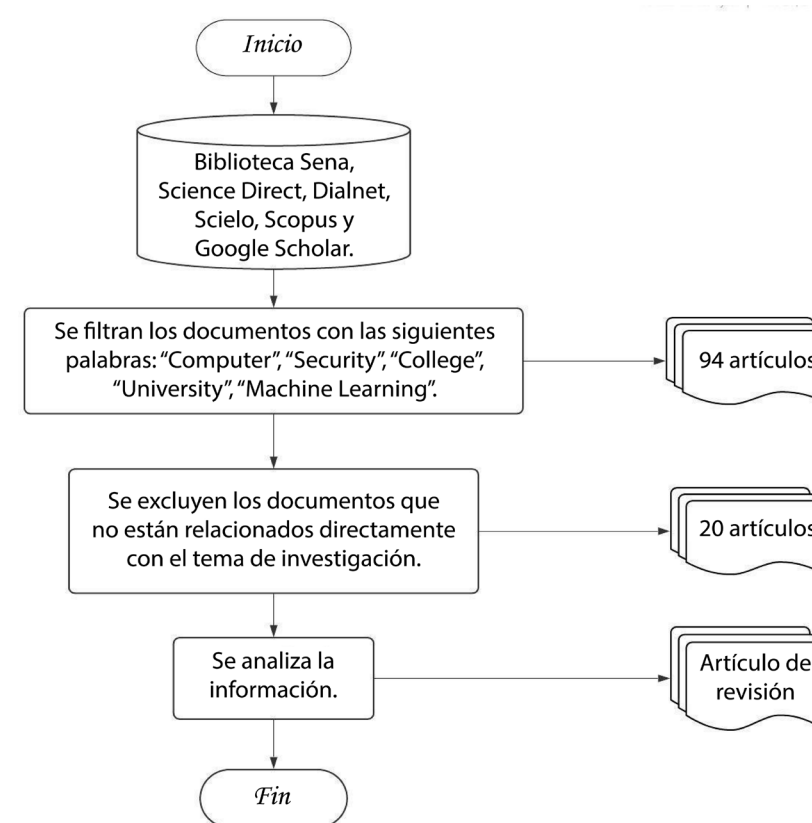


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de la revisión sistemática.
Fuente: Elaboración propia.

A partir de un proceso de revisión sistémica de información [3], se consultaron documentos referentes al tema empleando palabras clave como “Computer”, “Security”, “College”, “University”, “Machine Learning”, entre otras. Esta revisión se hizo en bases de

datos como Biblioteca Sena, Science Direct, Scielo, Scopus y Google Scholar donde se encontraron 94 artículos. Por medio de un análisis de los artículos encontrados, se excluyeron los que no estaban relacionados directamente con el tema de investigación, también se estudió y analizó el potencial impacto que tuviese respecto a la educación, seguridad informática e inteligencia artificial específicamente, como conector a resaltar en la investigación. En el proceso de búsqueda se tomaron como base 20 artículos donde se evidencia el abordaje en cada uno de ellos de los temas a analizar dentro de la investigación (Educación, Seguridad Informática, *Machine Learning*) desde una mirada reflexiva y de exploratoria conceptual, como se puede visualizar en la figura 1. Como resultado de la búsqueda se hallaron artículos científicos y trabajos de grado a nivel de pregrado y posgrado que podrían adaptarse como estrategia descriptiva relevante a nuestro trabajo.

03 RESULTADOS Y DISCUSIONES

La búsqueda de los documentos dentro de las principales bases de datos inició principalmente con los conceptos de “Computer” “Security” “College” “University” y “Machine Learning”, entre otros, a través de la ecuación de búsqueda: Computer AND Security AND College OR University AND Machine Learning.

A partir de estas consultas, se seleccionaron artículos publicados en un periodo de cinco años. Luego, se llevaron a cabo las respectivas visualizaciones, con el fin de encontrar las relaciones entre las palabras clave mencionadas anteriormente, donde se evidencian conexiones entre los procesos de educación, el *Machine Learning* y la seguridad informática, a partir de elementos asociados al tema de ciberseguridad, poniendo en evidencia la importancia de las vulnerabilidades y riesgos informáticos en los procesos formativos en las instituciones de educación superior, además, de su relación con técnicas de inteligencia artificial. Esto se puede ver en la figura 2.

Figura en la página 51.



En ese sentido, se encontró que la palabra *Machine Learning* es la palabra más común dentro los artículos, trabajos y estudios consultados, toda vez, que el concepto de *Machine Learning* está relacionado fuertemente con otros conceptos como son *Big data*, seguridad, privacidad. Así mismo, se tiene en cuenta que la palabra “sistemas de aprendizaje” es bastante repetitiva en los trabajos hallados y que está a su vez tienen relación con *Malware*, *Network Security*, *Learning Systems*, etc. Con todo esto, se puede identificar que, a nivel mundial, se están trabajando conceptos de *Machine Learning* relacionados a la seguridad informática orientados hacia procesos formativos, que es la temática principal del trabajo exploratorio de investigación que se está ejecutando, como se ve en la figura 3.

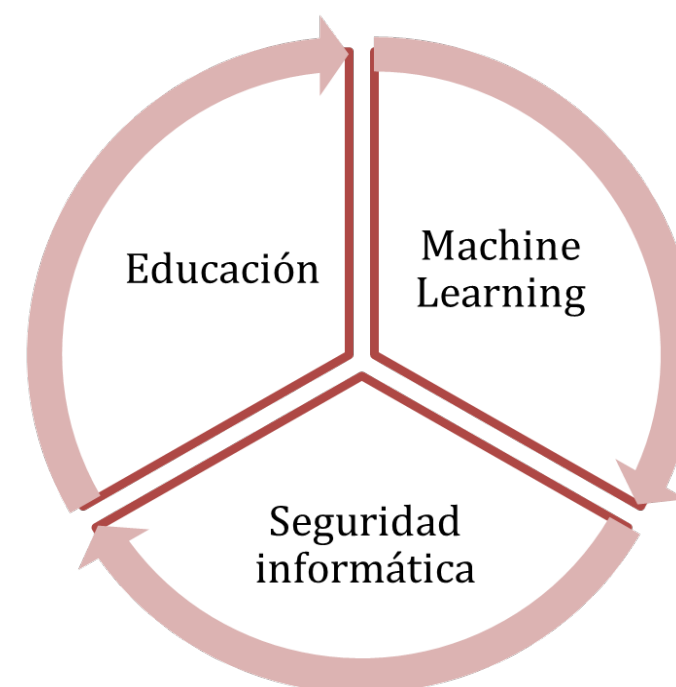


Figura 3. Conceptos conexos a la investigación exploratoria.
Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a abordar cada uno de estos conceptos identificados en el análisis cuantitativo a partir de la situación actual de nuestro contexto, iniciando con un diagnóstico muy somero de la situación actual de la seguridad informática en Colombia. Posteriormente, se analizó el estado de la formación en seguridad en las instituciones de educación superior (IES). Seguidamente, se socializaron diferentes estrategias o acciones de ciberseguridad que se implementan en las IES. Finalmente, se comentaron algunas aplicaciones que implementan técnicas de inteligencia artificial en el campo de la seguridad informática.

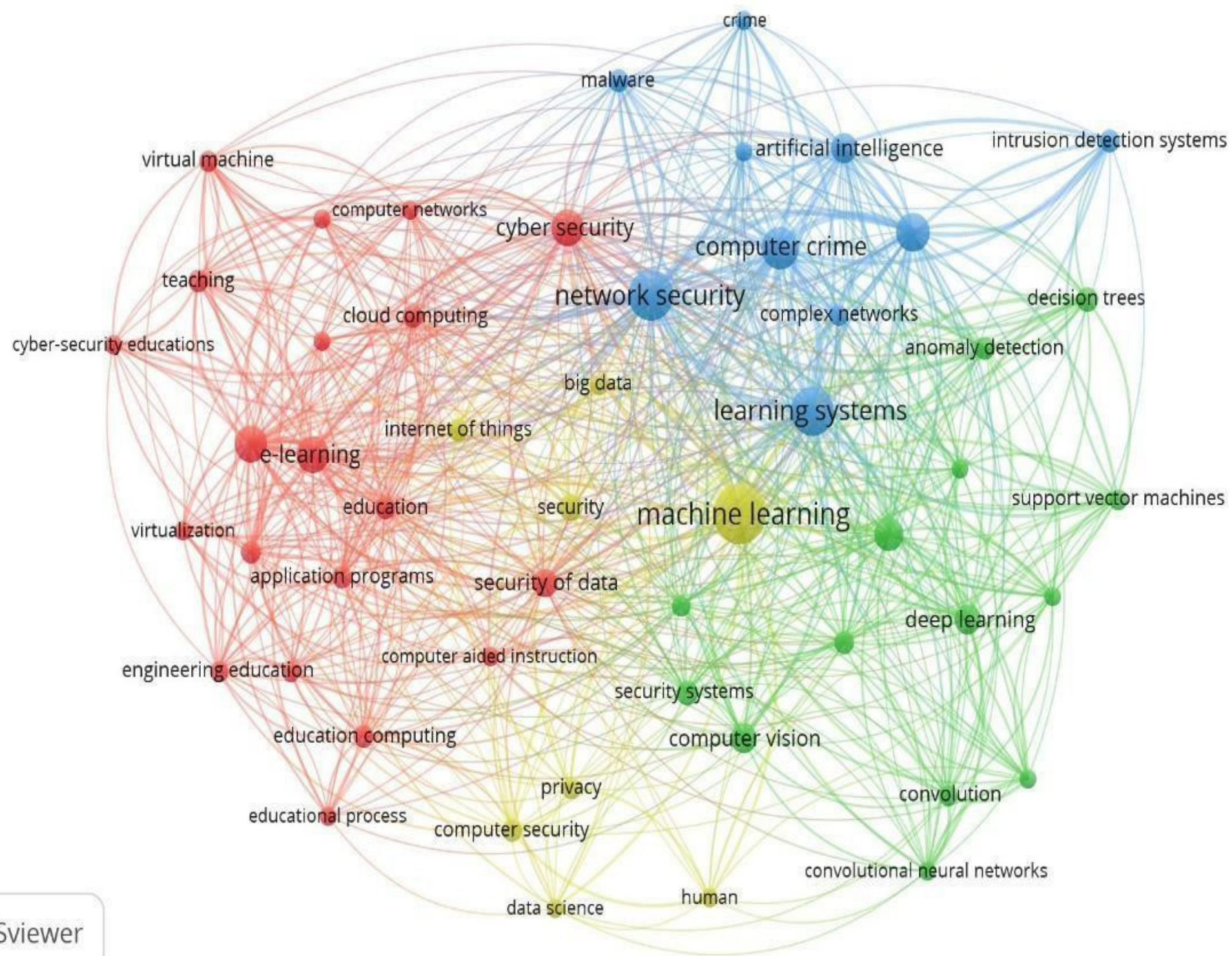


Figura 2. Mapa de Relación de palabras conexas a las ecuaciones de búsqueda.
Fuente: Elaboración propia con apoyo del Software VOSviewer®.

3.1 LA SEGURIDAD INFORMÁTICA EN COLOMBIA

Colombia no tiene las medidas necesarias para enfrentar o manejar las amenazas en la seguridad de la información. En la cuarentena preventiva impuesta por la COVID19 hubo un incremento significativo del ciberdelito contra estados, organizaciones e individuos. Por lo tanto, se deben promover políticas de seguridad en el país para proteger la información de los ciudadanos y entidades, asimismo, administrar la información, proteger los dispositivos que están conectados a la red, identificar las barreras y procedimientos de acceso a los datos y establecer niveles de acceso adecuados, entre otros [4]. La seguridad informática tiene un impacto positivo en los datos e información a nivel mundial, y permite enfrentar y prevenir los ciberataques en nuestros equipos de trabajo.

Se hicieron análisis con estadísticas acerca de la última década sobre la situación de ciberseguridad y cómo esto ha sido difícil de manejar en los gobiernos, organizaciones y en la sociedad [5], ya que a medida que evoluciona la tecnología, aumenta la densidad digital por lo que nos convertimos en una sociedad cada día más digital. Por lo tanto, no es suficiente solo conocer el concepto de seguridad informática, sino empezar a crear herramientas o métodos que nos permitan estar seguros en nuestro espacio de trabajo [6].

Se puede notar que con el cambio de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) van apareciendo nuevas amenazas, a partir de las cuales las empresas toman decisiones y empiezan a actuar de modo que puedan prevenir y minimizar los ataques cibernéticos, por lo cual se tienen en cuenta las diferentes formas de protección, actualizando y mejorando los softwares de seguridad [7]. En ese sentido, Mitxelena X, Guzmán Flórez C y Angarita Pinzón contemplan, que por la digitalización de los procesos se ha incrementado la competitividad de las organizaciones, razón por la cual, es importante tener la prevención necesaria para asegurar nuestra información [8,9]. Asimismo, es importante fortalecerse en el campo del saber de seguridad informática, toda vez, que entre más interacciones digitales haya, mayor será la probabilidad de ser afectados por un ciberdelito.

Las empresas han reflejado su preocupación respecto a los ataques recibidos en contra de sus negocios, y de su integridad. De acuerdo con la memoria anual de *Symantec* (ISTR), en donde se realizó un estudio en 157 países, se logró observar que nuestro país está en un lugar preocupante y no tiene estrategias necesarias para enfrentar estos ataques [10]. Esto se puede evidenciar con el aumento de los ataques malintencionados a los medios de comunicación oficiales de algunos estamentos de nuestro gobierno [11], por lo que se exhorta urgentemente a crear un modelo completo para resolver

estos problemas. La auditoría forense podría ser la herramienta que se necesita para resolver dichos problemas, [12] dado que permite detectar fraudes, autores y posibles cómplices, permitiendo ayudar a solucionar estos ciberdelitos junto a una persona especializada.

3.2 LA FORMACIÓN EN SEGURIDAD INFORMÁTICA

Hace algún tiempo la seguridad informática se convirtió en un tema de mucha importancia en el ámbito tecnológico y empresarial, toda vez, que las empresas, entidades o instituciones son las que se ven más afectadas, debido a que la mayoría del tiempo están accediendo a internet, descargando datos o archivos que pueden convertirlos en un blanco fácil para los ciberataques. Uno de los lugares con más víctimas de robo de información son las instituciones de educación superior [13], debido a que sus instalaciones no cuentan con la seguridad informática adecuada para prevenir este tipo de situaciones. Si comparamos esta postura frente a otras instituciones o industrias, nos daremos cuenta de que estas tienen el menor desempeño, por lo que se vuelven un objetivo fácil para los ciberdelincuentes al momento de obtener datos. Por eso, es fundamental idear un plan para tener más profesionales en el área de seguridad informática que ayuden o socialicen cómo se puede prevenir ataques informáticos y proteger los datos y sistemas ante estas amenazas.

La formación en seguridad informática es necesaria en las actuales organizaciones enmarcadas dentro de la industria 4.0 que van desde procesos de manufactura, pasando por comercio, hasta llegar a organizaciones que prestan servicios, toda vez, que utilizan dispositivos conectados a internet para desarrollar de buena forma sus procesos. Por tanto, la formación de las personas que intervienen en ellas es vital, debido a que estos grupos de trabajo son los que pueden implementar acciones que ayuden a salvaguardar la información y tomar conciencia sobre este activo intangible, vital en las actuales organizaciones para su adecuada gestión del conocimiento a través de planes de seguridad informática.

Igualmente, el desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido incursionar hacia otras áreas de formación, orientadas a la seguridad informática como lo es la informática forense [12], que ofrece, a través de competencias adquiridas, robustecer parámetros de ciberseguridad de las empresas por medio de auditorías forenses para identificar o reaccionar ante cualquier ciberataque que afecte el normal desempeño de sus operaciones.

Como se puede ver, es necesario contar con personal capacitado que puedan identificar amenazas y prevenir riesgos informáticos, además, de democratizar estos conceptos, con el fin de que puedan llegar a diferentes organizaciones y personas que estén en continua interacción con las redes o medios informáticos.

3.3 CIBERSEGURIDAD EN LAS UNIVERSIDADES

Para lograr un buen empleo de la ciberseguridad en todos los contextos sociales, es necesario una constante capacitación, inicialmente, de todos los actores que intervienen en las instituciones de educación superior, en procura de que estos sean apropiados por la mayor cantidad de personas dentro de los diferentes ámbitos de la sociedad, toda vez, que estos conceptos son transversales actualmente a cualquier actividad económica que se esté practicando.

En ese sentido, las universidades o instituciones de educación superior (IES) deben realizar un papel protagónico en la implementación, tanto de una cultura de la ciberseguridad y aplicación de políticas orientadas al fortalecimiento de competencias en las personas como en la identificación, desarrollo y aplicación de tecnologías que contribuyan a favorecer o fortalecer los sistemas de prevención de ataques informáticos por parte de los ciberdelincuentes [14].

En ese orden de ideas, Roque Hernández y Juárez Ibarra (2018) realizan un estudio sobre la concientización y capacitación para incrementar la seguridad informática en estudiantes universitarios, en él se pudo evidenciar que inicialmente los estudiantes contaban con muy bajas competencias en temas relacionados a la seguridad informática desde sus datos personales, y que es posible que estas competencias se puedan fortalecer a través de la concientización de ellos, por medio de programas que evidencien la importancia de técnicas muy básicas para salvaguardar nuestra información [15].

Asimismo, Rojas Mirquez y Sánchez Moreno (2013) realizan un trabajo de investigación sobre la seguridad informática en el uso de la red social de Facebook en estudiantes entre 11 a 17 años. En él se pudo identificar que, en efecto, los estudiantes tienen una alta vulnerabilidad a delitos informáticos como el Ciberbullying que se materializan a través de amenazas como el acoso de usuarios, desinformación por parte de padres, estudiantes y docentes, infiltración, ingeniería social y publicación de contenido malintencionado, entre otros [16].

En coherencia, dentro de las diferentes alternativas que se tienen para abordar el estado de la seguridad informática en las organizaciones, están los planes integrales de actividades enmarcados dentro estándares de seguridad. Estos parten desde un diagnóstico para identificar el estado actual de este tema en la organización, hasta una encuesta aplicada a expertos para probar la eficiencia del plan propuesto, consolidando los resultados en la percepción de mejora de la seguridad informática de la organización [17].

Como se puede evidenciar, en las IES gran parte de los estudiantes no actúan como usuarios digitales responsables, aun cuando pasan la mayor parte del día conectados a la red, aunado a que son los que más carecen de conocimientos sobre el tema, por lo que son más propensos a ser víctimas de crackers o robos informáticos.

3.4 APLICACIONES DE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL CAMPO DE LA SEGURIDAD INFORMÁTICA

Los diferentes campos de la Inteligencia Artificial (IA) han incursionado en diferentes saberes desde el comercio hasta la salud, debido a su alta aplicabilidad para poder describir fenómenos, predecir comportamientos y segmentar características dentro de los individuos de estudio. En ese sentido, la aplicación de la IA dentro de la seguridad informática, ha tenido importantes avances desde el punto de vista de la detección de riesgos a través de la caracterización de factores y su impacto en los activos de las organizaciones, hasta la identificación de vulnerabilidades por medio de la segmentación de los individuos por medio de la determinación de sus comportamientos e interacciones en la red.

Dentro de las principales ramas de la IA que actualmente se aplican para aportar en la identificación de vulnerabilidades de seguridad informática, se tiene el *Machine Learning* o aprendizaje de máquinas, el cual, dentro de sus fortalezas permite generar modelos que predicen el comportamiento de un fenómeno y hacer segmentaciones para identificar características similares entre comportamientos de las poblaciones o muestras tenidas en cuenta para los estudios.

En ese sentido, se presenta a continuación una serie de trabajos enmarcados en la aplicación de herramientas de la IA en el desarrollo de actividades de seguridad informática.

En coherencia, Carvajal Montealegre (2015) presentó el desarrollo de árboles de decisión para modelar el comportamiento de incidentes, apoyado desde el uso de la pro-

gramación genética. En él se pudo identificar los diferentes perfiles de los incidentes, con el fin de minimizar el porcentaje de ocurrencia de estos. Igualmente, la implementación de los árboles de decisión para presentar los resultados de la programación genética, mostró ser una muy buena técnica para su posterior implementación en desarrollos WEB. En este trabajo, la implementación de algoritmos y visualizaciones enmarcados dentro de la IA, mejoró la rapidez en los procesamientos de los datos a través de la minería de datos y su fácil interpretación para futuras aplicaciones [18].

Asimismo, Azán Basallo et al. (2016) propusieron la utilización de la lógica difusa para emplearla en la etapa de análisis de auditorías de seguridad informática a los sistemas gestores de bases de datos, y de esta manera, manejar los términos lingüísticos con la cual se evalúa el riesgo de la seguridad de la información [19].

En concordancia, Gil Vera y Gil Vera (2017) desarrollaron un modelo de simulación que permite evaluar el nivel óptimo de seguridad que deben tener las organizaciones considerando aspectos relacionados con la reducción del riesgo y la obtención de beneficios empresariales; para la realización de este modelo, los autores utilizaron la técnica de simulación basado en dinámica de sistemas [20].

La IA y la Seguridad Informática están actualmente muy ligadas, debido a la gran cantidad de procesos en ciberseguridad que se pueden automatizar gracias a la implementación de técnicas como el Machine Learning. Durante varios años, el centro de la implementación de las acciones de seguridad informática estaba enfocada en la experticia del humano, no obstante, esto traía consigo algunas desventajas propias de la persona, como el cansancio a medida que transcurren las horas realizando una actividad repetitiva o estar sentado por largos periodos de tiempo al frente de un ordenador. Es por ello que aparece una gran alternativa como lo es la IA, que permite elaborar algoritmos con base a los datos recolectados de antiguos incidentes, y de esta forma puede pronosticar, con cierto porcentaje de error, los futuros ataques dentro de la organización mitigando el impacto de estos [21].

04 CONCLUSIONES

La implementación de las tecnologías y específicamente los sistemas informáticos en diferentes labores o procesos de las organizaciones, gracias a la implementación de las técnicas del Internet de las cosas industrial (IoT), entre otros, han propiciado escena-

rios virtuales vulnerables que los ciberdelincuentes están aprovechando para cometer distintos delitos como el Ransomware, que afecta de forma directa los activos intangibles de las empresas como lo es la información.

De acuerdo con los hallazgos encontrados en los textos citados en el presente trabajo, se puede evidenciar la falta de apropiación y aplicación de conductas favorables de seguridad informática en el entorno educativo de los estudiantes sin importar el nivel académico. Por ende, diferentes IES están implementado programas o acciones que permitan, inicialmente, realizar un diagnóstico sobre estos conocimientos para posteriormente implementar programas o planes que fortalezcan las competencias dentro de los estudiantes y demás integrantes de la comunidad académica, en temas relacionados a la prevención de ciberataques o delitos informáticos en contra de la información personal o institucional.

Igualmente, se puede notar el auge que está teniendo actualmente la implementación de técnicas de inteligencia artificial dentro de la seguridad informática como herramienta eficaz para la obtención de modelos que permitían identificar las vulnerabilidades o riesgos informáticos a los que pueda estar expuesta una organización, y de esta forma, mitigar los impactos de los ciberataques a que haya lugar.

05 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del SENA, del grupo de investigación GIGAT, y de los semilleros MERLIN y REDTIS que participaron en este proyecto, aportando con sus ideas y haciendo que este trabajo pueda ser impulsado.

06 REFERENCIAS

[1] Ceballos López A, CR (RA) Bautista García F, Mesa Guzmán L, Argáez Quintero C, TC Durán Santos A, MY Miranda Herrera F, CT Acevedo Nieto R, TE Prada Roa W, IT Ruiz Leal J and PT Santos Rocha H 2019 Informe de las Tendencias del Ciberdelincuencia en Colombia 2019-2020 (Bogotá)

[2] Comte A and Mill. J S 2017 Distancias epistemológicas Acheronta 78

[3] Kitchenham B 2004 Procedures for Performing Systematic Literature Reviews

[4] Ospina Díaz M R and Sanabria Rangel P E 2020 Desafíos nacionales frente a la ciberseguridad en el escenario global: un análisis para Colombia Rev. Crim. 62 199–217

[5] Gavino Ramos M S 2018 Ciberseguridad en la actividad organizacional de la era digital (Universidad Nacional Federico Villarreal)

[6] Cano M. J J and Rocha A 2019 Ciberseguridad y ciberdefensa. Retos y perspectivas en un mundo digital RISTI - Rev. Iber. Sist. e Tecnol. Inf. 2019

[7] Gutiérrez Toro D L 2020 Amenazas cibernéticas y su impacto en las organizaciones del sector industrial y servicios de Colombia en la última década (Universidad Nacional Abierta y a Distancia)

[8] Mitxelena X 2020 Euskadi 2025 - Sin ciberseguridad no hay futuro Ekon. Rev. vasca Econ. 98 194–227

[9] Guzman Flores C A and Angarita Pinzon C A 2017 Protocolos para la mitigación de ciberataques en el hogar. Caso de estudio: Estratos 3 y 4 de la ciudad de Bogotá (Universidad Católica de Colombia)

[10] Valoyes Mosquera A 2019 Ciberseguridad en Colombia Semin. SIA 1–12

[11] Arias Torres N A and Celis Jutinico J A 2015 Modelo experimental de ciberseguridad y ciberdefensa para Colombia (Universidad Libre)

[12] Caamaño Fernández E E and Gil Herrera R de J 2020 Prevención de riesgos por ciberseguridad desde la auditoría forense: conjugando el talento humano organizacional NOVUM, Rev. Ciencias Soc. Apl. 10 61–80

[13] Security Scorecard 2018 2018 Education Cybersecurity Report (New York City)

[14] Anchundia Betancourt C E 2017 Ciberseguridad en los sistemas de información de las universidades Dominio las Ciencias 3 200–17

[15] Roque Hernández R V and Juárez Ibarra C M 2018 Concientización y capacitación para incrementar la seguridad informática en estudiantes universitarios PAAKAT Rev. Tecnol. y Soc. 8 1–13

[16] Rojas Mirquez M A and Sánchez Moreno N P 2013 Evaluación de la seguridad informática en el uso de la red social facebook entre menores de 11 a 17 años frente a la problemática del Cyberbullying en el Colegio “A” en la localidad de ciudad Bolívar en Bogotá (Universidad Piloto de Colombia)

[17] Liñán Salinas E 2008 Plan de seguridad informática en la Escuela Universitaria de Posgrado de la Universidad Nacional de Federico Villareal (Universidad Wiener)

[18] Carvajal Montealegre C J 2015 Extracción de reglas de clasificación sobre repositorio de incidentes de seguridad informática mediante programación genética Tecnum 19 109

[19] Azán Basallo Y, Martínez Sánchez N and Estrada Senti V 2016 La lógica difusa para la evaluación del riesgo de seguridad informática a bases de datos Rev. Control. Cibernética y Autom. Vol. III, 5

[20] Gil Vera V D and Gil Vera J C 2017 Seguridad informática organizacional: un modelo de simulación basado en dinámica de sistemas Sci. Tech. 22

[21] Kaspersky 2021 La IA y el machine learning en la ciberseguridad: cómo determinarán el futuro.



ANTECEDENTES NORMATIVOS Y HERRAMIENTAS TICs DE GESTIÓN AMBIENTAL: UNA MIRADA DESDE LA LITERATURA.

H.R. Urrea-Castaño¹, A.A. Pino Martinez¹, D.L. Beltrán Grajales¹, J.A. Ferla Pérez¹ y N.E. Viana Rúa¹

¹Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Regional Antioquia. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia.

hdurrea@sena.edu.co; apinom@sena.edu.co; dlbeltrang@sena.edu.co; jaferla@sena.edu.co; nrviana@sena.edu.co

Palabras Clave: Mitigación de impacto ambiental, TIC, indicadores ambientales, normas ambientales, herramientas TIC.

RESUMEN

El cuidado del medio ambiente ha cobrado una alta relevancia en los últimos tiempos a nivel internacional, nacional y local, a raíz de los grandes problemas ecológicos que cada vez se agudizan y deterioran progresivamente el planeta. En este sentido, hablar de la sostenibilidad ambiental en el marco de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, implica la reducción de los daños al ambiente, también, el papel de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos en el bienestar humano, las oportunidades económicas y la resiliencia social y ecológica. Es por ello, que los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) tienen como fin trabajar en los grandes desafíos a los que se enfrenta la humanidad para garantizar que todas las personas tengan las mismas oportunidades y puedan llevar una vida mejor sin comprometer nuestro planeta. Así mismo, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA ha desarrollado diferentes estrategias encaminadas en la contribución, que como institución se puedan realizar a la sostenibilidad ambiental de los centros de formación y de la comunidad que los rodea, aportando así, con soluciones a la calidad ambiental de la región a través del desarrollo de un sistema integrado que permita contribuir con la mitigación y compensación de los daños ambientales que se han estado ocasionando. Este artículo, esboza una mirada desde la revisión de literatura en fuentes primarias y secundarias para conocer y comprender las principales normas que regulan los temas ambientales, aquellas organizaciones referentes en materia y los principales hallazgos de herramientas mediadas por las TIC, que buscan contribuir con la medición, mitigación e impacto ambiental. A partir de esta revisión, se pretende definir los criterios y parámetros para el desarrollo de un prototipo que permita al Complejo Central de la Regional Antioquia llevar un adecuado control y registro de sus indicadores ambientales en miras de proponer estrategias de alto impacto ambiental.

La sostenibilidad ambiental en el marco de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas implica la reducción de los daños al ambiente, también, el papel que desempeñan los recursos naturales y su transformación en el bienestar humano, las alternativas de su comercialización, el bienestar social y ecológico. En este sentido, los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) hacen un llamado para: “afrontar los grandes desafíos a los que se enfrenta la humanidad para garantizar que todas las personas tengan las mismas oportunidades y puedan llevar una mejor vida sin comprometer nuestro planeta” [1]. Frente a esto, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), una de las principales instituciones encargadas del manejo ambiental a nivel internacional [2], con su Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) [2], promueve en su papel de defensor autorizado del medio ambiente a nivel mundial, la aplicación coherente de los aspectos ambientales y de desarrollo sostenible, a través de su agenda que posteriormente tomó forma de plan estratégico para este nuevo siglo que establece, entre otros elementos, las pautas para aproximarnos hacia un mundo más respetuoso con el medio ambiente [3].

Frente a este panorama, todos los estados que forman parte de la ONU, encaminaron su legislación ambiental hacia la búsqueda de los objetivos de dicha agenda. Dentro de estos objetivos, se encuentran la eficiencia energética y la energía renovable, la producción y consumo responsable y la capacidad de los países para tomar acciones frente a los cambios y efectos climáticos [4]. Desde otro lado, en la agenda departamental de competitividad e innovación de Antioquia, para el Área Metropolitana, se identificó como vocación productiva un territorio verde y sostenible que implica, entre otros factores, comunidades más autosuficientes, resilientes e inteligentes, capaces de hacer frente a los actuales desafíos medioambientales [5].

Por su parte, el Plan Tecnológico del Centro de Servicios y Gestión Empresarial dentro de sus variables estratégicas, contempla la sostenibilidad ambiental desde la perspectiva que las personas conozcan y sean conscientes de sus impactos ambientales a partir de cada una de sus actividades, y que dentro de sus prioridades implementen diferentes medidas o estrategias que aseguren la prevención, disminución o eliminación de las afectaciones al entorno. Así mismo, en la apuesta de escenario 2030, se contempla ser un agente transformador a partir, entre otros factores, de la sostenibilidad ambiental y cuya propuesta se integra con el objetivo Nro. 4 del Plan Tecnológico que busca potenciar la oferta de servicios relacionada con empaques, usos de nuevos materiales y segundos usos [6].

Para atender a estas iniciativas mundiales, nacionales y locales, el Centro de Servicios y Gestión Empresarial de la Regional Antioquia ha desarrollado diferentes estrategias aisladas, pero todas encaminadas en la contribución que, como centro de formación, se pueda realizar a la sostenibilidad ambiental del Centro mismo y de la comunidad que lo rodea, aportando así en la calidad ambiental de la región [7]. En razón a lo anterior, es de suma importancia trabajar en un sistema integrado que permita la medición y mitigación de los impactos ambientales generados en el Complejo Central de la Regional Antioquia, ya que éste actuaría como garante con el medio ambiente, de forma que los recursos que se tomen para el desarrollo y la productividad, sean preservados, cuidados, y si es posible, retornados de cierta forma al ambiente [8]. Para poder entregar a la organización educativa Sena en el Complejo Central de la regional Antioquia, el sistema integrado, es preciso abordar en primera instancia una revisión de antecedentes teóricos, normativos, tecnológicos del tema en cuestión como punto de partida para el desarrollo de dicho sistema, hallazgos que serán esbozados en el presente artículo.

El enfoque que se utilizó para el desarrollo de esta investigación es cualitativo, teniendo en cuenta que la recolección y revisión de literatura se basa en estudios aplicados y relacionados con el medio ambiente que representan un aporte a la comunidad científica [9]. El tipo de estudio es analítico, en el que se sigue un razonamiento inductivo que establece aportes particulares de las fuentes, en este caso, los artículos de las revistas estudiadas y normatividades relacionadas con el área ambiental enfocados en la medición y mitigación de los consumos ambientales. Este tipo de estudio, permitió llegar a establecer las categorías generales de análisis [10]. Para la estrategia metodológica se eligieron fuentes primarias y secundarias. Se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos, entre ellas, Google académico, Scopus, Congreso de la república y Capterra (proveedor de mercado en línea, que actúa como intermediario entre compradores y proveedores); utilizando palabras claves como “Gestión ambiental”, “Sof-

ware ambiental” y “Mitigación Ambiental”. A partir de la lectura y análisis de un gran número de artículos, se lograron extraer 50 documentos con los que se construyó el marco de antecedentes de este artículo.

03 RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el escenario del ambiente se han gestado múltiples tópicos, controversias y planteamientos desde el ámbito internacional, así como también se ha dado origen a innumerables organizaciones ambientalistas de diferentes líneas y pensamientos[11]. Con una mirada abreviada por la historia de la problemática ambiental en el mundo, se puede interpretar mejor el motivo de la existencia de la legislación que regula la actuación del hombre con su entorno [12]. Para una mejor comprensión de esta situación, se describe el enfoque inicialmente desde el ámbito internacional, seguido desde lo nacional, luego desde lo departamental, para enfocar por último las actuaciones locales.

3.1 NORMATIVA INTERNACIONAL

Dentro de las fuentes teóricas ambientales, las conferencias de las naciones unidas realizadas en los años 1972 y 1992, en Estocolmo y Río de Janeiro respectivamente, marcaron el comienzo para la iniciativa de un cambio hacia una mejor conciencia ambiental en el mundo [13]. La primera conferencia, por resaltar el alto grado de contaminación que genera la industria del desarrollo, a su vez que logró que se incorporaran las nociones de conservación y buen uso del medio ambiente; y la segunda, por tratar de enfocar el uso de los recursos naturales hacia un desarrollo sostenible[14]. En el año 1971, Estados Unidos profirió una Ley de derecho ambiental con el fin de fomentar la protección ambiental que tuvo influencia sobre todos los países del Caribe[15].

En la legislación Europea se resaltan los siguientes tratados: “Acta Única Europea de 1987 donde se introdujo un nuevo título sobre medio ambiente” [16], “el Tratado de Maastricht (1993), aquí el ámbito medioambiental se convirtió en un ámbito político oficial de la Unión Europea”[17], “El Tratado de Ámsterdam (1999) donde se estableció la obligación de integrar la protección medioambiental y donde se hace una apuesta

seria hacia el desarrollo sostenible”[18]. “La «lucha contra el cambio climático» pasó a ser un objetivo específico con el Tratado de Lisboa” (2009), [19].

En Latinoamérica y en el Caribe, después de la Conferencia de Río de 1992, del mismo modo que comunidad internacional, todos los estados de américa latina y el Caribe enfocan su políticas con base en criterios de “sustentabilidad ambiental”, cabe resaltar que la sustentabilidad ambiental es la capacidad resiliente de los ecosistemas frente a la presión ejercida por procesos de desarrollo socioeconómicos [20]. Los estados invirtieron recursos de todo tipo a la creación de organizaciones, leyes y herramientas que invitan a proteger el ambiente [15]. En la Figura 1, se describen recopilaciones de las principales normativas que se han implementado a nivel internacional y tienen como propósito la protección del medio ambiente.



Figura 1. Normativa Ambiental Internacional.
Fuente: Elaboración propia.

Acogiendo la normatividad existente y lo expuesto anteriormente, el Sena incluye al interior de sus políticas ambientales, “la implementación de diferentes estrategias que contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático”, “el uso racional y eficiente de los recursos naturales, primando el agua y la energía” y “el control de las emisiones, los vertimientos y residuos generados al interior de la entidad”. Con el fin de realizar un aporte importante a estas políticas, se busca aportar con el desarrollo de un prototipo para que la institución pueda realizar un mayor control y uso racional de

los diferentes recursos, de tal manera que pueda monitorear y controlar su consumo con base en la alta fidelidad de la información, al tiempo que la entidad disminuye sus emisiones contaminantes al ambiente.

3.2 NORMATIVA NACIONAL Y LOCAL

Colombia dentro de su marco legal ambiental ha hecho visible su apuesta por la conservación ambiental y para cumplir con el mandato de la Resolución 2997 de la Asamblea XXVII de la ONU del 15 de septiembre de 1972 y los de la Agenda 21 en el año 1992 [21], [22], se ha orientado el desarrollo de toda la legislación ambiental para coadyuvar con el mundo en la búsqueda de sus objetivos [23].

A continuación, se relacionan algunas normativas encontradas en relación con el aspecto ambiental:

A continuación, se enumeran algunas normativas colombianas encontradas que se relacionan con el tema Ambiental.

En la conferencia de Estocolmo del año 1972, *“se generó la necesidad de establecer una legislación ambiental propia para la nación”* [24]. Por lo anterior, se creó la Ley 23 de 1973 que decreta *“facultades extraordinarias al presidente de la república para la creación de lo que hoy se conoce como El Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables que se convierte en su principal carta de navegación en todo lo relacionado con la legislación ambiental”* [25].

Por otro lado, el Congreso de Colombia a través de la Ley 09 de 1979, creó el Código Sanitario como complemento a las legislaciones y normas mencionadas anteriormente. Este código tiene como objetivo principal *“la salud y el bienestar humano”*. Los temas desarrollados dentro de dicho código corresponden a: *“residuos sólidos, aguas residuales, emisiones atmosféricas, suministro de agua, salud ocupacional, saneamiento de edificaciones, alimentos, drogas, medicamentos, cosméticos y similares, vigilancia y control epidemiológico, desastres, defunciones, traslado de cadáveres, inhumación y exhumación, trasplante y control de especímenes; artículos de uso doméstico, vigilancia y control, derechos y deberes relativos a la salud”* [26].

A su vez, el Congreso de Colombia crea el Ministerio del Medio Ambiente en el año de 1993 mediante la Ley 99, en la cual *“se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y dicta otras disposiciones”* [27].

Varias normas ambientales expedidas, fueron recopiladas en el decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. A este decreto, se le conoce como *“Decreto Único Reglamentario del Sector*

Ambiente y Desarrollo Sostenible”, el cual recopila 1650 artículos que están dispersos en 84 decretos reglamentarios repartidos en 3 libros: en primer lugar aparece la estructura del sector ambiental, después está el régimen reglamentarios del sector, que contiene 11 títulos referentes a temas de diversidad, gestión ambiental, aguas marítimas y no marítimas, aire, residuos peligrosos, gestión institucional, instrumentos financieros, económicos y tributación, régimen sancionatorios y el tercer y último título las disposiciones finales, expedidos a lo largo de la historia normativa del país” [28]. Cabe resaltar, que cada uno de los elementos como agua, suelo, aire, energía, gas, combustibles de fuentes fósiles, residuos y otros, tiene su correspondiente normativa, reflejada en Leyes y Decretos reglamentarios.

Es importante anotar que, al interior de las entidades territoriales, la normatividad ambiental está regida por las corporaciones autónomas y las Áreas Metropolitanas, quienes se empeñan en hacer cumplir la normatividad nacional, mediante acuerdos y Autos de seguimiento y control. A nivel local, vale la pena destacar la figura de *Áreas Urbanas Protegidas*. Las áreas protegidas contribuyen con alimentación a los animales silvestres, y permiten conservar corredores estratégicos que fortalecen la biodiversidad y aseguran, tanto en el presente como en el futuro, más el acceso a servicios ecosistémicos que son necesarios para el territorio [25]. Estas categorías de manejo responden a la clasificación que se determina en el Decreto 1076 de 2015 como consecuencia del artículo 10 del Decreto 2372 de 2010. Este decreto se basa la resolución 2231 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá de 2018 [29], en el cual se especifica que *“un área protegida es un área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”* [28], [30].

De igual forma, la Alcaldía de Medellín estableció las zonas urbanas de aire protegidas (ZUAP), que incluye el sector de la avenida del Ferrocarril. La alcaldía de Medellín establece: *“Los primeros resultados de la Zona Urbana de Aire Protegido serán la disminución de la cantidad de Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Material Particulado menor a 2.5 micras (PM2.5), emitidos por los vehículos en el centro de la ciudad”* [31].

Para terminar este enfoque normativo, se comparten algunas partes del informe que el 19 de mayo de 2016, que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) emitió. Este informe involucró a 1.203 científicos del mundo, cientos de instituciones científicas y más de 160 gobiernos sobre el estado del ambiente global [32].

Del estudio realizado por Las Naciones Unidas, se toman las siguientes recomendaciones generales y que pueden ser tomadas para la región a manera de reflexión [33]: *“Los gobiernos necesitarán encontrar soluciones innovadoras para permitir la desvinculación del crecimiento económico con el consumo de recursos”*.

“Reducir la dependencia de combustibles fósiles, y la diversificación de las fuentes energéticas - será importante para la región. Un área donde este tipo de pensamiento será crítico es en el contexto de la urbanización”.

“Los gobiernos necesitan invertir en una resistencia basada en el ecosistema para poder reducir la vulnerabilidad y aumentar la adaptación”.
“Una mayor inversión en investigación, y la creación de la capacidad necesaria para recolectar y aplicar datos para fortalecer la interfaz ciencia-política, deberá ser una prioridad para la región”.
“Una coordinación intergubernamental más fuerte y enfocada a nivel regional y subregional mejorará los temas de gobernabilidad que son de prioridad regional”.

De toda la normatividad revisada, queda claro que los esfuerzos de todos los países se enfocan en aplicar la normatividad para contribuir con la sostenibilidad ambiental y, finalmente, en aportar de la mejor manera con la disminución del calentamiento global. Al final de toda esta revisión, se concluye que el esfuerzo institucional del Sena se acoge a la normativa y concentra sus esfuerzos en el control para el uso racional de los recursos y la disminución de los aportes contaminantes al ambiente.

A continuación, se muestra la normatividad ambiental existente a nivel nacional que está relacionada con los temas de interés, así como las normas internacionales que dieron el origen y soporte para su promulgación. De igual forma, se esboza cómo están relacionadas entre sí, mostrando la jerarquía para su aplicación a nivel nacional, departamental y local. Ver Figura 2.

Figura 2 en la página 61.

3.3 SOLUCIONES TECNOLÓGICAS AMBIENTALES

El medio ambiente ha pasado a ser una prioridad importante a nivel mundial, para ello, se ha tratado de incluir la tecnología para mantenerla en equilibrio, con el impacto que han generado los procesos productivos sobre el entorno [30]. Por lo cual, la conservación de un hábitat saludable dejó de ser más un deber para pasar a ser una necesidad. Sin embargo, se necesita cumplir con acciones para la protección ambiental, y para esto, se requiere en gran parte de la capacidad económica y tecnológica de un país y de sus respectivos sectores productivos.

En la vigilancia tecnológica realizada, se logró identificar que en el área ambiental existen diferentes softwares y aplicaciones móviles que están enfocadas en la parte administrativa, de control y seguimiento del proceso ambiental. A continuación, se describe una a matriz que describe algunos softwares que actualmente se comercializan como herramientas de gestión ambiental para las organizaciones que, a través del aprovechamiento de las ventajas que ofrece las tecnologías, se combinan con diferen-

tes lenguajes de programación y técnicas de diseño, de esta manera se convierten en un aporte fundamental y significativo para los procesos de gestión ambiental. En la tabla 1. se describe el nombre del software, su dirección web, una descripción con sus características y la imagen representativa de cada aplicativo.

Tabla 1 en la página 62.

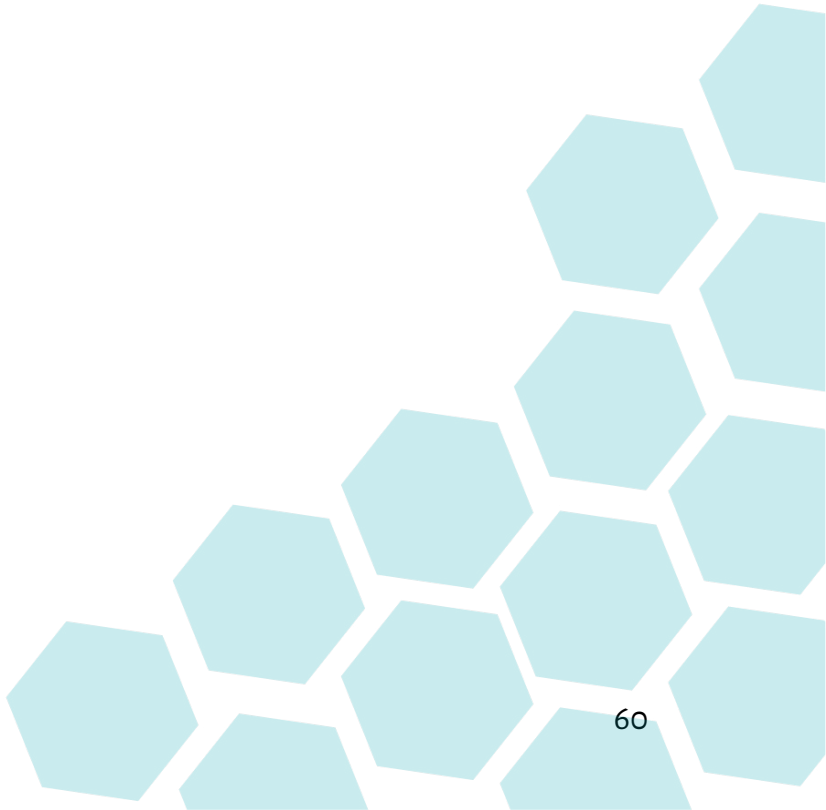




Figura 2. Constitución Nacional Ambiental.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Matriz con análisis de software ambientales.
Fuente: Elaboración propia

NOMBRE	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Unificas – Software para la gestión de normas ISO, IFS, BRC, ARPC	[34]	Este software integra las normas Este software contiene las normas ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 19001, ISO 19600, ISO 27001, IFS o BRS. Las cuales tienen como fin diligenciar los diferentes procesos ambientales de las asociaciones.	
Sigea (Sistema Integrado de Gestión de Cumplimiento Ambiental)	[35]	Es un sistema que permite asegurar la sustentabilidad en industrias extractivas, productivas y servicios, entre muchas otras con el objetivo de consolidar la gestión ambiental.	
SoftExpert EHSM	[36]	Es un programa que se responsabiliza de la Gestión de Medio Ambiente, Salud y Seguridad, la cual disminuye el riesgo de incidentes y refuerza la correlación con normas ambientales y principios laborales.	
ISOTools excelente	[37]	Este sistema tiene como finalidad obtener cambios cuantificables sobre la alteración. A partir de inferiores precios y superior rapidez de comercialización, hasta aumentar en cumplimiento y asistencia al cliente.	
Quentic	[38]	Es una aplicación que ejecuta de manera fácil todas las condiciones de seguridad y salud en el trabajo y defensa medioambiental, tal cual de gestión energética y de la sostenibilidad.	

NOMBRE	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Eco2biz	[39]	Es un programa que autoriza a las compañías de todas las zonas (mineras, industriales, petroleras, eléctricas, ciudades industriales, etc.), corporaciones y asociaciones públicas (municipalidades, comunidades, gobiernos regionales, hospitales, etc.) diligenciar eficazmente sus contratos en la solicitud del medio ambiente en cumplimiento de las leyes y reglas que la ajustan y condenan.	
Software KAWAK	[40]	Es un sistema web que autoriza a toda la compañía vivir un sistema de gestión de manera digital, conservando el medio ambiente. Abarca las herramientas que se requieren para vigilar y tramitar el entorno interior y exterior de la empresa. Ejecuta el estudio del contexto interno y externo.	
GENSUITE	[41]	Es un sistema de desempeño ambiental que facilita la gestión de las exigencias esenciales del medio ambiente, agrupándose en el cumplimiento legal en componentes de atmósfera, agua y residuos.	
ENAXIS	[42]	Es un programa que ofrece apoyo tecnológico para la ejecución de métodos integrados de gestión fundados en diferentes marcos legales los cuales son: Gestión de calidad, ISO 9000; Gestión ambiental, ISO 14000; Gestión de inocuidad, ISO 22000; Gestión de seguridad y calidad ocupacional, ISO 45000 (antes OHSAS 18000); Gestión de la seguridad de la información, ISO 27000.	
M-Risk	[43]	Las soluciones M-Risk se utilizan en Chile, Brasil, Argentina, Colombia, México y Perú, países donde se ha evidenciado la necesidad de controlar y administrar los diferentes procesos enfocados en el cumplimiento normativo y ambiental para asegurar la continuidad operacional de empresas y proyectos.	

NOMBRE	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Borealis	[44]	Es una plataforma única para gestionar todas las actividades de relacionamiento con los grupos de interés con módulos adicionales para fortalecer todas las áreas del medio ambiente, social y gobernanza.	
Wilbee Home	[45]	Es un sistema que calcula el cuadro eléctrico del domicilio o la compañía, en el que es viable examinar cuál es el esquema de gasto de cada dispositivo y estar al tanto del informe sobre el gasto eléctrico en tiempo real. Con este sistema se logra recoger también conjeturas personificadas con las que desarrolla la vigencia energética y someter las muestras contaminantes, asimismo de la cuenta de la luz, se puede hallar en la Play Store u obtener como una aplicación para conectores móviles.	
Ecochain	[46]	Es un programa que convierte los datos ambientales en una oportunidad comercial. Ayuda a las empresas a medir y reducir sus emisiones, identificar puntos críticos y cerrar la brecha de datos. La huella basada en actividades de Ecochain le permite a la empresa crear cientos de evaluaciones del ciclo de vida (LCA) en minutos, para que pueda concentrarse en tomar medidas en lugar de escribir informes.	
Metrio	[47]	Es un software de creación de informes de sostenibilidad, Metrio ayuda a recopilar, gestionar, analizar y comunicar los datos de ESG (medio ambiente, responsabilidad social y gobierno corporativo, por sus siglas en inglés). Selecciona un marco (SASB, CDP, GRI, etc.) o usa tu propia plantilla para crear un informe listo para publicar.	
Enablon	[48]	Es un programa líder de soluciones de gestión integrada de riesgos, gestión de riesgos operativos, EHS y sostenibilidad. Muchas organizaciones líderes en la industria y millones de beneficiarios en todo el mundo confían en los medios para restar los peligros, crecer la seguridad de los personales, evitar que sucedan incidentes y alcanzar el cumplimiento legal.	

NOMBRE	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
ENFOS	[49]	Es una plataforma que conecta toda la información compleja involucrada en la remediación ambiental y el desmantelamiento. Al conectar verdaderamente toda la información financiera y técnica relacionada en un solo lugar, ENFOS permite a las organizaciones planificar, realizar y medir mejor su trabajo	
ECO-OS	[50]	Es un software que permite una fácil implementación de divulgaciones reglamentarias y voluntarias, auditorías y análisis avanzados. La tecnología de vanguardia proporciona continuidad empresarial y una visibilidad única de la toma de decisiones: puntos de referencia, pruebas de estrés e información útil. Administre sin problemas los datos de ESG en sus sitios, departamentos y partes interesadas en función de varios esquemas de divulgación predefinidos y sus propias matrices únicas.	
Eagle	[51]	Es un programa que brinda soluciones de monitoreo ambiental (AECOM, por ejemplo). También trabaja con organismos gubernamentales (Departamento de Recursos Naturales de Qld) proveedores de hardware (Campbell Scientific).	
Calidad del aire / AirVisual	[52]	Es un aplicativo que tiene como objetivo suministrar información sobre los elementos que producen contaminación en el aire en cada parte del mundo, asimismo como predicciones en las que se exponen los niveles de las fechas posteriores. PM2.5, PM10, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono son las sustancias que calcula. Igualmente, muestra la calidad del aire en un mismo espacio, se logrará conocer el pronóstico del tiempo y de la calidad del aire en una simple ojeada y hallar los peligros para la salud. Cuenta con información de 10.000 ciudades en más de 100 países diferentes.	
Plume Air Report	[53]	Esta aplicación suministra en tiempo real las categorías de contaminación en un espacio resume y anuncia cómo desarrollará la calidad del aire cada tiempo durante las consecutivas 24h, de modo equivalente a un pronóstico atmosférico. En conclusión, proporciona al consumidor recomendaciones personalizadas sobre el mejor instante del tiempo para ejecutar su actividad preferida sin sobreexponerse a la contaminación.	

La búsqueda y análisis de softwares, permitió tener un punto de partida para poder determinar cuáles serían los elementos y características que serían integradas dentro de la solución tecnológica que se proyecta desarrollar para la medición, mitigación y en general administración de los indicadores ambientales que actualmente se miden en el complejo central de la regional Antioquia.

Indudablemente, la tecnología aporta grandes herramientas en la gestión ambiental, escenario que se pudo percibir en los hallazgos de los softwares analizados. De manera general, se logra identificar que estos contribuyen a nivel empresarial en temas de riesgos, emergencias, gestión, monitoreos, residuos e indicadores, todos ellos direccionados al cumplimiento de políticas y normatividad en relación con el medio ambiente. A su vez, a través de estas tecnologías se puede llevar a cabo un control de los impactos generados por las actividades propias de cada negocio en miras del cumplimiento de sus objetivos empresariales. De otro lado, de manera específica, se pudo determinar qué elementos como interfaces, tendencias de diseños y lenguajes de programación eran los predominantes para ser considerados como insumo para el prototipo proyectado. Frente a los hallazgos, se pudo determinar además, que si bien, cuentan con elementos diferentes y pertinentes para la gestión ambiental de las organizaciones, estos no son suficientes, ya que por las condiciones específicas de la Institución y sus necesidades propias, se hace necesario desarrollar un software a la medida que contemple e integre de manera holística los requerimientos de los centros de formación y, en general, la institución.

04 CONCLUSIONES

Son varias las organizaciones y programas que a nivel mundial son garantes y promueven un uso responsable de los recursos para que no se comprometa el planeta y la calidad de vida de todos los que allí habitan. Eso conlleva, entre otros factores, a un mundo más armónico, respetuoso y responsable con el medio ambiente donde las comunidades son autosuficientes y resilientes frente a los actuales desafíos medioambientales.

A la luz de las diversas organizaciones y programas surge la existencia de la legislación que regula la actuación del hombre con su entorno, y en consecuencia con la problemática ambiental en el mundo, donde el papel del hombre ha sido determinante en el abuso y deterioro de los recursos naturales. La normatividad existente establece

entonces la obligación del Estado, de las empresas y las personas para la conservación de las riquezas naturales y culturales de la Nación, esto en miras del consumo responsable y consciente del agua, de la energía, de los residuos y en general de lo pertinente con el medio ambiente en el cual habitamos y cuya responsabilidad de cuidado y preservación nos compete.

A nivel internacional, las conferencias de las naciones unidas realizadas en los años 1972 y 1992, en Estocolmo y Río de Janeiro respectivamente, los tratados de la unión Europea de (1987), el Tratado de Maastricht (1993), el Tratado de Ámsterdam (1999), el Tratado de Lisboa (2009), y la Conferencia de Río de 1992, marcaron el comienzo y un hito en la iniciativa de un cambio hacia una mejor conciencia ambiental en el mundo, que supone una capacidad resiliente de los ecosistemas frente a la presión que se ejerce por los procesos de desarrollo socioeconómicos en los países.

Por su parte, Colombia se suscribe al cuidado del medio ambiente, mediante un marco legal ambiental que orienta a todos los actores involucrados en un actuar responsable y de cuidado en pro de la sustentabilidad ambiental de las regiones. Por su parte, al interior de las entidades territoriales, la normatividad ambiental está regida por las corporaciones autónomas y las Áreas Metropolitanas, quienes se empeñan en hacer cumplir la normatividad nacional, mediante acuerdos y Autos de seguimiento y control.

En este sentido, las organizaciones buscando atender y dar respuesta a la amplia y compleja legislación sobre medio ambiente, se valen de diferentes estrategias para poder ofrecer respuestas oportunas e idóneas que evidencian el buen uso de sus recursos y el cumplimiento de sus obligaciones conforme a la ley. Muchas de estas estrategias incluyen mediciones en tiempo real, indicadores que permitan un adecuado seguimiento y control, campañas de concientización ambiental y herramientas tecnológicas que faciliten una adecuada gestión y trazabilidad de las actuaciones en este contexto. Es así como esta última estrategia, cada vez es más usada por las organizaciones, que reconociendo el papel de las TIC, acuden a estas buscando soluciones prácticas para sus problemáticas empresariales en terrenos ambientales.

Según la literatura revisada, se logró hallar un número importante de herramientas tecnológicas que buscan brindar soluciones encaminadas en la integración y cumplimiento de las normas ambientales. Cabe resaltar, que de los softwares analizados se obtuvo un referente de cómo con la tecnología se ha venido realizando controles y seguimientos ambientales para la toma decisiones y sensibilización ambiental teniendo en cuenta las normatividades que regulan esta área. Algunas de las características más relevantes halladas, coinciden en que del 100% de los Software analizados con relación a sus procesos y medidas, algunos tienen similitudes en sus módulos, donde el 20% tienen el módulo de riesgo, el 10% el módulo de las normas ISO, el 5% el módu-

06 REFERENCIAS

lo de residuos sólidos y el 2% cuentan con un módulo de sostenibilidad. Aunque estos softwares han tenido buena aceptación por las empresas y ayudan en la optimización de los procesos para el estudio que se requiere, para el caso del SENA y en concreto para el futuro proyecto que se desea realizar, no es factible adaptar estos desarrollos identificados, dado que los procesos ambientales de la entidad están basados en el cumplimiento de la normatividad que la rige y se viene trabajando en una estructura de años anteriores. Por lo tanto, para el desarrollo del futuro proyecto ya se cuenta con unos indicadores, a partir de los cuales se trazan los programas ambientales, lo que obliga a diseñar un prototipo a la medida y no a uno genérico. Sin embargo, el resultado de la vigilancia tecnológica permite tener referentes valiosos como la forma en que se muestra la información de los resultados, la implementación de gráfico dinámicos, la interfaz amigable y minimalista, y ayudas estratégicas que faciliten la toma de decisiones y la practicidad de la información al momento de realizar los registros entre otras.

Estos diversos hallazgos, acercan la ejecución del futuro proyecto en miras del desarrollo de un prototipo funcional para el complejo central de la regional Antioquia que le permita a los centros de formación que confluyen en él, una oportuna medición y mitigación de los impactos ambientales y un cumplimiento de la norma que así lo exige. De esta manera, se espera un mejor aprovechamiento de las capacidades del talento humano y de la capacidad instalada en cuanto a desarrollos tecnológicos con los que actualmente cuentan los centros de formación.

05

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA - SENNOVA por la financiación de este proyecto radicado con el código GPS 8491-2021; al Centro de Servicios y Gestión Empresarial del SENA, por los recursos e información que nos proporcionó; al Grupo de Investigación en Gerencia y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología GIGAT; a los semilleros de investigación SIPI, MERLÍN y SIG-SENA, por el apoyo para el desarrollo metodológico de esta investigación.

- [1] Cepal, “Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y El Caribe.” 2016.
- [2] U. Nations, “Apoyar el desarrollo sostenible y la acción climática | Naciones Unidas,” 2019. <https://www.un.org/es/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action> (accessed May 31, 2021).
- [3] ONU, “Naciones Unidas | Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano,” Objetivos del Desarrollo Sostenible. Década de acción., 2019. <https://www.un.org/es/> (accessed May 31, 2021).
- [4] Organización de las Naciones Unidas, “Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible,” Web Page, 2017. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (accessed May 31, 2021).
- [5] Colombia Competitiva, “Agendas Departamentales de Competitividad e Innovación,” 2019. <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/sneci/agendas-departamentales-de-competitividad/agendas-departamentales> (accessed May 31, 2021).
- [6] Organización de las Naciones Unidas, La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales. 2018.
- [7] M. J. Pérez Espinoza, C. Espinoza Carrión, and B. Peralta Mocha, “La Responsabilidad Social Empresarial y su Enfoque Ambiental: Una Visión Sostenible a Futuro,” *Rev. Científica Univ. y Soc.*, vol. 8, pp. 169–178, 2016.
- [8] A. Zarrilli, “Política, medio ambiente y democracia, un debate que apenas comienza,” doi: 10.17151/luaz.2015.41.1.
- [9] J. I. Herrera Rodríguez, G. E. Guevara Fernández, and H. Munster de la Rosa, “Los diseños y estrategias para los estudios cualitativos. Un acercamiento teórico-metodológico,” *Gac. méd. espirit*, vol. 17, no. 2, pp. 120–134, 2015, Accessed: May 31, 2021. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1608-89212015000200013.
- [10] A. Rodríguez Jiménez and A. O. Pérez Jacinto, “Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento,” *Rev. EAN*, no. 82, pp. 175–195, Jul. 2017, doi: 10.21158/01208160.n82.2017.1647.
- [11] A. Palacio Lopera, “Legislación ambiental en Colombia: ayer, hoy y desafíos,” *Summa Iuris*, vol. 7, no. 1, pp. 97–113, Jun. 2019, doi: 10.21501/23394536.3277.
- [12] M. Velázquez Gutiérrez, “Speech hegemonic environmental agencies through cooperation and its influence on international relations Discours hégémonique environnement agences grâce à la coopération et son influence sur les relations internationales Discurso hegemônica órgãos ambientais através da cooperação e sua influência sobre as relações internacionais,” *Educación*, vol. 12, no. 13, pp. 191–202, 2014.
- [13] Organización de las Naciones Unidas (ONU), “De Estocolmo a Kyoto: Breve historia

- del cambio climático | Naciones Unidas,” 2020. <https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico> (accessed May 31, 2021).
- [14] C. de Redacción, “Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo,” *Rev. Fom. Soc.*, pp. 135–140, 1993, doi: 10.32418/rfs.1993.189.2810.
- [15] J. C. Gutierrez Casas, “Diseño de un instrumento para el seguimiento y evaluación de la gestión ambiental de las Corporaciones Autónomas Regionales - CARs, en Colombia,” *Univ. Nac. Colomb.*, p. 200, Sep. 2016, Accessed: Jun. 01, 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58739>.
- [16] Parlamento Europeo, “La política de medio ambiente: principios generales y marco básico”, *Fichas técnicas sobre la unión Eur.*, no. 1999, pp. 1–5, 2016, Accessed: May 31, 2021. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/71/la-politica-de-medio-ambiente-principios-generales-y-marco-basico>.
- [17] Commission of the European Communities, “Tratado de Maastricht,” *D. Of. las Comunidades Eur.*, no. 7 de junio de 2016 (C202), pp. 1–412, 1992, Accessed: May 31, 2021. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/es/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/maastricht-treaty>.
- [18] Unión Europea, *Tratado de Ámsterdam*. 1997.
- [19] F. A. LUZÁRRAGA and M. G. LLORENTE, “EL TRATADO DE LISBOA,” in *La Europa que viene: el Tratado de Lisboa*, 2020, pp. 61–98.
- [20] P. Zarta Ávila, “La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad”, *Tabula Rasa*, no. 28, pp. 409–423, Jan. 2018, doi: 10.25058/20112742.n28.18.
- [21] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, “Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente,” *Historia Santiago.*, pp. 1–5, 2016, Accessed: Jun. 01, 2021. [Online]. Available: <https://www.un.org/es/ga/62/plenary/unep/bkg.shtml>.
- [22] “División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.” <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm> (accessed Jun. 01, 2021).
- [23] A. Palacio Lopera, “Legislación Ambiental Environmental Legislation in,” *Summa Iuris*, vol. 7, no. 1, pp. 97–113, 2019.
- [24] Organización de las Naciones Unidas (ONU), “De Estocolmo a Kyoto: Breve historia del cambio climático | Naciones Unidas,” 2020. <https://www.un.org/es/chronicle/article/de-estocolmo-kyotobreve-historia-del-cambio-climatico> (accessed Jun. 01, 2021).
- [25] M. de A. y D. S. MADRS, “Decreto 2811 de 1974 - Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente,” *D. Of.*, vol. 1, no. 1, p. 122, 2014, [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf.
- [26] Colombia. Congreso de la República, *LEY 9 DE 1979*. 1979, pp. 1–90.
- [27] Congreso de la República de Colombia, “Ley 99 De 1993,” *D. Of.*, no. 41146, p. 44, 1993.
- [28] M. de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Decreto 1076 de 2015, Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible,” *Decreto 1076 2015*, pp. 1–650, 2015, [Online]. Available: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>.
- [29] Astrea Medellín, *Resolución 2231 de 2018 AMVA*. 2018.
- [30] V. y D. S. Ministerio de Medio Ambiente, “Decreto 2372 de 2010,” *D. Of. No. 47.757*, p. 23, 2010, [Online]. Available: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf.
- [31] Área Metropolitana Valle de Aburrá, “Resolución metropolitana 2231 de 2018 - ZUAP,” no. 40, p. 10, 2018.
- [32] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, “El daño ambiental aumenta en todo el planeta, pero aún hay tiempo para revertir el peor impacto si los gobiernos actúan ahora: PNUMA,” *United Nations Environ. Program.*, pp. 1–11, 1970, Accessed: Jun. 01, 2021. [Online]. Available: <https://www.unep.org/node/19033>.
- [33] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe,” *Reun. del Cons. Reg. Planif. del Inst. Latinoam. y del Caribe Planif. Económica y Soc.*, p. 59, 2019, [Online]. Available: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44731/1/S1900439_es.pdf.
- [34] Unifikas, “Unifikas | Software de Gestión - Calidad, Medioambiente, Prevención,” 2020. <https://www.unifikas.com/es> (accessed May 31, 2021).
- [35] “Home - Sigea Software.” <https://www.sigeasoftware.com/es/> (accessed May 31, 2021).
- [36] “SoftExpert Software - Conformidad, innovación y transformación digital.” <https://www.softexpert.com/es/> (accessed May 31, 2021).
- [37] “ISO Software.” <https://www.isotools.org/> (accessed May 31, 2021).
- [38] “La solución de software central para su gestión de EHS | Quentic.” <https://www.quentic.es/> (accessed May 31, 2021).
- [39] “eco2biz - Software de Gestión Ambiental.” <https://eco2biz.com/> (accessed May 31, 2021).
- [40] “Software para sistemas de gestión de calidad | KAWAK.” <https://www.kawak.net/> (accessed May 31, 2021).
- [41] “Software de Gestión Ambiental | Cumplimiento ambiental - Gensuite.” <https://www.gensuite.com/products-and-services/environmental-management-software-es/> (accessed May 31, 2021).
- [42] “Enaxis - Software de Gestión de Calidad.” <https://www.enaxis.com/es/> (accessed May 31, 2021).
- [43] “Brochure M-Risk.” <https://www.m-risk.com/lp-brochure-m-risk> (accessed May 31, 2021).
- [44] “Stakeholder Engagement Software, and More | Borealis.” <https://www.boreal-is.com/> (accessed May 31, 2021).
- [45] “Wibeee - Ahorra en tu factura controlando el consumo energético.” <https://wibeee.com/> (accessed May 31, 2021).
- [46] “Ecochain - Environmental Intelligence Platform.” <https://ecochain.com/> (accessed May 31, 2021).
- [47] “Metrio - Sustainability & ESG Software.” <https://www.metrio.net/> (accessed May 31, 2021).
- [48] “Enablon® - Sustainability, EHS & Operational Risk Management Software.” <https://enablon.com/> (accessed May 31, 2021).

- [49] “ENFOS.” <https://www.enfos.com/es/> (accessed May 31, 2021).
- [50] “ECO-OS Sustainability Applications platform.” <https://www.ecoos.co/> (accessed May 31, 2021).
- [51] “eagle.io - The Environmental IoT Platform.” <https://eagle.io/> (accessed May 31, 2021).
- [52] “Calidad del Aire | AirVisual - Aplicaciones en Google Play.” <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.airvisual> (accessed May 31, 2021).
- [53] “Plume Labs: Contaminación del Aire - Aplicaciones en Google Play.” <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.plumelabs.air&hl=es> (accessed May 31, 2021).



DESARROLLO DE UN AMBIENTE SEMIAUTOMATIZADO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE CONCEPTOS DE PRODUCCIÓN APLICADOS A LA INDUSTRIA DE CONFECCIONES.

J.A. Cock Ramírez¹ y M. Osorio Beltrán¹

¹Grupo de investigación INAMOD. Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Itagüí, Colombia.

jcock@sena.edu.co; marosorio@sena.edu.co

Palabras clave: Manufactura Sincronizada, Confecciones, Sistemas Semiautomáticos, SCADA, Manejo de Materiales.

RESUMEN

En este artículo se presenta el resultado de un proyecto de investigación cuyo objetivo fue el diseño, desarrollo e implementación de un ambiente semiautomatizado de enseñanza y aprendizaje de procesos de producción en confección, conformado con el uso de una banda transportadora con movimientos discretos controlados por PLC, botones en cada estación y software de supervisión SCADA. El ambiente permite enseñar a los aprendices del Sena de confecciones, con una mayor apropiación de conceptos y técnicas útiles de manufactura esbelta, de una manera práctica, lúdica y didáctica. El ambiente sirve de laboratorio y es referente como un modelo de producción para la industria de las confecciones en Medellín. Con este modelo se rompen paradigmas del uso de la automatización en un sector en el que, la productividad y calidad, dependen en gran medida de la habilidad del operario, y en el cual los cambios de referencia de producto son continuos debido a la moda.

El proyecto parte de la necesidad de la industria del sector de las confecciones de aumentar la productividad para tener una mayor competitividad a nivel global [1],[2]. Las empresas deben incluir en sus estrategias temas como la innovación y la tecnología, la infraestructura, la logística, para conquistar mercados internacionales [3]. Esto es particularmente importante en la industria de Medellín, dado que esta actividad es una de las principales en la ciudad. El sector textil-confecciones al 2021, y desde hace muchos años, ha sido de gran importancia en la economía nacional. En 2014 el sector textil-confección tuvo una participación del 9,2% en el PIB de toda la industria manufacturera del país [4]. Antioquia ha tenido una gran participación en número de empresas de dicho sector con un 23.83% al 2012, sólo superado por Bogotá con un 48.61% [5]. De acuerdo con la Cámara de Comercio de Medellín [6], en el departamento de Antioquia la mayoría de las empresas son micro (90% al 2020) y pequeñas (7.3% al 2020). Esta misma entidad calcula que el 50% aún no se han formalizado. Estas empresas cuentan con recursos insuficientes para hacer vigilancia tecnológica y personal con un bajo nivel educativo y poco conocimiento para hacer un control muy eficiente de planta, a diferencia de la gran industria [1], por lo que se requieren soluciones económicas y sencillas, pero que permitan incrementos notorios en cuanto a productividad y eficiencia.

En Colombia, el sector textil/confección, diseño y moda cuenta con una cadena de producción consolidada y desarrollada, destacándose como uno de los cuatro sectores con crecimiento positivos en el 2019. La conquista de nuevos mercados, una mayor productividad, el fortalecimiento de los procesos de diseño, el desarrollo de producto y la integración de nuevas tecnologías, han logrado que algunas marcas sean reconocidas a nivel nacional e internacional. Según Raddar 2020 [7], respecto al gasto en productos relacionados con la moda en el mes de agosto del 2020, los hogares colombianos gastaron 1,72 billones de pesos. Esto representó el 2,9% del gasto de las familias. Sin embargo, la producción y ventas siguen cayendo frente al 2019, con un decrecimiento del -36.1% es una industria que busca subsistir en la actual crisis económica.

A nivel nacional, al 2019, el sector de confecciones contó con una participación en la producción bruta del 2,8% de la industria manufacturera [8], con 71.369 personas ocupadas. Según la Cámara Colombiana de la Confección y Afines y el gremio de los confeccionistas [9], se resalta que es un sector altamente representativo en la actividad industrial del país y en la participación del PIB y que requiere de atención. Con más de cien años en la historia económica nacional, su tejido empresarial está conformado

en un 99% por empresas Micro, Pequeñas y Medianas empresas (Mipymes), las cuales presentan considerables brechas en materia de competitividad. La tecnología, la mejora de procesos, las deficiencias en investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico, el valor agregado en diseño y la falta de especialización en segmentos de mercados, son los grandes retos que enfrenta el subsector [10].

Una forma de contribuir en mejorar la productividad es promoviendo la automatización desde los procesos de formación en confección del Sena donde, a partir de una formación experiencial, los aprendices ahora interactúan con tecnologías semiautomatizadas que simulan procesos de producción reales, lo que les permite aprender conceptos útiles de manufactura esbelta y conceptos básicos de automatización de una manera práctica, lúdica y didáctica. Esta experiencia facilita el desarrollo de aprendizajes significativos y transformadores aplicables en la industria. La estrategia de inclusión de tecnologías como las TIC y la automatización en el ambiente de clase, facilita la experimentación y toma de datos, lo que permite al alumno validar la teoría apoyado en la práctica y potencia su aprendizaje [11]. El uso de tecnologías como la automatización en la educación, ha dado forma a la Ingeniería Educativa, permitiendo lograr espacios para la construcción del conocimiento [12]. Otra forma de incentivar el desarrollo tecnológico es mostrarle a la industria a modo de referente, el uso de otros modelos y técnicas de automatización útiles para una toma rápida de decisiones y un mayor control de planta.

El proyecto realizado consiste en el diseño, desarrollo e implementación de un ambiente semiautomatizado, para la enseñanza y aprendizaje de conceptos de producción aplicados a la industria de confecciones con movimiento de materiales en proceso, mediante el uso de una banda transportadora con control sincrónico y movimientos discretos controlados con PLC y con captura de información de las operaciones en tiempo real, con la ayuda de un software de supervisión, control y adquisición de datos SCADA, para desplegar parámetros de producción en una pantalla gigante, de manera que los aprendices puedan ver la duración de las operaciones y sus tiempos promedio, para identificar así los cuellos de botella de un proceso productivo en confecciones.

En este artículo se presentan los resultados obtenidos describiendo cómo fue la concepción, diseño, implementación del ambiente semiautomatizado, su uso posterior y cómo se ha de medir el impacto real esperado. Actualmente, este ambiente ya se está instalando en el Sena, en la fase de socialización y apropiación del proyecto por parte,

tanto de los instructores como los aprendices que se encuentran en etapa de producción. En las primeras pruebas de producción se están confeccionando camisetas tipo Polo, de las cuales se tienen estándares y tiempos de procesos esperados en módulos de confección convencionales, que permitirán hacer comparativos y verificaciones del incremento en productividad respecto a otros módulos haciendo el mismo producto. Algunos aprendices que participaron en la implementación han sido entrevistados con el fin de determinar el impacto en su formación, sin embargo, el objeto fundamental de este artículo es presentar la funcionalidad y cómo se implementó el ambiente semiautomatizado. Para el diseño del ambiente se hizo uso de diferentes conceptos; se realizó una integración mecatrónica que es aplicada al manejo y transporte de materiales, lo que permite de una manera didáctica, a modo de laboratorio de enseñanza y aprendizaje, la apropiación de conceptos de producción aplicados a confecciones. A continuación, se dan claridades sobre cada concepto referente.

1.1 MECATRÓNICA:

Es una disciplina que integra sistemas mecánicos, electrónicos y eléctricos, control e informática. Útil en la elaboración de máquinas, productos, procesos y equipos inteligentes. Integra áreas y tecnologías relacionadas con sensores, elementos de control basados en microcontroladores y microprocesadores, y actuadores o sistemas de accionamiento. [13]. Los Controladores Lógicos Programables PLCs son elementos basados en Microprocesadores usados en el control de sistemas de automatización.

1.2 SISTEMAS DE MANEJO DE MATERIALES:

Los sistemas de Manejo o Movimiento de Materiales, Material Handling, son una combinación de procesos, métodos, personas y equipos, para el transporte, embalaje, y almacenamiento de materiales, partes o productos, de acuerdo a un tiempo y espacio disponibles. El Instituto sobre Manejo de Materiales, MHI, da lineamientos útiles al manejo de materiales según el tipo, tamaño, fragilidad y normas de seguridad. Los equipos de manejo de materiales, MHE, pueden ser de muchos tipos, como bandas transportadoras, *conveyors*, estibas, montacargas, *buffers*, robots, almacenes automáticos, etc. [14].

1.3 SCADA:

Los sistemas SCADA, (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) [15], son un concepto de sistema de comunicación y software que permite controlar y monitorear procesos industriales a distancia, en tiempo real, comunicándose con dispositivos de campo, dando información útil de calidad, funcionamiento, almacenamiento de datos y supervisión.

02

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolló en siete etapas.

2.1 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES DEL SECTOR PRODUCTIVO:

Desde un enfoque cualitativo, se parte analizando la necesidad de que las empresas del sector de confecciones deben ser altamente competitivas en un entorno global, particularmente en la ciudad de Medellín, donde este sector cobra gran protagonismo por ser uno de los más importantes en la economía. Se realiza un árbol de problemas, Figura 1, usando metodologías de lluvia de ideas y análisis en grupo con expertos técnicos del centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, Sena, para determinar cuáles son las causas principales de improductividad en las pequeñas y medianas industrias del sector de confecciones, dado que estas empresas representan aproximadamente el 97,4% de este tipo de industria en la ciudad.

Del árbol de problemas se identifican como causas de improductividad, las deficiencias en sistemas y modelos de producción, y en el uso de maquinaria y tecnologías actuales y competitivas. De las entrevistas, tormentas de ideas y análisis, se concluye que estas deficiencias pueden estar presentes tanto en la grande como en la pequeña industria.

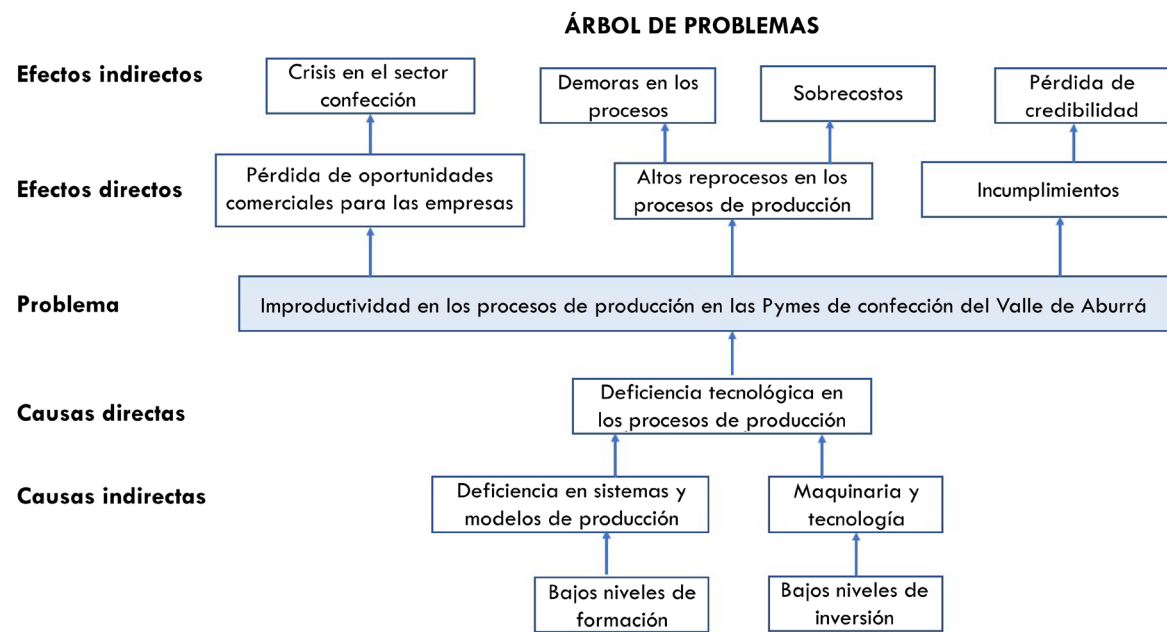


Figura 1. Árbol de problemas

2.2 CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA:

En esta etapa se realizó una revisión desde una perspectiva cualitativa, del estado actual de uso de tecnologías de manejo de materiales, MHS, particularmente de sistemas automáticos en empresas de diferentes tamaños del sector de confecciones de la ciudad de Medellín. Se realizaron entrevistas con expertos en el sector de confecciones que, actualmente, trabajan como instructores del Sena y como asesores de productividad, debido a su amplia experiencia en los diferentes procesos relacionados con el sector de las confecciones. Se realizaron visitas a tres empresas grandes del sector de confecciones y se hizo entrevista a los encargados de producción. De acuerdo con los expertos entrevistados, las empresas micro y pequeñas no cuentan con suficientes recursos financieros para invertir en sistemas automáticos ni para invertir en capacitaciones o para investigar en nuevas tecnologías, y se concentran en el trabajo operativo del día a día.

2.3 CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA PRODUCTIVIDAD:

A partir de los resultados obtenidos anteriormente con las entrevistas y visitas, se plantea la siguiente pregunta: ¿Qué sistemas de producción semiautomatizada se pueden implementar en los procesos de formación en producción en confecciones, que permitan más control y acceso a la información de forma rápida? A partir de esta pregunta, se analizó cómo los sistemas de producción en línea y los sistemas de adquisición de datos aumentan la productividad, y segundo, cómo un operario formado en un ambiente semiautomático impactará de forma positiva las industrias en cuanto a productividad. Partiendo de experiencias previas en sectores diferentes como el sector automotriz, línea blanca y electrónica, donde se tiene un gran avance en sistemas de automatización, manejo de materiales e ingeniería industrial, se plantearon las siguientes hipótesis:

- Se pueden aplicar sistemas alternos o complementarios al sistema modular usado convencionalmente en el sector de las confecciones, y diferentes modelos productivos con más control y acceso a la información de forma rápida, como por ejemplo, los sistemas de producción en línea y los sistemas de adquisición de datos, que aumenten la productividad.
- Un operario instruido en un ambiente semiautomático impactará de forma positiva las industrias en cuanto a productividad.

2.4 CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA ESPECIALIZADA PARA EL AMBIENTE:

Se comenzó planteando en reuniones, junto con instructores de electrónica, conceptos de semiautomatización para confecciones. El primer concepto, incluía el uso de microcontroladores y Tablet en cada puesto, con programación Web y comunicación a un servidor vía WiFi, para control de producción. Una segunda opción, fue la de poner una banda transportadora con movimiento discreto regulado con un sensor de posición, botones de aviso en cada estación, y bandejas para el transporte de materiales, con retorno por rampa inclinada. En este modelo se contempla poner las máquinas de confección alternadas y estaciones de inicio y fin. Figura 2.



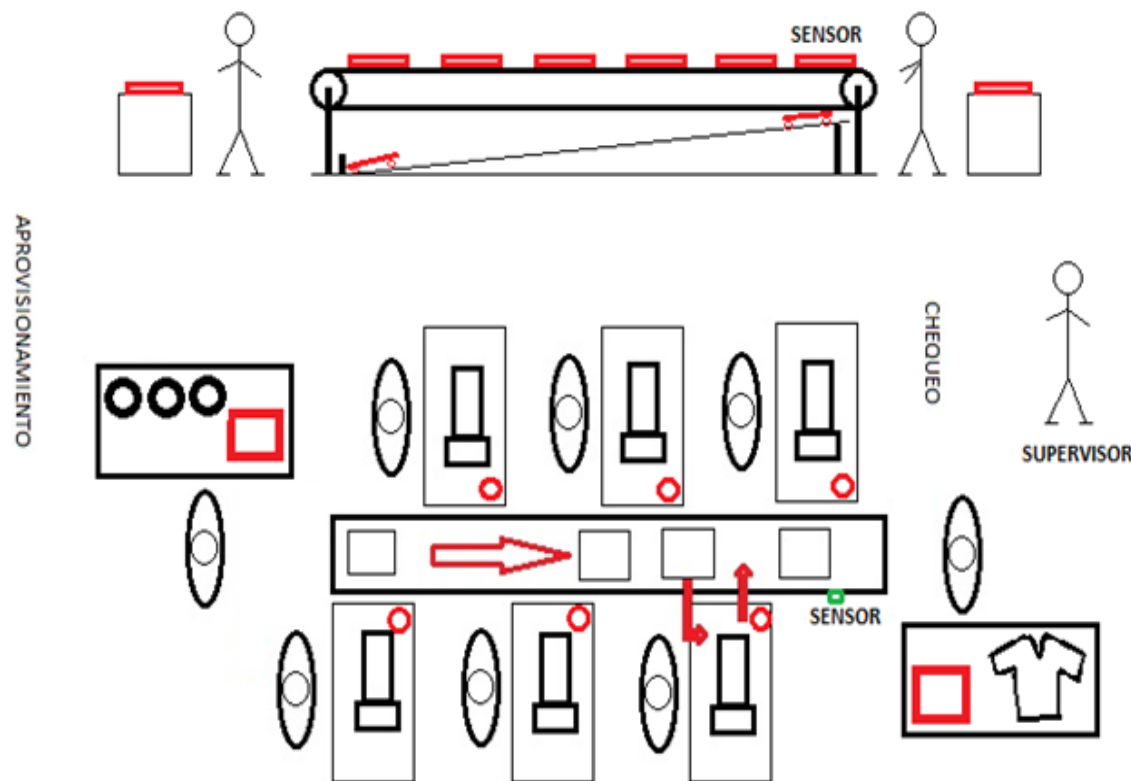


Figura 2. Concepto inicial de banda transportadora

2.4.1 Construcción de concepto técnico: Se analizó que el diseño incluyera sistemas de control por PLC, sin bandejas y con movimiento continuo o discreto, con paros de emergencia en cada estación y con comunicación con botones y balizas usando cables. Este concepto fue seleccionado por la robustez. El sistema incluye elementos de captura y despliegue de información que permite a los estudiantes de confecciones aprender el uso de maquinaria y elementos relacionados, teorías de producción como la identificación de cuellos de botella, balanceos de línea, indicadores de productividad, curvas de aprendizaje, cambios rápidos de alistamientos (SMED), Manufactura esbelta, etc.

2.5 DISEÑO DEL PROTOTIPO AMBIENTE SEMIAUTOMATIZADO:

Se diseñó un cronograma y se inició el proyecto determinando las restricciones de espacio del taller del Sena. Se determinó el lugar de uso de una banda y los requerimientos de diseño en cuanto a ergonomía, seguridad para el operario y valorando riesgos laborales, acorde a normas técnicas y disposiciones legales como el decreto

1443 de 2014 de Colombia [16], referente al Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, el Diseño antropométrico de puestos de trabajo [17], y la norma NTC 5831 (NTC, 2010) [18]. Se determinaron los puestos requeridos acorde al proceso, para dimensionar la banda. Se revisó una ficha técnica de un producto estándar para entender cómo sería el balanceo de operaciones en las máquinas disponibles. Según las restricciones y deseos, se identificaron elementos portadores de funciones, se cotizaron de diferentes proveedores, y se diseñó la banda en cuanto a los sistemas: mecánico, eléctrico y neumático. Se modelaron mediante Solidworks y Flexim, el diseño general, Figura 3, y se hicieron los planos del sistema eléctrico, mecánico y de ubicación en el taller en Autocad.

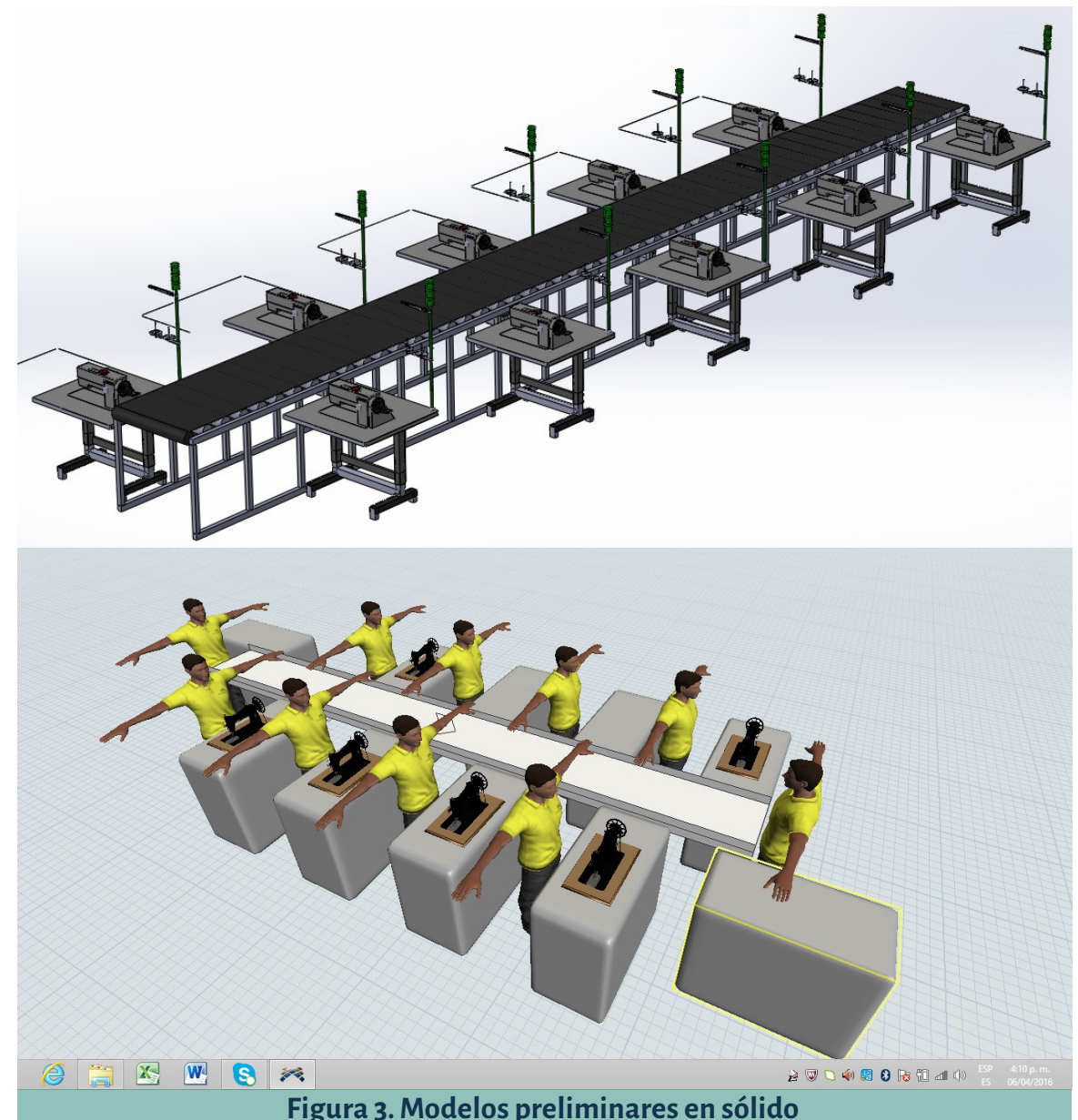


Figura 3. Modelos preliminares en sólido

Validados los planos con un proveedor integrador externo, se ejecutó el montaje de la banda con sus sistemas de control y sistema SCADA. La documentación fue concluida por este proveedor, que incluye manual de operación, configuración, mantenimiento y acceso al PLC mediante el SCADA. Actualmente, se está en la etapa de implementación y apropiación del método de trabajo sincrónico y uso del aula con los instructores del taller de confecciones del Sena, para los cuales hay un cambio significativo en su esquema de trabajo, el cual han aprendido en su experiencia en la industria.

2.6 INSTALACIÓN Y MONTAJE:

Una vez creados el diseño de planos técnicos de los mecanismos mecánicos, planos eléctricos y electrónicos articulados a una banda transportadora, se integraron al sistema de producción, lo que facilitó la instalación de los equipos y máquinas de confección.

El ambiente lo conforman 12 puestos de trabajo ubicados alrededor de la banda, cada puesto de trabajo está dotado con máquinas, herramientas, balizas de señalización con tres colores: rojo, verde y amarillo, cada color indica el estado de las operaciones en los puestos de trabajo, además, se le integraron tres botones de control automático que miden los tiempos de producción y eficiencias de cada operario. El proceso productivo se ejecuta de acuerdo con un orden operacional y tiempo de producción definido en una ficha técnica de la prenda a fabricar.

2.7 VALIDACIÓN DE AMBIENTE DE FORMACIÓN:

Para la validación del ambiente semiautomatizado para la enseñanza y aprendizaje de conceptos de producción aplicados a la industria de confecciones, se realizaron las siguientes actividades (Figura 4): se identificó un grupo de aprendices con su respectivo instructor a quien se le capacitó y entrenó en el manejo del sistema de la banda transportadora; se construyó de acuerdo con el producto, la ficha técnica con sus respectivos procesos productivos y tiempos, los cuales fueron registrados en el sistema que opera la banda, de tal forma que, con esta información, el sistema operativo de la banda permitiera llevar el control de la producción en tiempo real y registrara la información del proceso productivo, por cada uno de los puestos de trabajo, donde los aprendices operarios cada vez que termina una operación pulsan los botones de control que identifica los tiempos reales de producción, cumpliendo así los principios básicos de la manufactura esbelta.

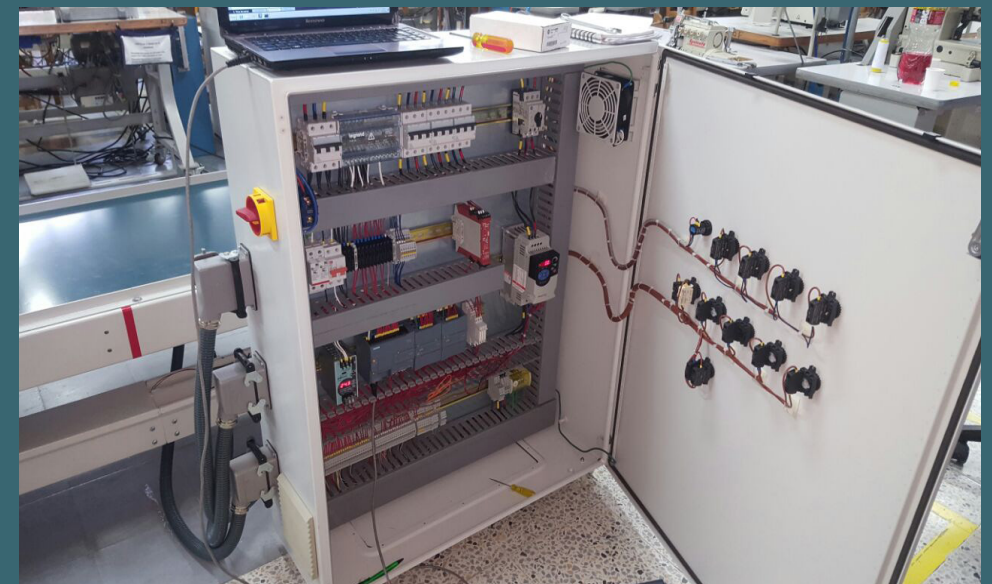


Figura.4. Banda transportadora, Tablero de control y Aula Semiautomatizada implementada

En el ambiente semiautomatizado para la enseñanza y aprendizaje, se utilizan conceptos del campo de la Automatización y la ingeniería industrial. La banda, para el control de movimiento, cuenta con un sistema PLC (Controlador Lógico Programable) el cual es un dispositivo cerebro electrónico tal como un computador, de uso industrial, que permite leer sensores y activar actuadores. En este caso, los sensores son botones pulsadores, los cuales son de dos tipos: uno verde de un solo contacto, normalmente abierto, que una vez presionado lleva una señal al PLC, y el otro es un botón de paro de emergencia rojo tipo hongo, con dos contactos, uno normalmente cerrado para desenergizar el variador de velocidad y el otro normalmente abierto para informar al PLC. Los PLC almacenan en memoria un programa que determina el funcionamiento del sistema. El sistema cuenta con un sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), el cual permite supervisar y controlar procesos industriales, a través de un software y drivers, que permiten leer las variables internas almacenadas en un PLC y dispositivos de campo, en tiempo real, para poder gestionar un sistema productivo.

El esquema de funcionamiento del sistema, en cuanto a producción, es un sistema sincrónico tipo FIFO (*First input, first output*) en una cola de trabajo, es decir, el movimiento se sincroniza con la acción de los sensores que, en este caso, son botones en cada estación. No hay movimientos que se hagan según lapsos de tiempo, sino que dependen netamente de la acción del operario en los botones. Existen sistemas de producción en línea sin ese tipo de sincronización, donde el producto avanza a una velocidad constante y el operario se tiene que acomodar al lapso de tiempo en el que pasa el producto, es el caso de las ensambladoras de motos, donde la moto avanza continuamente pero el operario se tiene que mover a medida que la moto avanza, y cuando termina, se debe regresar para encontrar la moto siguiente.

El ambiente diseñado es un modelo innovador que parte de aplicar técnicas de movimiento y manejo de materiales tomado de otras industrias, como la de ensamble electrónico y automotriz. En la industria de la confección, se aplican variantes que permiten adquirir información de tiempos de trabajo y mantenimiento en cada estación en tiempo real, tener los tiempos de espera de cada operación y desplegar dicha información en pantalla gigante mediante software SCADA, para que los aprendices de una manera lúdica, mejoren su desempeño en la operación de equipos de confección, y a su vez, comprendan las problemáticas y teorías aplicables de manufactura esbelta a ser implementadas como prácticas en el aula laboratorio.

El sistema diseñado permite el transporte de la prenda entre las diferentes estaciones de trabajo (máquinas) permitiendo el control de transporte uno a uno entre las operaciones. Su funcionamiento requiere una distribución de las máquinas de forma lineal e intercalada.

Después de la etapa de definición de requerimientos del aula semiautomática, se llegó a la conclusión de que al ser el aula parte del taller de confecciones del Sena, se debe poder fabricar cualquier tipo de prenda allí, por tanto, uno de los requerimientos principales es la flexibilidad. La banda permite que se pueda poner cualquier tipo de máquina de confección junto a ella. Las máquinas son de múltiples tipos, pero se reconocen fácilmente cinco tipos como son: Plana, Fileteadora, Recubridora, Ojaladora y Botonadora. Se tiene la posibilidad de poner cualquier mezcla de máquinas, en cualquier orden, para cumplir con las operaciones para armar cada prenda. Adicionalmente, las máquinas son alimentadas con suministro monofásico a 110V o a 220V bifásico o trifásico, según la marca y motor usado. La banda cuenta con tomas para cualquier configuración. En las ocho estaciones disponibles para máquinas hay suministro de aire comprimido para la que lo requiera en cualquier uso.

Otro requerimiento de flexibilidad es que se pueda trabajar de pie o sentado, por lo que las bases de la banda construida permiten seleccionar alturas entre 40 y 90 cm. La forma de operar la línea consiste en que sobre la banda se colocan las prendas, estas van avanzando de estación en estación. Por motivos del tamaño de las máquinas de coser, de espacio en el taller y los espacios para los operarios, se llegó a la conclusión de que la banda debía tener seis metros de largo, con diez estaciones de trabajo separados cada 60 cm, de las cuales el primer puesto es de aprovisionamiento de insumos y materia prima requeridos para la prenda, y el último puesto es de empaque y control de calidad, y cualquier producto que se realizará en el aula debería hacerse en los otros ocho puestos restantes con diferentes máquinas.

En cada estación, se toman los materiales, se realiza la operación y se retorna el elemento semielaborado a la banda, y con un botón verde en la estación, se informa al sistema que se ha completado la operación. Cuando todas las estaciones confirman que han finalizado su operación, la banda avanza un paso. El aula diseñada se vale de sistemas luminosos de baliza, los cuales permiten la comunicación entre operarios y personal de mantenimiento o supervisores. En cada puesto hay una señal luminosa tipo semáforo, roja, amarilla y verde, la cual indica el estado de esa operación. El verde anuncia que la operación está lista y ha sido concluida, y por lo tanto, la banda tiene permiso por parte de dicha estación para avanzar. Cada vez que la banda avanza un paso, las luces retornan amarillo, de esta forma se logra un flujo sincronizado. Para avanzar, todas las luces deben estar en verde simultáneamente. Cuando queda solo una luz amarilla, y ésta permanece mucho tiempo encendida, se le está indicando al supervisor que esa estación está pendiente por terminar su operación y es un posible

cuello de botella, y así se pueden ver las deficiencias en el balanceo de asignación de cargas de trabajo. Este sistema de control de movimiento y flujo de producción, requiere de un buen balance de las cargas de trabajo, condicionado a un ritmo de producción autorregulado. Al tener un aula flexible, se pueden hacer cambios rápidos con técnicas SMED para cambios de referencia. Mediante una herramienta TIC se hace el balanceo de cargas y se compara con lo evidenciado en el aula semiautomática.

La luz roja se enciende cuando un operario presiona el botón de paro de emergencia. Estos botones están conectados a un Relay de paro de emergencias que deshabilita el variador de velocidad e informa al PLC en qué estación se produjo el paro de emergencia. En este caso, un mecánico o un supervisor deben atender al llamado, y confirmar la solución al problema oprimiendo un botón en el gabinete de control.

04

CONCLUSIONES

En un proyecto de desarrollo e innovación, se logró realizar el aula semiautomática acorde a los requisitos, limitantes, cronograma, y requerimientos de los clientes, como el supervisor del taller y la seguridad de los operarios. El proyecto desarrollado tiene un alto impacto e innovación en procesos técnicos y tecnológicos aplicados en la formación para el trabajo, donde se logran integrar tecnologías de otros sectores industriales a procesos de producción en confecciones, permitiendo así que los aprendices logren interactuar en procesos de enseñanza-aprendizaje significativos para el mercado laboral.

El modelo de ambiente permite una mayor gestión visual del proceso productivo porque valida los balanceos y asignación de cargas de trabajo programadas, con la operación en tiempo real de la planta de producción, lo que facilita hacer cambios rápidos en la línea de producción, reprogramar el proceso o entrenar al aprendiz más lento del proceso productivo; facilitando así, el proceso de aprendizaje de cada aprendiz de manera autónoma y su entrenamiento e importancia para el equipo de trabajo.

En pruebas preliminares, se evidencia que se puede mejorar la productividad (determinada como la cantidad de prendas realizadas en un determinado intervalo de tiempo, ya sea en minutos o en horas), usando el método de producción sincrónica y transporte con banda transportadora de material en proceso, supeditado a la calidad del balanceo realizado de cargas de trabajo de los operarios. Todavía no se puede validar

la segunda hipótesis, donde se propone que un operario capacitado en un entorno de aula semiautomática impactará la industria positivamente en cuanto a productividad, esto se medirá cuando los operarios terminen su formación y hagan parte de la industria.

Se evidencia dificultad para los instructores, ya que se cambia el paradigma de producción donde no hace falta, según la teoría de restricciones, tener que mantener ocupados a los operarios, sino que es más importante apoyar al cuello de botella y balancear lo mejor posibles las cargas. Al mantener los operarios ocupados, acontecen situaciones donde se viola el sentido de flujo del material y se tiene diferente cantidad de productos en las estaciones, contrario al funcionamiento normal del modelo de producción en línea, haciendo que los datos registrados no correspondan a la realidad.

A medida que pasa el tiempo, hay un mejor entendimiento y la línea se hace más eficiente, moviéndose sincronizadamente con las operaciones realizadas en los puestos juntos.

El PLC usado muestra un funcionamiento robusto y seguro.

El desarrollo estuvo limitado por el presupuesto, pero se pudieron lograr los requerimientos completos. Una dificultad se encuentra en el factor humano que presenta resistencia al cambio, por lo que en el uso posterior del sistema se debe hacer un trabajo y ejercicio de educación y concientización con los involucrados y usuarios, invitándolos a romper paradigmas con apertura de mente, para que experimenten y puedan ver lo pros y contras del nuevo sistema de una manera objetiva, involucrándose más en el cambio y aportando información de evaluación constante.

05

AGRADECIMIENTOS

Se expresa agradecimientos a la subdirección, al coordinador académico Gustavo Carvajal, a los instructores técnicos del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda, al grupo de Investigación INAMOD, a los empresarios que participaron en los procesos de construcción y consolidación de la estrategia, y a la Dirección de SENNOVA por la financiación del proyecto.

06 REFERENCIAS

- [1] L. Pineda Serna en M. Jara, “Prospectiva y vigilancia tecnológica en la cadena fibra-textil-confecciones. Mapa tecnológico estratégico, nuevos escenarios para el futuro de la cadena productiva fibra textil confección de Colombia”, 2010. Recuperado de: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/11057/Prospectiva%20y%20vigilancia.pdf?sequence=1>
- [2] W. A. Sarache Castro, O. D. Castrillón, en J. A. Giraldo, “Prioridades competitivas para la industria de la confección: estudio de caso”, Cuadernos de administración, vol 24, no 43, bll 89–110, 2011. recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v24n43/v24n43a05.pdf>
- [3] B. Mac Master, I. Restrepo, “Estrategia para una nueva industrialización, Cámara Textil-ANDI”, 2015, recuperado de <http://www.andi.com.co/Asamblea/Documents/Libro/Estrategia%20para%20una%20nueva%20industrializacion.pdf>
- [4] F. Reyes Villamizar, J.A. Duque, N.P. Cáceres Vargas, N.M. Cubillos Castaño, “Desempeño del sector Textil-confección 2012-2014 Informe 2015”, Superintendencia de sociedades, 2015, recuperado de <https://www.supersociedades.gov.co/Historial%20de%20Noticias/2015/Septiembre/EE1-%20Sector%20Textil-%202015%20VIII%2014.pdf>
- [5] L.G. Vélez, E.F. Rodríguez, M.T. Camacho, N.M. Cubillos, “Informe desempeño del sector textil confección 2008-2012.” Superintendencia de sociedades, Bogotá, Colombia, 2013 Consultado en diciembre 1, 2016, de <http://www.supersociedades.gov.co/Documents/Informe-Sector-Textil-Oct152013.pdf>
- [6] “Caracterización de las microempresas de Medellín y del valle de Aburra que fueron cerradas en el período 2018-2019”, Investigación CEM/2020, Centro de estudios de la empresa Micro, Cámara de comercio de Medellín, 2020, recuperado de file:///C:/Users/jcock/Downloads/Cartilla_CEM2020_VF.pdf
- [7] Consumer Knowledge Group, “¿Que fue del gasto del 2020?”, Microeconomic Outlook, Raddar.net, 2021, recuperado de: <https://raddar.net/wp-content/uploads/2021/01/Microeconomic-outlook-Cierre-2020.pdf>
- [8] DANE, “Encuesta Anual Manufacturera (EAM), 2019”, Boletín Técnico, 2020, recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/boletin_eam_2019.pdf
- [9] “Sector textil exige atención inmediata y presenta agenda al Gobierno”, Semana, ago 2020, recuperado de <https://www.semana.com/pais/articulo/sector-manufacturero-exige-atencion-inmediata-del-gobierno-colombiano/295980/>
- [10] Lopera. O, “Análisis de la madurez de la automatización en el sector textil confección en Colombia”, Trabajo de grado, Universidad de Antioquia, 2021, recuperado de http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/20704/1/LoperaOlga_2021___AnalisisMadurezAutomatizacion.pdf
- [11] A. G. Martí en M. C. Villalba, “TIC en la enseñanza de las Ciencias Experimentales”, Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos, no 190, pag 39–44, 2003.
- [12] N. Barrera Lombana, “Use of Educational Robotics as a Teaching Strategy in the Classroom”, Praxis & Saber, vol 6, no 11, pag 215–234, 2015.
- [13] W. Bolton, Mecatrónica: Sistemas de control electrónico en ingeniería mecatrónica. Marcombo, 2002.
- [14] M. G. Kay, “Material Handling Equipment. Fitts Dept. of Industrial and Systems Engineering”, North Carolina State University, 2012, Consultado en diciembre 1, 2016, http://www.ise.ncsu.edu/kay/Material_Handling_Equipment.pdf
- [15] Boyer, S. A. “SCADA: supervisory control and data acquisition”, International Society of Automation, 2009.
- [16] Disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Decreto 1443 de 2014, Consultado en diciembre 1, 2016, recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=58841>
- [17] “Diseño antropométrico de puestos de trabajo, protocolo, Laboratorio de condiciones de trabajo.”, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Facultad de ingeniería industrial, Laboratorio de producción, 2009
- [18] “Norma NTC 5831, Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con videoterminal (vdt) (monitores). Parte 5: concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales”, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2010

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE INCUBADORA DE HUEVOS DE AVE DE CORRAL COMO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN LA EXTENSIÓN DE TECNOACADEMIA NODO TOLIMA.

S.L. Castellanos¹

¹ Semillero IDEATEC / Centro de Industria y Construcción / Tecnoacademia Nodo Tolima / Servicio Nacional de Aprendizaje SENA / Tolima, Colombia.

scastellanosf@sena.edu.co

Palabras clave: Avicultura, incubación artificial, automatización, tecnificación, granjas avícolas.

RESUMEN

El grupo de semillero de la Extensión de la Tecnoacademia Nodo Tolima realizó el diseño y construcción de un sistema automático de incubación artificial a pequeña escala, que garantiza las condiciones óptimas para el desarrollo del embrión, a través del control de variables ambientales. El resultado esperado con la implementación del prototipo es obtener un aumento representativo en la eficiencia del proceso de incubación, es decir, en el número de nacimientos exitosos obtenidos. Inicialmente, se explora el ciclo de la incubación artificial de huevos de aves de corral, partiendo del proceso natural, donde se identifican y se establecen las variables físicas, las condiciones y los aspectos relevantes de cada fase. Durante la fase de experimentación y prueba del dispositivo, se logró establecer una eficiencia promedio del 57,68% en el proceso de incubación, muy baja para las expectativas que se habían planteado. Durante el análisis de los resultados, se identificaron las causas de los bajos índices de eclosión y las mejoras que se deben implementar al prototipo para aumentar la eficiencia en el proceso.

Durante los últimos 20 años, el departamento del Tolima se ha consolidado en la zona centro del país como potencia en la producción de gallinas, huevos e incubación de pollitos. Según Calderón, Gómez y Delgado [1], la avicultura familiar representa uno de los principales medios de sustento de los hogares campesinos de la región, quienes implementan la cría de aves de corral con el objetivo del autoconsumo, y en algunas ocasiones, la comercialización de los productos sobrantes.

En la zona rural del departamento del Tolima, la cría de gallinas se realiza en su mayoría en los patios traseros de las viviendas, donde las aves generalmente permanecen sueltas y sin ningún tipo de manejo, solo en un pequeño número de fincas, cerca del 36%, se cuenta con espacios como galpones o cobertizos acondicionados para su cría [1]. Así mismo, la incubación de huevos se lleva a cabo de manera tradicional, esto implica que la tasa de nacimiento de pollitos es lenta, ya que depende de la cantidad de huevos que pone una gallina, entre 40 y 60 al año, y el tiempo que se toma la gallina clueca para incubar una nidada y criar a los pollitos, en promedio 17 semanas, durante este tiempo la gallina no pone huevos, lo que reduce la cantidad de nidadas a 3,5 al año, como lo explica Pym [2], y por tanto, la producción de especies para la comercialización es poco eficiente. La implementación de la incubación artificial busca mejorar la producción de huevos llegando al menos a 150 al año.

El concepto de incubación artificial y la implementación de estos sistemas de manera artesanal no son algo novedoso, las civilizaciones antiguas emplearon diferentes métodos de incubación artificial mil años antes de Cristo, los egipcios lograron una efectividad del 70% en incubadoras bajo tierra o diseñadas con barro tipo ladrillo, alcanzando una capacidad de 90.000 huevos. Por su parte, la civilización china aprovechó procesos naturales como la fermentación del estiércol para la incubación, asimismo, diseñaron hornos a base de arcilla para el mismo fin, logrando una capacidad de 600 huevos [3]. Estos métodos de incubación han evolucionado con el tiempo, incorporándose nuevas técnicas que mejoren la productividad en el proceso.

La industria 4.0 nos conduce hacia la automatización de procesos agroindustriales usando ciencias aplicadas como la electrónica y la programación en sistemas de medición y monitoreo de variables, así como el almacenamiento y procesamiento de datos que, tal y como lo plantea Gonzalez [4], permitan crear sistemas más eficientes que aumenten la producción y contribuyan con la disminución del consumo energético.

Por lo tanto, para aumentar la efectividad del proceso de incubación de huevos de aves de corral, se plantea como proyecto de investigación formativa del programa de Extensión de la Tecnoacademia en el departamento del Tolima, el diseño e implementación de un sistema de control electrónico que permita la supervisión de variables físicas y la automatización del proceso.

Este proyecto, busca que niños y jóvenes de zonas rurales del departamento, integren conocimientos teórico-prácticos para la solución de problemáticas del entorno, con ello, los aprendices lograron aplicar los principios de ingeniería, electrónica y robótica en el diseño, construcción y programación de un sistema automático, fortaleciendo en ellos habilidades como la solución de problemas y el trabajo colaborativo, e integrando conocimientos empíricos y recursos tecnológicos para dar solución a la problemática planteada, contribuyendo al desarrollo social y económico de la región mediante la implementación, mejora, tecnificación o automatización de actividades cotidianas, procesos agrícolas, pecuarios, entre otros.

De acuerdo con los objetivos planteados, el presente proyecto constituyó una investigación aplicada de carácter experimental, cuyos resultados se evaluaron de manera cuantitativa. El proyecto se desarrolló en seis etapas: *Reconocimiento del Problema, Estudio y Caracterización del Proceso de Incubación, Diseño del Prototipo, Implementación y Programación, Pruebas de Funcionamiento y Evaluación e Identificación de Mejoras*. Para cada una de ellas se plantearon actividades específicas que, de manera conjunta, aportaron a la realización del proyecto.

Atendiendo las necesidades para la educación, producto de la pandemia del COVID-19, los aprendices investigadores participaron de reuniones sincrónicas desde su casa. En este orden, para garantizar la efectividad del trabajo desarrollado, se hizo necesario establecer estrategias de comunicación entre los aprendices y el facilitador que per-

mitieran dar cumplimiento a los compromisos adquiridos, tanto de manera individual como en grupo de trabajo.

Durante las dos primeras etapas, las actividades propuestas fueron realizadas de manera independiente por cada aprendiz y llevadas a una socialización de conceptos durante las sesiones sincrónicas. Lo anterior, dejó como resultado el planteamiento del proyecto y su fundamentación teórica.

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE INCUBACIÓN:

Para garantizar la eficiencia en el proceso de incubación artificial de huevos, se tuvieron en cuenta las etapas de Reconocimiento del problema y Estudio y Caracterización del proceso de Incubación que incluyen los aspectos que van desde la selección de los huevos, pasando por el desarrollo del embrión, hasta la eclosión. En su orden, se ajusta a la metodología propuesta. De esta forma, la etapa de Reconocimiento del problema y estudio y caracterización del proceso de incubación implica las acciones que se describen a continuación:

2.1.1. Selección de huevos fértiles:

La selección de los huevos representa un factor de gran importancia, ya que de la calidad de éstos depende la efectividad de eclosión que se obtenga al finalizar el proceso de incubación:

- Es importante escoger huevos provenientes de gallinas sanas, bien desarrolladas y maduras, ya que las condiciones deficientes de salud y nutrición, afectan negativamente la fertilidad y las tasas de eclosión.
- Se prefieren huevos de tamaño mediano, pues los huevos pequeños producirán crías muy pequeñas, mientras que los huevos muy grandes podrán presentar problemas para incubar y eclosionar.
- Se deben evitar aquellos huevos que posean un cascarón muy delgado o roto, toda vez que presentan dificultad para mantener la humedad y, de esta manera, aumentan las posibilidades del ingreso de microorganismos que afecten el desarrollo del embrión.
- Se deben seleccionar sólo huevos limpios. No es recomendable lavarlos ni limpiarlos, ya que pierden la capa protectora, lo que facilita el ingreso de gérmenes a través de los poros del cascarón.
- No se aconseja elegir huevos deformes o irregulares.

En el día 7 se debe verificar la existencia de un embrión dentro del huevo; este proceso, se realiza dentro de una habitación oscura poniendo el huevo a contraluz con una linterna.

Los huevos fecundados se reconocen fácilmente, ya que se visualiza un punto negro dentro del huevo que corresponde al embrión vivo, el cual, al estar sano, el contenido se vislumbra bastante limpio y transparente, pues de lo contrario, su apariencia es turbia. En otro particular, el huevo no sano se reconoce por presentar un aro rojo de sangre alrededor de la yema o un punto negro pegado a las paredes de la cáscara. [5]

2.1.2. Cuidado y Almacenamiento de los huevos:

Una vez elegidos los huevos que serán utilizados para la incubación, se deben almacenar en una zona fría y húmeda; se deben cambiar de posición periódicamente durante el tiempo de almacenamiento, que no debe superar los 7 días, pues de lo contrario se reduce drásticamente el porcentaje de incubación exitosa. Antes de colocar los huevos en la incubadora, debe permitirse su calentamiento a temperatura ambiente.

2.1.3. Condiciones de Incubación:

Una incubadora es básicamente una caja caliente y húmeda, sin embargo, es necesario mantener las condiciones de ambiente especiales para garantizar la incubación y posterior eclosión de los huevos. Para ello, se debe tener en cuenta el tipo de incubadora a utilizar, toda vez que existen dos tipos de incubadoras: de aire forzado y de aire quieto. Las primeras, tienen ventiladores que proporcionan circulación interna de aire, mientras que las de aire quieto no tienen ventiladores, y el intercambio de aire se logra por la elevación y escape del aire caliente y viciado, y el ingreso de aire más fresco, cerca de la base de la incubadora.

La temperatura de incubación es el factor más importante a tener en cuenta en este periodo. Según Juárez, citado por Rodríguez y Cruz, [6] para huevos de gallina, la temperatura durante los primeros 18 días de incubación, debe estar en el rango de 37,5°C y 37,7°C, hacia el día 19 se debe disminuir la temperatura para reducir el riesgo de sobrecalentamiento a un rango entre 36,1°C y 37,2°C. López, citado en [6], afirma que las temperaturas más altas de lo normal afectan más que los niveles de calor bajos, ya que provocan la muerte del embrión, deshidratación, nacimientos prematuros y alta mortalidad de los pollitos al nacer y durante los primeros días de vida. De otra parte, de acuerdo con [7] una temperatura de incubación insuficiente (baja), prolonga la duración de ésta, así como pollitos inmaduros y de aspecto débil.

El control de la humedad al interior de la incubadora, es tan importante como el de la temperatura. De acuerdo con [8], la humedad relativa de la incubadora, entre el día 1

y el día 18, debe permanecer en el rango del 45% a 50%, y a partir del día 19 debe aumentarse al 65% o más.

La ventilación es otro factor a tener en cuenta, ya que mientras el embrión se desarrolla, el oxígeno entra al huevo a través de la cáscara y el dióxido de carbono escapa de la misma manera. Para que haya una buena circulación de aire, se necesitan al menos 2 orificios: una entrada de aire en la parte inferior de la incubadora y una salida en la parte superior. [8]

2.1.4. Volteo de huevos:

Según Rodríguez y Cruz [6], citando a Bonilla y Díaz, Vantress y Quintana, es indispensable la rotación de los huevos durante la primera semana de incubación, esto garantiza que el embrión no se adhiera a las paredes de la cáscara, y posteriormente, logre ubicarse en la posición óptima para el nacimiento, asimismo, el volteo constante, de 4 a 6 veces al día según [8], ayuda al enfriamiento del huevo, a partir del sexto día de incubación, el embrión empieza a realizar movimientos propios de manera voluntaria perdiendo importancia el volteo manual.

Según Rodríguez [6], citando Quintana, las consecuencias de un volteo insuficiente durante los primeros días de incubación pueden ser deformidades o rupturas en los pulmones de los pollitos, así como nacimientos en posiciones anormales, por otro lado, un volteo en la misma dirección provoca alta mortalidad de los embriones a causa de rupturas en los vasos sanguíneos y yemas.

2.1.5. Limpieza de la Incubadora:

Se debe realizar un proceso de limpieza de la incubadora antes de su uso, para ello deben retirarse todas las cáscaras de huevo, plumas, polvo y material adicional, luego, debe ser lavada con una solución caliente de detergente y enjuagarse con desinfectante. Un minucioso trabajo de limpieza resulta en una mejora de 95-99% en cuanto a control de enfermedades. [8]

2.2 DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PROTOTIPO:



Figura 1. a. Diseño 3D de la incubadora, b. Prototipo construido

Durante esta etapa, se hizo necesario desarrollar sesiones de formación en electrónica, robótica, programación y diseño 3D que brindaran a los aprendices la conceptualización básica en cada área. A partir de allí, se asignaron tareas de acuerdo con sus conocimientos, intereses y experiencias en un ambiente de trabajo colaborativo, donde cada aprendiz se hizo responsable de una parte del diseño. El resultado de esta etapa se representó en los planos físicos, electrónicos y lógicos del prototipo.

En las etapas de Diseño del Prototipo e Implementación y Programación, se tuvieron en cuenta los aspectos indispensables para conseguir los resultados de desarrollo y eclosión esperados, así como la disponibilidad de materiales y la facilidad de construcción.

El diseño físico de la incubadora se realizó, inicialmente, en un software de modelado 3D, esto permitió determinar su tamaño, la ubicación de los componentes emisores de calor, los sensores electrónicos y el ventilador, así mismo, decidir la posición de los agujeros para la ventilación teniendo en cuenta los espacios necesarios para situar los componentes antes mencionados y el mecanismo para el volteo de huevos, tal como lo registra la Figura 1a.

Como se puede observar en la Figura 1b, la caja contenedora es una nevera de icopor de 25 litros, a la cual se le realizaron tres agujeros que permiten la circulación de aire, cuenta con una plataforma enmallada en la que se sitúan los huevos durante todo el proceso de incubación, sobre la plataforma se encuentra una rejilla de madera con la que se consigue un volteo lento y uniforme de los huevos. En los costados derecho e izquierdo, se situaron dos bombillos de 40W, y en el costado trasero un ventilador, en la base de la incubadora se encuentra una bandeja del mismo material de la caja como recipiente contenedor de agua, que permite mantener la humedad dentro de la incubadora.

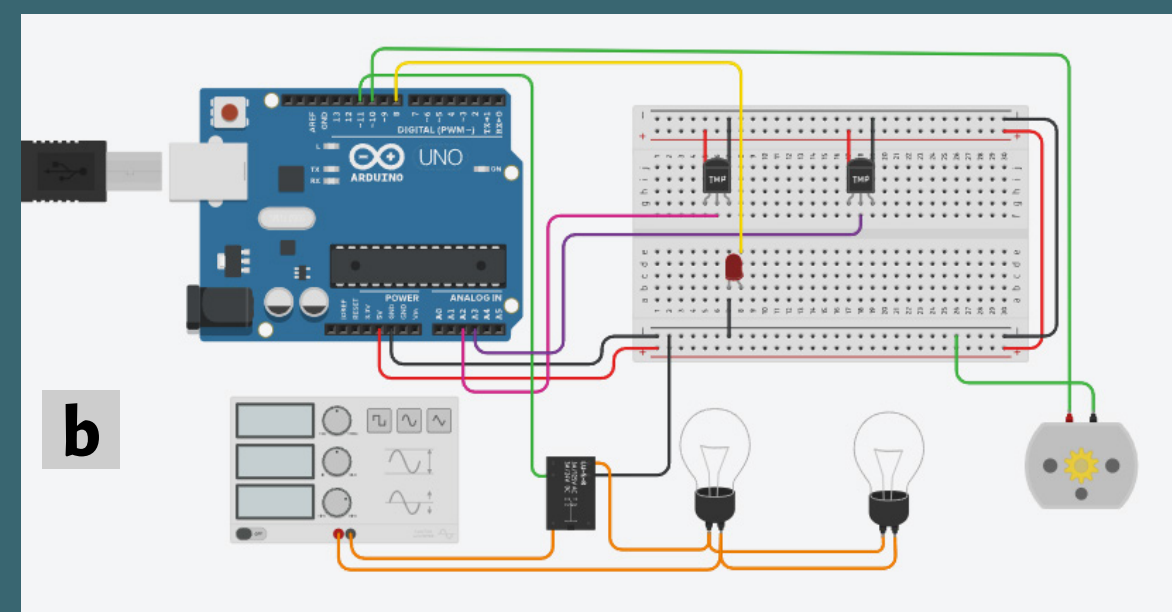
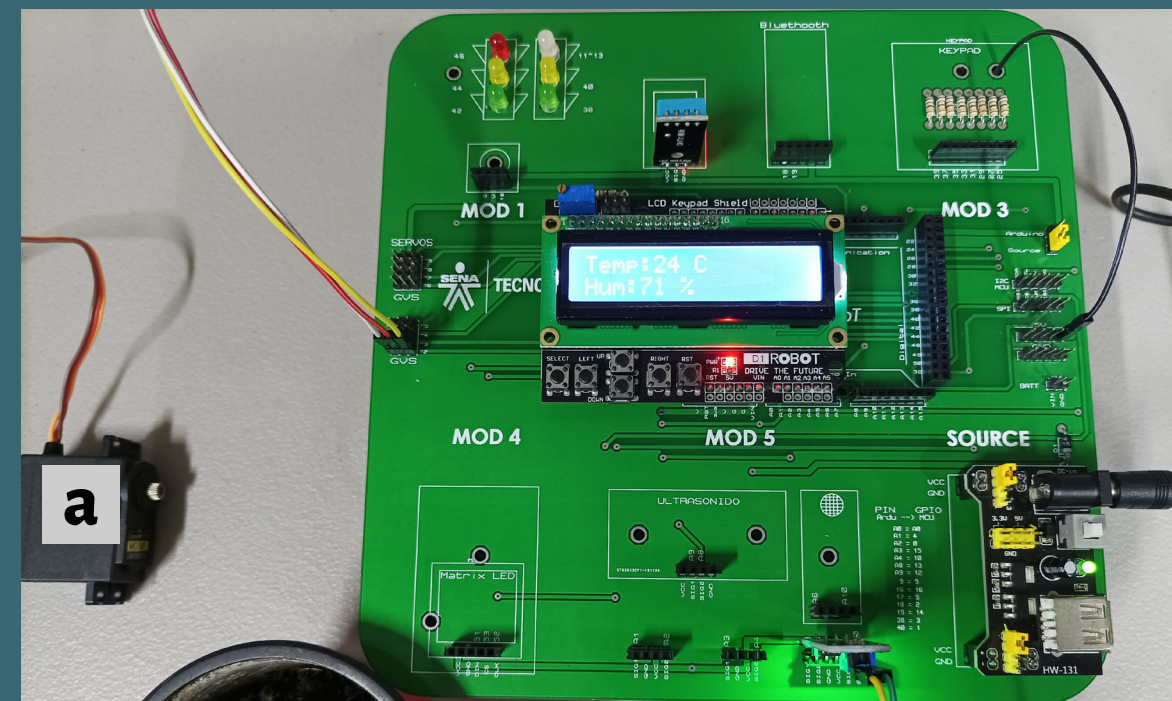


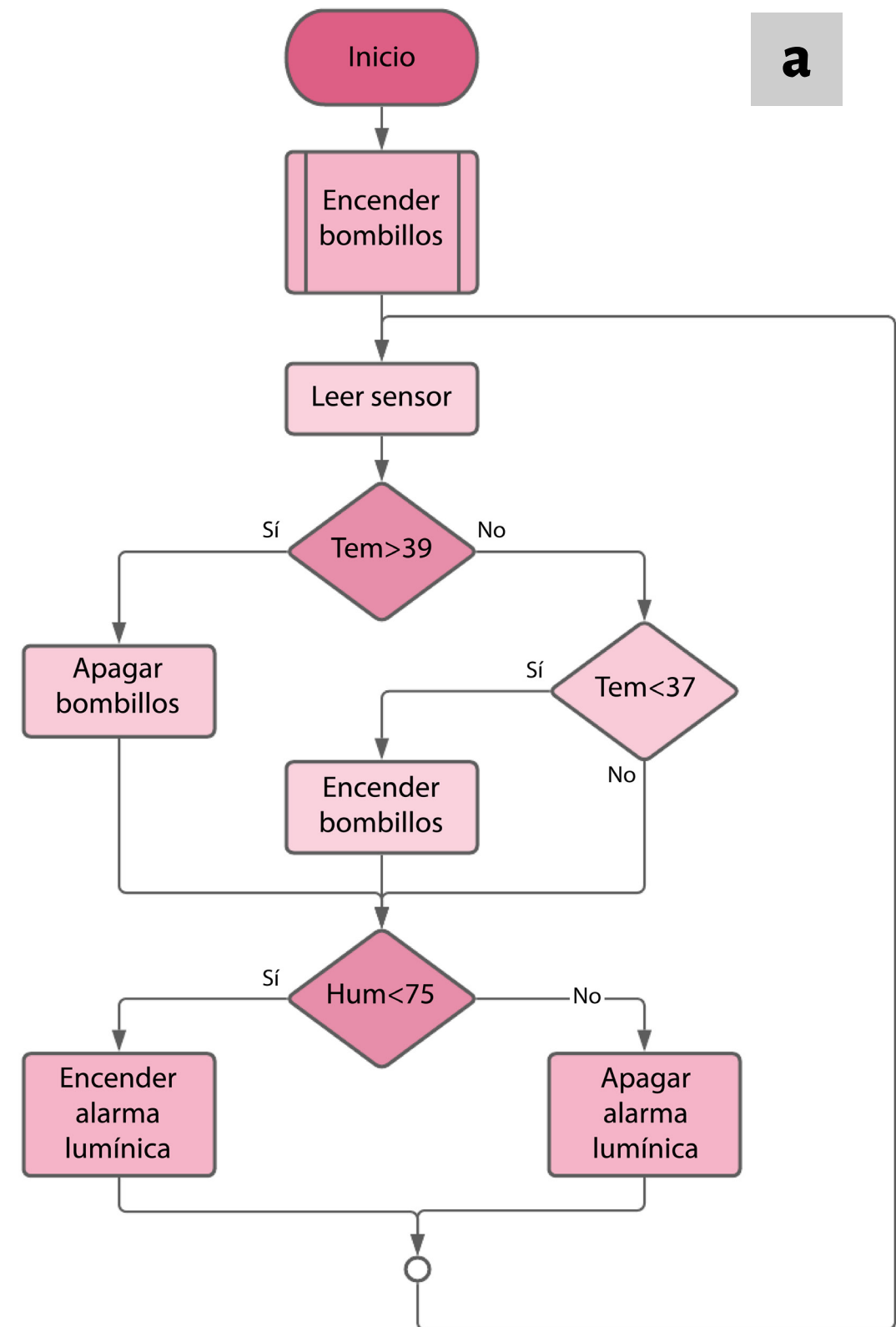
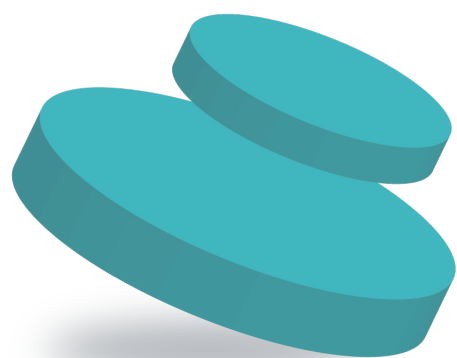
Figura 2. a. Montaje electrónico, b. Diseño electrónico

El principal insumo que se utilizó en la etapa de Implementación y Programación fue el TECNOKIT de la Extensión de la Tecnoacademia. (Figura 2a), este material formativo, diseñado y fabricado en el Centro de Industria y Construcción del SENA Regional Tolima, permite que los aprendices desarrollen conocimientos en robótica y electrónica mediante actividades de investigación formativa enfocadas a la solución de problemáticas del entorno.

El diseño electrónico se llevó a cabo teniendo en cuenta las variables físicas que se deben controlar para garantizar los resultados esperados, es así como se utilizó una placa de Arduino, como microcontrolador, un sensor de temperatura y humedad, y un módulo relé para el control de variables ambientales; para el volteo de huevos se empleó un motor, y para llevar el control del tiempo de incubación, se utilizó un RTC (reloj en tiempo real), en la Figura 2b se presenta el diagrama gráfico del circuito.

Para la construcción del prototipo, se organizó un calendario de trabajo en el que cada aprendiz se hizo responsable de realizar las actividades de implementación que le fueron asignadas; finalmente, con el prototipo físico y electrónico terminado, se llega a la etapa de programación, en la cual se utilizaron plataformas de código abierto basadas en programación por bloques, lo que facilitó el proceso lógico de creación de software para los jóvenes investigadores.

En la etapa de programación se realizó, inicialmente, el diseño lógico del programa a través de un diagrama de flujo (mostrado en la Figura 3a), la codificación se llevó a cabo mediante la aplicación en línea “Arduino Blocks” (<http://www.arduinoblocks.com>), que permite una fácil implementación del software, el código se muestra en la Figura 3b.



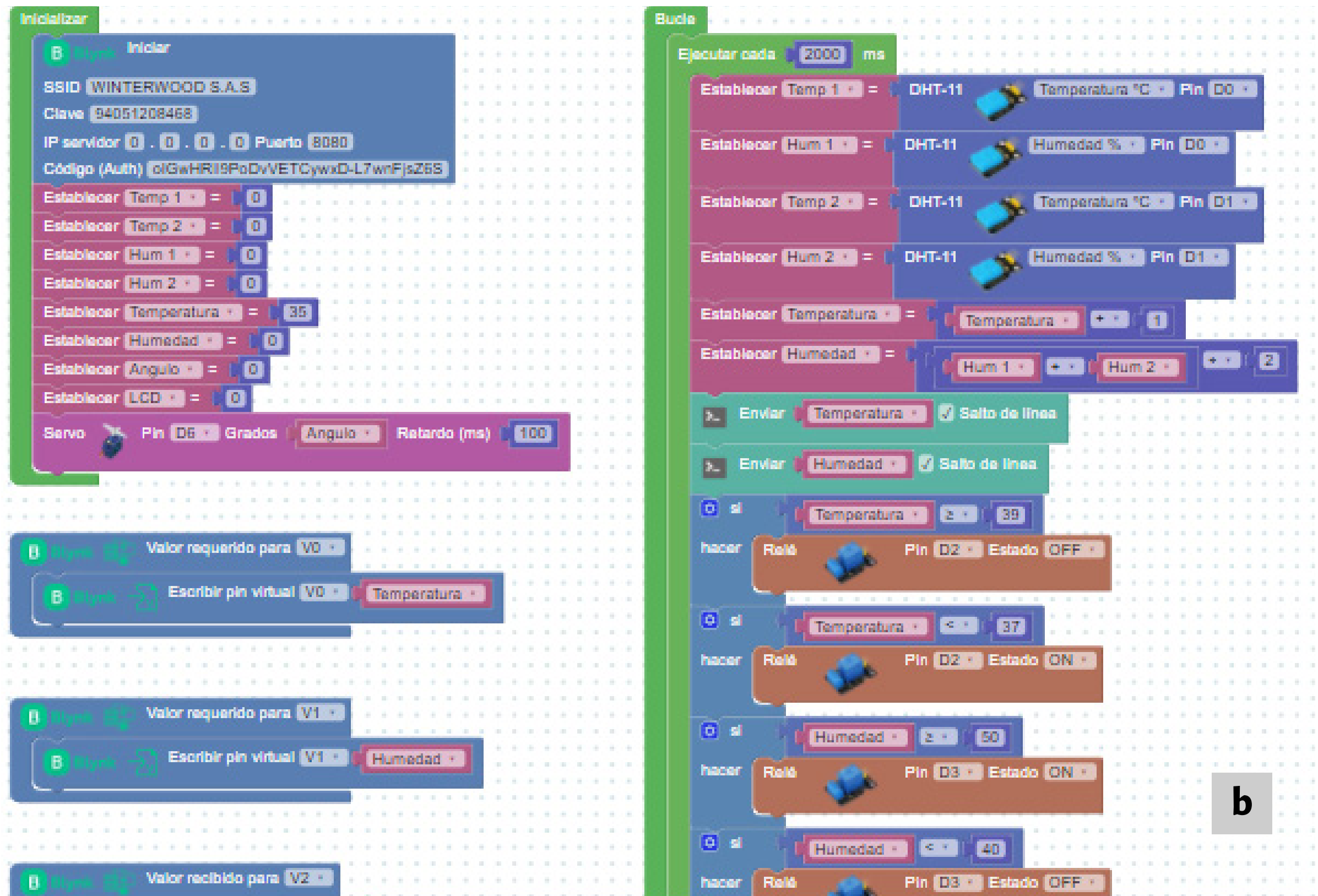


Figura 3. a. Diseño lógico del software, b. Programación implementada

2.2.1. Funcionamiento del circuito de control: Al encenderse, la incubadora inicia un contador de días de incubación apoyándose en el RTC; de esta manera, entre el día 1 y 18, los parámetros de temperatura se establecen en un valor mínimo de 37°C y máximo de 38°C, y los parámetros de humedad entre 45% y 50%. Al superar el día 18, dichos valores cambian, estableciendo la temperatura mínima en 36°C y máxima en 37°C, y la humedad entre 65% y 70%.

El control de las variables se realiza de la siguiente manera: al encenderse la incubadora, se activan los bombillos para mantener la temperatura en su interior, el sensor de referencia DHT-11, situado a la altura de la plataforma, censa constantemente los valores de temperatura y humedad. Cuando la temperatura supera el valor máximo establecido, los bombillos se apagan, y cuando la temperatura desciende por debajo del valor mínimo, los bombillos se encienden de nuevo. En el caso de la humedad, cuando el sensor detecta un aumento de ésta por encima del máximo permitido, se enciende el ventilador, con lo que se disminuye la concentración de agua al interior de la incubadora, una vez se estabiliza la humedad el ventilador se apaga. Contrario a esto, cuando la humedad dentro de la incubadora se encuentra por debajo del límite permitido, se enciende una alarma visual y sonora que indica la necesidad de reabastecer de agua la bandeja al interior de la incubadora. Esta configuración, permite realizar el control de la temperatura y la humedad, independiente del día de incubación en el que se encuentre.

El volteo de huevos se realiza cada 6 horas durante los 6 primeros días de incubación, mediante la activación de un motor acondicionado a la rejilla, a partir del séptimo día se suspende el proceso.

Para enriquecer el proceso investigativo y lograr un análisis más completo de la efectividad del prototipo, se realizaron, de manera simultánea, pruebas con una incubadora artesanal sin automatización y con el prototipo automático, diseñado y construido por los aprendices del semillero.

Para la incubadora artesanal se empleó: una caja de cartón, papel aluminio, un bombillo de 60 watts, un recipiente plástico para almacenar agua y pasto seco. Durante el periodo de experimentación no se controlaron las variables ambientales y el volteo de huevos se llevó a cabo de manera manual, tres veces al día, durante los primeros 6 días de incubación, al igual que con la incubadora automática.

Se llevaron a cabo dos periodos de experimentación, en cada incubadora se usaron 15 huevos de gallina que cumplían los criterios de selección y almacenamiento previo, se establecieron tres horarios durante el día (6:00 am, 2:00 pm y 10:00 pm) para el monitoreo del correcto funcionamiento de las incubadoras y el volteo manual de los huevos.

03

RESULTADOS

En los días 7 y 14 de cada periodo de incubación, se realizó la revisión de los huevos para comprobar la existencia de embrión e identificar aquellos que no mostraban desarrollo embrionario, posteriormente, se descartaron del proceso siendo retirados de la incubadora. Finalmente, el día 21 se realizó el conteo de eclosiones exitosas con nacimiento de pollitos vivos, con ello se calculó la eficiencia del proceso en cada incubadora. Los datos obtenidos durante los dos periodos de experimentación se encuentran consignados en la Tabla 1.

La eficiencia en la incubación se calculó con el total de pollos nacidos en comparación con los huevos colocados menos los descartados en pruebas de fertilidad los días 7 y 18, para su cálculo se empleó la ecuación (1).

$$eficiencia = \frac{\text{pollos nacidos}}{\text{huevos totales} - \text{huevos No fértiles}} * 100\% \quad (1)$$

Tabla 1. Resultados de las pruebas de incubación

Tabla 1.a: Prueba 1					
Incubadora	Huevos para incubación	Huevos no fértiles día 7	Huevos no fértiles día 14	Nacimientos exitosos	Eficiencia
Artesanal	15	3	1	3	27.27%
Automática	15	2	1	8	61.53%

Tabla 1.b: Prueba 2					
Incubadora	Huevos para incubación	Huevos no fértiles día 7	Huevos no fértiles día 14	Nacimientos exitosos	Eficiencia
Artesanal	15	2	1	4	33.33%
Automática	15	1	1	7	53.84%

Los resultados obtenidos durante las pruebas de incubación se analizaron estadísticamente, obteniendo la eficiencia promedio y la desviación estándar, este análisis se relaciona en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de eficiencia en la incubación				
Incubadora	Prueba 1	Prueba 2	Eficiencia promedio	Desviación Estándar
Artesanal	27,27%	33,33%	30,3%	±3.03
Automática	61,53	53.84%	57,68%	±3.84

Los resultados determinaron que la incubación artesanal presentó, en las dos pruebas realizadas, una eficiencia mucho menor en comparación con el proceso de incubación automatizado. Es importante realizar pruebas adicionales para conseguir resultados más precisos, y de esta manera, un análisis de la eficiencia más completo.

Posterior al proceso de experimentación y análisis de los resultados, los aprendices llevaron a cabo la *Evaluación e Identificación de Mejoras* al prototipo, generando de manera colaborativa las conclusiones sobre el proyecto investigativo y proponiendo modificaciones que permitan aumentar la eficiencia en la incubación. Dentro de las modificaciones planteadas se encuentran la inclusión de un sensor adicional de temperatura y humedad, lo que va a permitir mayor precisión en la medición de las variables, de la misma forma, se propone la integración de un sistema de monitoreo remoto de la incubadora por medio de una aplicación que notifique a un dispositivo móvil novedades tales como, fallas en el fluido eléctrico y niveles de temperatura y humedad fuera de los rangos establecidos.

04

CONCLUSIONES

La tasa de eclosión exitosa mostrada durante la fase de experimentación y prueba del dispositivo mostró una eficiencia promedio del 57,68%, aunque se encuentra por debajo de las expectativas planteadas, se logró demostrar que la automatización del proceso de incubación artificial mejora sus índices

de eficiencia y, por tanto, el prototipo es viable para ser implementado en pequeñas fincas de la zona rural del departamento del Tolima.

Los pequeños avicultores de las zonas rurales del departamento del Tolima están implementando técnicas de incubación poco eficientes, ya sea porque mantienen el proceso natural de la gallina con bajos índices de producción o porque emplean incubadoras artesanales con una tasa de nacimiento exitoso baja respecto a los sistemas automáticos. Esto se ve reflejado en que el campesino productor de aves disminuye los ingresos provenientes de esta actividad y, por tanto, su calidad de vida se ve afectada.

La mortalidad embrionaria es una variable que se debe tener en cuenta cuando existen problemas de baja incubabilidad, con la finalidad de realizar ajustes y tener éxito en los nacimientos, en este caso se deben realizar ajustes en la cantidad de sensores del prototipo, lo que permitirá una mayor precisión en la medición de la temperatura y humedad dentro de la incubadora.

La implementación de tecnologías de cuarta generación en actividades agropecuarias mediante la automatización y control de los procesos, mejora su productividad y eficiencia, generando beneficios económicos a los campesinos y promoviendo el desarrollo de las zonas rurales en Colombia.

05

REFERENCIAS

[1] Calderón J., Gómez S y Delgado J. 2010. La avicultura familiar en el norte del Tolima (Colombia). Revista Colombiana de Ciencia Animal, Vol. 3, No. 1, 2010. 64-67.

[2] Pym R. 2013. Genética y cría de aves de corral en los países en desarrollo. Revisión del Desarrollo Avícola. 86 – 89.

[3] Ascencio F. y Elías S. Evaluación de las funciones básicas de una incubadora artesanal con una semi-industrial y la incubación natural. [Tesis de pregrado]. El Salvador: Universidad del Salvador; 2009.

[4] Gonzalez J. Diseño e implementación de un control de temperatura y humedad para un prototipo de incubadora artificial de pollos. [Tesis de pregrado]. Cali: Pontificia Universidad Javeriana; 2017.

[5] “¿Cómo Incubar Huevos de Gallina en casa? - La Guía Completa.” Equipar.es <https://www.equipar.es/como-incubar-huevos-de-gallina/> (Consultado 15 de octubre de 2020).

[6] Rodríguez J y Cruz A, 2017. Factores que afectan la incubabilidad de huevo fértil en

aves de corral. *Nutrición Animal Tropical*, Vol. 11, No. 1, 2017. 16–37.

[7] Vaca L, 1999. Producción avícola. EUNED. San José, Costa Rica. p. 93-110.

[8] “Cuidado e incubación de los huevos fértiles.” *Elsitioavicola.com* <https://www.elsitioavicola.com/articles/2496/cuidado-e-incubacion-de-los-huevos-fartiles/> (Consultado 15 de octubre de 2020).

[9] “Como eclosionar huevos de gallina” *wikihow.com* - <https://es.wikihow.com/eclosionar-huevos-de-gallina> (Consultado 7 de agosto de 2021).



DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA UN SISTEMA INTEGRADO DE MONITOREO Y CONTROL BOVINO MEDIANTE DISPOSITIVOS DE RASTREO Y TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIONES.

M.N. Espinel Calixto¹, D.A. Guevara Morantes¹, J. C. Sánchez Thomas¹

¹ Grupo Investigación, Innovación y Conocimiento Aplicado de Boyacá – GICAB, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Sogamoso – Boyacá.

mespinelc@sena.edu.co; daguevara34@misena.edu.co; jcsanchez7757@misena.edu.co

Palabras clave: bovino, vacunación, GPS, GSM.

RESUMEN

Según Censo bovino en Colombia, realizado por Instituto Colombiano Agropecuario- ICA (2021), la población bovina está distribuida en 633.408 predios y totaliza 27.973.390 animales. De los 633.408 predios en el país, Boyacá tiene el 14,0% destinado a bovinos [1], porcentaje que brinda una gran oportunidad para el desarrollo de tecnologías que puedan impactar en una mejora de su gestión y producción, es así como surge la idea de implementar un sistema integrado de monitoreo y control bovino mediante la articulación de un desarrollo de software, dispositivos de rastreo y tecnologías de telecomunicaciones.

El desarrollo consiste en la creación de un software tipo aplicación móvil que gestiona los ciclos de vacunación de los bovinos, permitiendo almacenar y procesar la información, contribuyendo así al aumento de la competitividad de los ganaderos en el departamento de Boyacá mediante prevención de enfermedades y mejora de la inmunidad a las mismas. Además, el sistema permite el monitoreo de los bovinos mediante dispositivos localización GPS, ubicados en cada bovino, los cuales envían la información utilizando la red GSM, esto brinda al ganadero la posibilidad de identificar condiciones de fuga o hurto de los bovinos.

La metodología implementada para el desarrollo del proyecto está planteada en las siguientes etapas: 1. Búsqueda y análisis de información, 2. Conocer la opinión de los productores ganaderos, 3. Diseño y desarrollo de la aplicación.

El software aporta al ganadero en la implementación de buenas prácticas ganaderas al permitir administrar el inventario bovino, gestionar la vacunación, acceder a información sobre enfermedades, conocer la delimitación del predio y generar informes de cada uno de los bovinos, permitiendo la toma de decisiones oportunas y pertinentes en las eventualidades.

Para aumentar rentabilidad y contribuir al sector productivo, como se menciona en la FEDEGAN, los productores ganaderos deben “reconvertir la ganadería colombiana en sistemas de producción más competitivos, con una visión empresarial a largo plazo y una organización interna proyectada a satisfacer las necesidades de sus clientes. Por ende, en el país se instauró un protocolo que incluye una certificación para las empresas ganaderas que cumplan con los estándares propuestos durante todo el proceso productivo, con el fin de garantizar la calidad e inocuidad del producto final” [2]. La vacunación de bovinos, frente a las enfermedades de control oficial, debe encontrarse vigente y debe ser controlada y vigilada por los ganaderos, y el soporte de esto es el Registro Único de Vacunación (RUV) elaborado por Fedegan, al momento de la vacunación de Fiebre Aftosa y Brucelosis [3]. En el normal desempeño de las actividades ganaderas, los ganaderos no tienen un control adecuado del proceso de vacunación de los bovinos, tienen prácticas ineficientes de monitoreo de ubicación y estado de su ganado, además de que en algunos municipios del país se presenta como problema adicional el hurto de bovinos.

Para resolver estos problemas, se indagó acerca de las causas del hurto del ganado bovino que se presenta en la zona rural del municipio de Tibasosa (Boyacá); se propuso el desarrollo de un sistema integrado de monitoreo y control bovino, a través de una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android, mediante dispositivos de mapeo y geolocalización GPS implementando tecnologías GSM, que permita realizar seguimiento en tiempo real de la ubicación de los bovinos y llevar un control de su vacunación. Las pruebas del sistema integrado se están realizando con un ganadero de la región y diez de sus bovinos, haciendo uso de un muestreo no probabilístico.

El sistema integrado de monitoreo y control bovino mediante dispositivos de rastreo y tecnologías de telecomunicaciones es una herramienta tecnológica que busca brindar competitividad al productor ganadero en las zonas rurales de Boyacá, a través del desarrollo de una aplicación móvil que integra el monitoreo con aparatos GPS (sistema de posicionamiento global) colgados en el cuello de los bovinos, para hacer seguimiento remoto de la ubicación del animal. Así mismo, el uso de la tecnología GSM (sistema global de comunicaciones móviles) garantiza al ganadero saber dónde se encuentra el bovino en tiempo real. Además, con el calendario de vacunación, el ganadero tendrá control en cada uno de los bovinos, como es nombre, fecha de nacimiento, fotografía, fecha de aplicación de la vacuna, producto aplicado, dosis y vía, y refuerzo.

Con el sistema implementado en los bovinos, el ganadero mejorará la competitividad, productividad y rentabilidad en la producción, debido a que conocerá la ubicación del bovino desde su dispositivo móvil, mostrando la identificación, el inventario del ganado de la finca, acceso a alarmas que el sistema genera si el bovino se pasa de la cerca, corral o espacio donde se disponga, avisando al ganadero. Al tener al bovino vigilado de forma inmediata se pueden evitar las pérdidas por incidentes como hurto, que salte cercas y haga daños en otros predios, a su vez se hace seguimiento y control de las vacunas. El sistema integrado de monitoreo y control bovino permitirá a una persona con movilidad reducida tener seguimiento desde un dispositivo móvil, y de manera oportuna, la información de cada uno de los bovinos con que cuenta la finca.

Al disponer de información en el dispositivo móvil de la totalidad del inventario bovino, se garantizará una administración ordenada, permitiendo soluciones oportunas y apropiadas en los incidentes o siniestros que se presenten. El empleo de nuevas tecnologías en la ganadería del departamento de Boyacá, fortalece el desarrollo social sostenible del sector ganadero donde la comunidad requiere apropiarse de prácticas innovadoras para el cuidado de los bovinos.

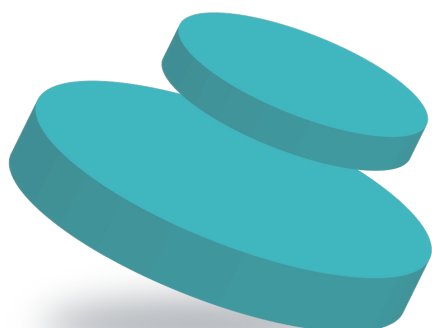
La investigación aplicada que se viene realizando tiene como objetivo desarrollar un sistema integrado de monitoreo y control bovino mediante dispositivos de rastreo y tecnologías de telecomunicaciones, con el fin de aumentar productividad bovina en la zona rural de Boyacá, dando solución a la falta de control de vacunación debido a las deficientes prácticas y hurto de ganado por el desconocimiento de sistemas de monitoreo de geolocalización de bovinos.

Previo al desarrollo del sistema integrado se realizaron algunas etapas de investigación:

1. Primero, se realizó una búsqueda de información de proyectos similares al presente, sobre las tecnologías de telecomunicaciones y dispositivos apropiados para el sistema integrado, así como sobre la descripción y especificaciones técnicas de los mismos. Además, se buscó información sobre los procedimientos para administrar información de los bovinos como la hoja de vida, esquema de vacunación y crianza por parte de sus ganaderos. Para realizar una búsqueda eficiente se consultó información en las páginas web del ICA, Fedegan, Contexto ganadero y la empresa colombiana de productos veterinarios VECOL.

2. Como segundo paso, para conocer la opinión de los productores ganaderos sobre las causas de falta de control y cuidado de los bovinos, se realizaron entrevistas para recopilar datos y obtener estadísticas. Se aplicó una encuesta dirigida a treinta productores ganaderos de Boyacá, con nueve preguntas cerradas para conocer la opinión de los productores ganaderos sobre las causas de falta de control y cuidado de los bovinos. La encuesta se realizó a través de un formulario de Google. Para la gestión del aplicativo, se realizó y aplicó al ganadero una lista de los requerimientos iniciales a través del formato de requisitos del producto (*Product Backlog*) a modo de herramienta de requerimientos iniciales, basada en la metodología SCRUM [4], con el fin de determinar las características y criterios de los sprint backlog.

3. El tercer y último paso es el diseño y desarrollo de un software para la geolocalización y el calendario de vacunación de los bovinos, según los requerimientos establecidos por los ganaderos en las entrevistas realizadas, como usuarios principales de la aplicación móvil. Los programas utilizados en el diseño y desarrollo de la aplicación móvil para el sistema integrado de monitoreo y control bovino fueron: *Adobe Photoshop*, *Adobe Illustrator*, *Laravel*, *Flutter* y *Android Studio*, y un *hosting* suministrado por *Hostinger*. Como nombre de la aplicación móvil se le asignó Geovacun, geo de geolocalización y vacun, vacunas y vacunos.



03

RESULTADOS

En las investigaciones del estado del arte del proyecto, encontramos proyectos parecidos al presente como la aplicación móvil de control ganadero (2020), donde tiene funciones de administración de fincas, cría de animales, generación de informes y compartirlos, entre otros. [5]

La aplicación BovControl (s. f.), “digitaliza el ganado, transforma los datos en información y ofrece beneficios para toda la cadena de producción ganadera.” Permitiendo líneas de tiempo, registro de animales, financiero y de tareas, stock de maquinaria. [6]. Comparando BovControl con Geovacun, tiene como función similar el registro de animales.

Vacapp (s. f.), “es una aplicación diseñada por ganaderos para gestionar sus vacas, toros y rebaños. Permite tener un control exhaustivo de terneros, destetes, saneamientos, enfermedades y diversos eventos que le pueden pasar a tu rebaño”. [7]. La aplicación Geovacun respecto a la gestión de los bovinos, permite registrar cada semoviente y el acceso de manera informativa a enfermedades.

Digitanimal (2020), “Gracias a la larga duración de la batería del dispositivo digitanimal podrás saber dónde están tus animales, controlar la explotación y saber el estado de tu ganado, desde cualquier lugar y en cualquier momento.” [8]. La relación con la aplicación Geovacun es el monitoreo en tiempo real de la ubicación del bovino a través del módulo sim808. Como valor agregado, Geovacun permite la gestión de la vacunación, función que no tiene Digitanimal.

Gankobovinos (s. f.), “es una plataforma diseñada para que los ganaderos puedan llevar un control detallado de las actividades ganaderas dentro de todos sus predios. El ganadero puede gestionar el ingreso de cabezas de ganado, manejarlas por grupos, registrar y controlar tareas reproductivas, llevar el control de alimentación, servicios, vacunas, producción y venta de leche, sanidad y hasta simular su predio mediante la creación y asignación de grupos de bovinos a las praderas creadas, realizar movimientos de grupos de bovinos entre praderas, así como gestionar el mantenimiento y el aforo de cada una de ellas.” [9]. Esta aplicación tiene como desventaja que no cuenta con el monitoreo en tiempo real de la ubicación de los bovinos.

En la segunda etapa de la investigación, se obtuvo como resultado las respuestas de la encuesta realizada a treinta productores ganaderos de Boyacá, con nueve preguntas

cerradas. De los resultados obtenidos, se pudo evidenciar que la forma de monitorear y gestionar la vacunación de los bovinos es rudimentaria y sin el uso de herramientas tecnológicas.

En la Figura 1, se muestra el resultado a la pregunta ¿Ha sufrido de hurto de ganado en su finca?, en la cual se evidencia que el 33% de los encuestados han sufrido de hurto de ganado en la finca, problemática que el ganadero puede evitar con tecnología GPS incorporada en un collar de rastreo.



Figura 1. Pregunta 3 encuesta Monitoreo y control bovino.
Fuente: Elaboración propia.

En la pregunta ¿Cómo vigila su ganado bovino las 24 horas del día? (Figura 2), el 63,3% respondieron que “los perros avisan cuando hay personas extrañas”, porcentaje donde se evidencia una vez más la falta de incorporación de herramientas tecnológicas.

4. ¿Cómo vigila su ganado bovino las 24 horas del día?

30 respuestas

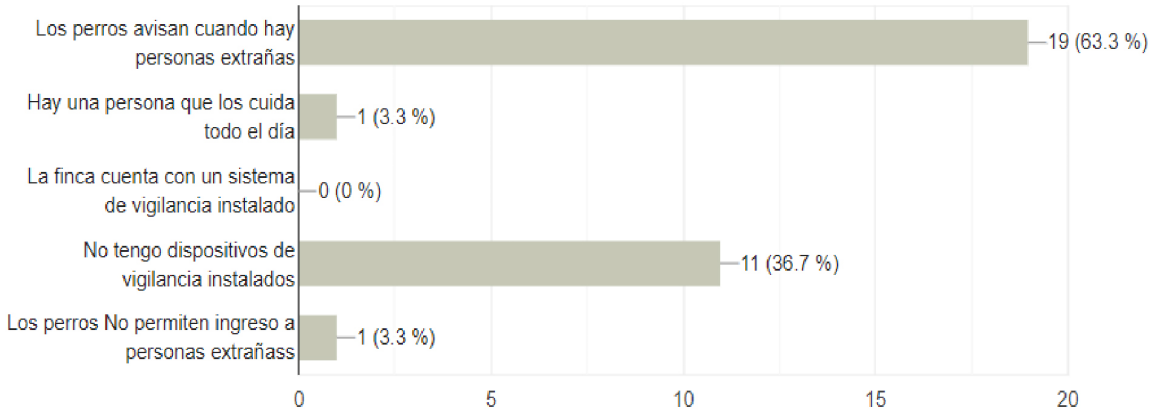


Figura 2. Pregunta 4 encuesta Monitoreo y control bovino.
Fuente: Elaboración propia.

A la pregunta ¿Cómo hace para saber dónde se encuentra el ganado de su finca? (Figura 3), el 46,7% respondieron que por la mañana se les deja en el potrero amarrados donde van a comer pasto. Esto muestra que un alto porcentaje de los ganaderos arriesga el patrimonio por no contar con una herramienta de localización en tiempo real.

5. ¿Cómo hace para saber dónde se encuentra el ganado en su finca?

30 respuestas

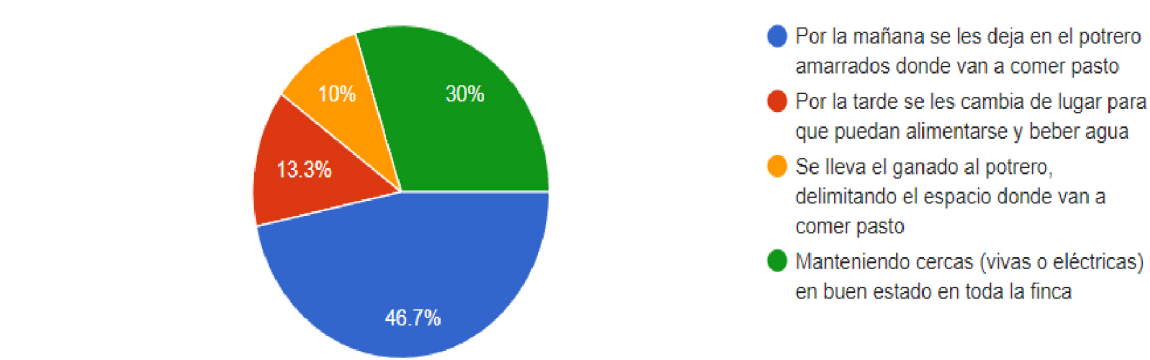


Figura 3. Pregunta 5 encuesta Monitoreo y control bovino.
Fuente: Elaboración propia.

aplicadas en cada bovino, se hace a través de recibos que le da la persona que aplica las vacunas. Con el diseño y desarrollo de la aplicación Geovacun se busca brindar solución a los ganaderos, gestionando la vacunación de manera oportuna y eficiente.

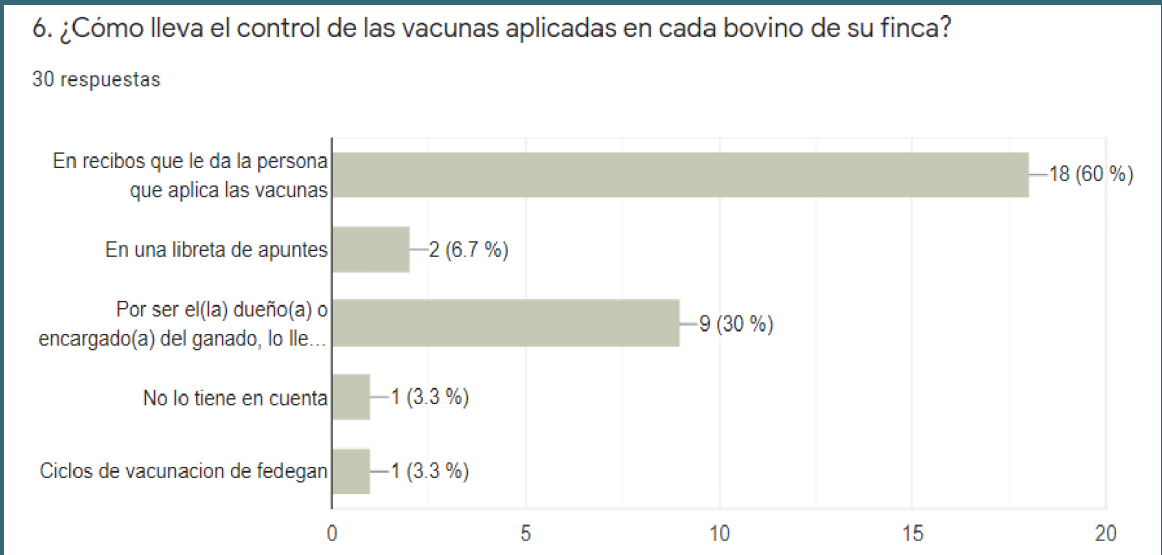


Figura 4. Pregunta 6 encuesta Monitoreo y control bovino.
Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la metodología scrum en el diseño y desarrollo de la aplicación se realizó un *product backlog* con *seis sprint*: en el primero, registro de la finca; segundo, registro de toda la información de los bovinos; tercero, visualización de la ubicación en tiempo real de los bovinos de la finca, esto con el fin de evitar el robo del ganado; cuarto, llevar el control de la vacunación del ganado; quinto, acceso a información de enfermedades; y sexto, informes del estado de la finca y los bovinos. Lo anterior con el fin de cumplir con los requerimientos del cliente.

En el proceso de diseño de la aplicación móvil, se determinó el diagrama entidad-re-lación por medio de los requerimientos antes descritos por el cliente, para gestionar la información de la base de datos, como se puede observar en la Figura 5, donde cada uno de los cuadros (Entidad) son los objetos con sus respectivos atributos y relación que aparecerá en cada interfaz de la aplicación móvil.

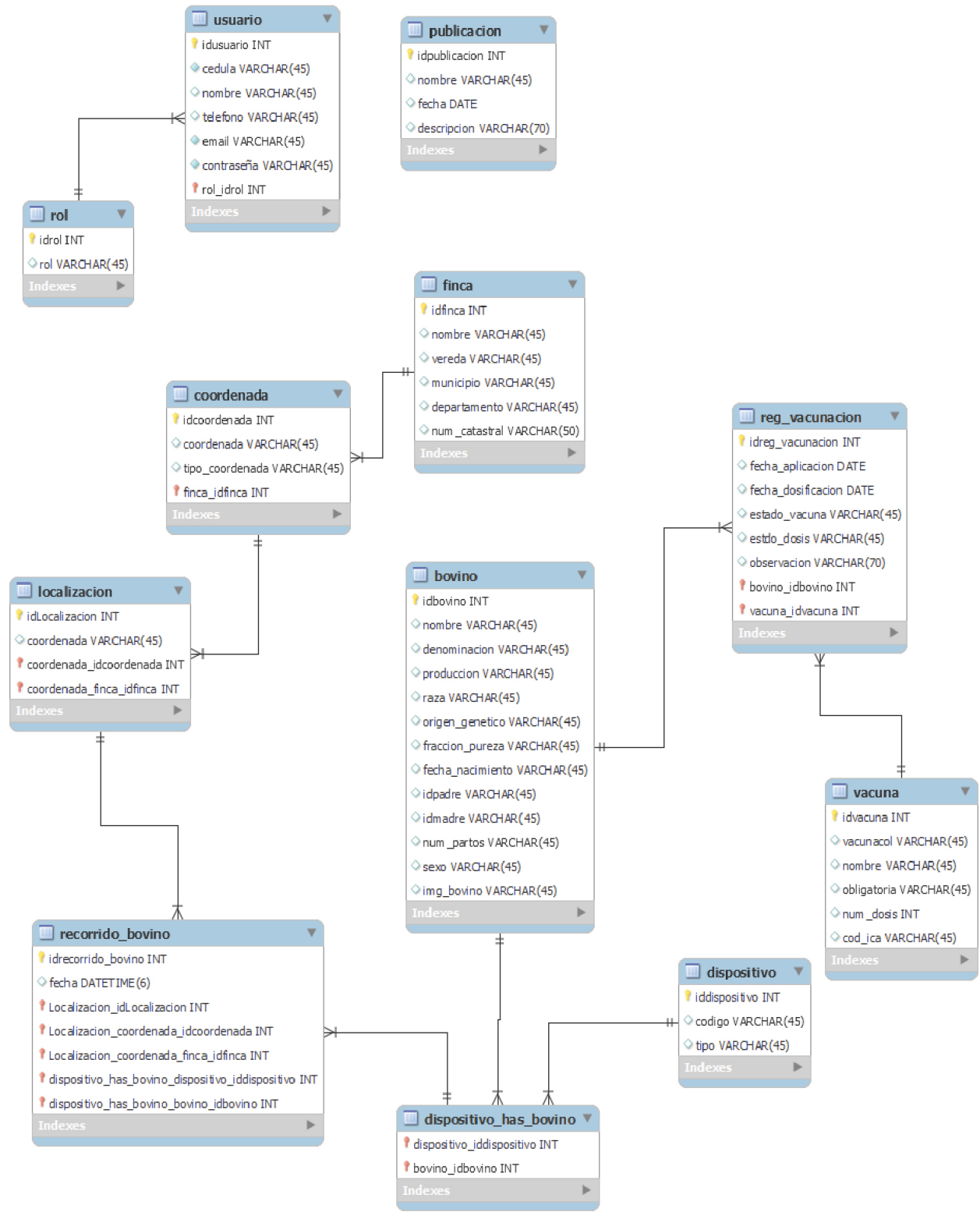


Figura 5. Diagrama Entidad-Relación.
Fuente: Elaboración propia.

El diseño del entorno gráfico de la aplicación móvil Geovacun, tiene el logo en la pantalla de bienvenida y la de acceso, como se observa en la Figura 6 y Figura 7. En la interfaz del menú principal, el usuario (Figura 8) puede administrar información de los bovinos, registrar datos de la finca, localizar en tiempo real la ubicación del bovino y gestionar la vacunación. En la interfaz de registro del bovino (Figura 9), el ganadero puede ingresar información de los bovinos. La interfaz de registro de la finca (Figura 10), permite entrar datos como el nombre, área, el rol del usuario y la ubicación.



Figura 6. Interfaz de bienvenida.
Fuente: Elaboración propia.

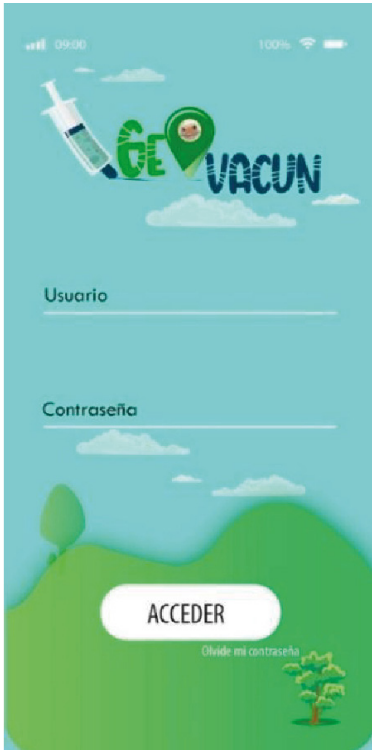


Figura 7. Interfaz de acceso.
Fuente: Elaboración propia.

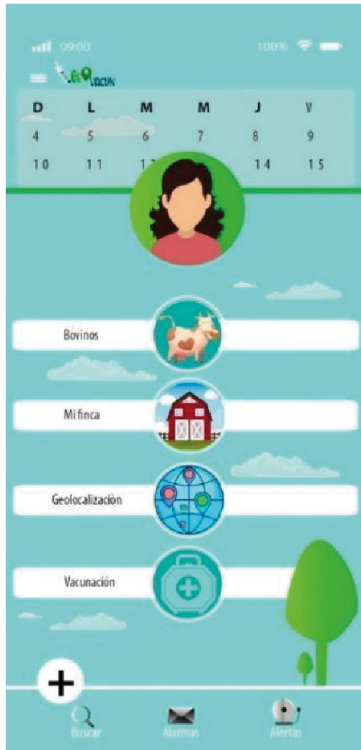


Figura 8. Interfaz menú principal.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Interfaz de registro del bovino.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Interfaz de creación de la finca.
Fuente: Elaboración propia.

En la interfaz de registro del bovino, el ganadero puede ingresar información de los bovinos, Figura 5. En la interfaz de registro de la finca, permite entrar datos como el nombre, área, el rol del usuario y la ubicación.

Las interfaces que llevan la gestión y control de la vacunación del ganado se pueden observar desde la Figura 11 hasta la Figura 14. Las interfaces de información (Figuras 15 y 16), permiten generar informes como son el grado de pureza respecto a raza y genética, en imagen de bovino con las respectivas fracciones. Además, admite generar informe con estados de vacunación, e informe por bovino, con toda la hoja de vida de este.



Figura 11. Interfaz de gestión de la vacunación.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Interfaz registro de vacunas.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Interfaz información sobre enfermedades grado de pureza e informes de los bovinos.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Interfaz de creación de la finca.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Interfaz de vacuna nueva.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 14. Interfaz búsqueda información del bovino.
Fuente: Elaboración propia.

04 CONCLUSIONES

En el análisis expuesto, junto con la realización de este proyecto de innovación, se han estudiado diferentes ámbitos y herramientas existentes en el monitoreo y geolocalización de bovinos, realizando investigaciones del estado del arte, determinando el valor agregado que el proyecto ofrece a los ganaderos de Boyacá.

Como criterio de elección de tecnologías, se estudió las necesidades de los productores ganaderos y se concluyó que se requiere un sistema con monitoreo y geolocalización en una sola aplicación de manera accesible, simple y cómoda para un productor, proporcionando control en los bovinos tanto en localización como en vacunación, y saber su estado desde cualquier lugar y momento.

Al instalar la aplicación Geovacun en el celular, el productor ganadero puede monitorear, en tiempo real, la localización de los bovinos y gestionar la vacunación, evitando pérdidas por robo o mal manejo de plan de vacunación.

Como segunda fase de este proyecto, se plantea la integración de la aplicación móvil con un dispositivo de mapeo y geolocalización GPS mediante tecnología GSM para determinar la ubicación en tiempo real de cada bovino, se verificará la funcionalidad del dispositivo en un ambiente real por medio de la ejecución de pruebas diseñadas previamente, dentro del enfoque de mejoramiento continuo.

05 AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Carlos Alirio Becerra, líder de Sennova del Centro Industrial de Mantenimiento y Manufactura de Sogamoso por su apoyo incondicional; a los aprendices del tecnólogo en diseño, implementación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones, que con su dedicación, responsabilidad y compromiso se realizó la formulación y se logró la aprobación del proyecto de investigación SGPS-8316-2021 Sistema integrado de monitoreo y control bovino mediante dispositivos de rastreo y tecnologías de telecomunicaciones con el fin de aumentar productividad bovina en la zona rural de Boyacá; a los aprendices e investigadores del tecnólogo Análisis y desarrollo de sistemas de información, que aportan sus conocimientos en el diseño y desarrollo de la programación de la aplicación móvil; y a los aprendices del tecnólogo Gestión de Proyectos de Desarrollo Económico y Social, quienes apoyan en la administración del proyecto.

06 REFERENCIAS

- [1] ICA. (2021). Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- [2] Fedegan. (s. f.). Buenas Prácticas Ganaderas. <https://www.fedegan.org.co/progra->

mas/buenas-practicas-ganadera

- [3] Palomino, P., Jiménez, H., Naranjo, J., Henao, S., Ramírez, R., Cardona, E., Úsuga, A., Ruiz, J., Mejía, G., & Muñoz, F. (2018, septiembre). Implementación de Buenas Prácticas Ganaderas: principios básicos. REDICES. <https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/3585/Implemetaci%F3n-de-Buenas-Pr%E1cticas-Ganaderas-principios-b%E1sicos.pdf;jsessionid=E498BE51841C6767D1BoE293229EoCE1?sequence=1>
- [4] Abellán, E. (2020, 5 marzo). Scrum: qué es y cómo funciona esta metodología. wearemarketing. <https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>
- [5] Control Ganadero (2020). Tutoriales. <https://www.controlganadero.co/tutoriales>
- [6] Inc, B. C. (s. f.). Driving livestock worldwide. Bovcontrol Company Inc. <https://platform.bovcontrol.com/#map>
- [7] VacApp. (s. f.). Aplicación de gestión de ganado vacuno. <https://vacapp.net/es>
- [8] Digitanimal (2020, 6 febrero). Localizador GPS para animales y ganado. Ganadería. <https://digitanimal.co>
- [9] Gankobovinos. (s. f.). Plataforma <http://www.gankobovinos.com/>
- [10] SENNOVA. (2014, enero). Política Investigación. SENA. <https://www.sena.edu.co/es-co/formacion/sennova/Politica%20Investigacion.pdf>



ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA ESTRATEGIA DE FORMACIÓN DESESCOLARIZADA DE LA EXTENSIÓN DE LA TECNOACADEMIA PARA LA DIVULGACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA ZONA RURAL DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

S. L. Castellanos¹ y C. A. Campos¹

¹ Facilitadores TecnoAcademia Nodo Tolima, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Colombia.

scastellanosf@sena.edu.co; ccamposr@sena.edu.co

Palabras claves: Ruralidad, robótica educativa, educación tecnológica, educación virtual, aprendizaje por proyectos.

RESUMEN

La misión de la extensión de la Tecnoacademia es la divulgación de conocimientos en ciencia y tecnología en las zonas rurales del departamento, con el propósito de disminuir la brecha de desigualdad tecnológica entre el campo y la ciudad. Para ello, se ejecutan programas de formación que permiten a los aprendices de la ruralidad desarrollar proyectos de investigación formativa, aplicados a la automatización de procesos agroindustriales, implementando técnicas de industria 4.0 y en articulación con el sector productivo. Este programa de formación que será caso de estudio, fue ejecutado en la vigencia 2020 con jóvenes de los municipios del departamento del Tolima, específicamente en 16 municipios en los cuales se desarrollaron proyectos que aportaron solución a problemáticas locales. El estudio ilustrado en este artículo fue aplicado a los municipios de Anzoátegui y Ortega, y sus resultados mostraron un gran interés en la participación, ejecución y continuidad de dichos proyectos y comprometen a los aprendices con la capacitación constante en tecnologías emergentes, para ser aplicadas en procesos agroindustriales que apoyen el desarrollo económico de la región.

La cuarta revolución industrial o Industria 4.0 se define como un nuevo modelo de la industria en el cual la organización, gestión y producción están totalmente automatizados, son interactivos y cambiantes con el tiempo, a través de un aprendizaje autónomo, tomando como fundamento las nuevas tecnologías digitales y la interconectividad a través de internet [1]. La interacción del ser humano en estos nuevos procesos industriales se limita al control y mantenimiento técnico, lo que requiere la capacitación y adquisición de nuevas competencias especializadas, y por ende, una transformación social.

Velásquez [1] citando a Hermann, identifica cuatro componentes principales en la Industria 4.0: los sistemas ciber físicos, internet de las cosas (IoT), internet de los servicios y fábricas inteligentes, dentro de ellos se sitúan a su vez la comunicación machine to machine y los productos inteligentes como parte de los sistemas ciber físicos y el big data y cloud computing como servicios de datos.

La educación juega un papel importante en esta transformación, siendo la encargada de preparar a las personas para el nuevo papel que desempeñan en el proceso industrial, y por ende, debe sufrir cambios en el modelo educativo, los enfoques de trabajo, la infraestructura y encuadre de los contenidos educativos, asimismo, se debe implementar el uso de la tecnología para enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje [2].

Este cambio en la educación se ha venido implementando de manera creciente en países como Francia, Gran Bretaña, Alemania, Corea del Sur, Japón, China, Estados Unidos y Canadá, entre otros, inicialmente a nivel universitario, pero más recientemente desde los primeros niveles de escolaridad a través de la aplicación de la metodología STEM (en inglés, Science – Technology – Engineering -Mathematics, traducido al español, Ciencias – Tecnología – Ingeniería - Matemáticas), concepto que se desarrolla como una nueva manera de enseñar conjuntamente ciencia, matemáticas y tecnologías, más allá del aprendizaje, en las áreas de sistemas informáticos que el alumno pueda tener en su aprendizaje tradicional [3] y cuyo objetivo es garantizar la transversalidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de disciplinas que en la sociedad actual se consideran imprescindibles para el desarrollo integral de los individuos. [4] Así, se logran desarrollar habilidades interdisciplinarias que preparan a niños y jóvenes para afrontar los retos tecnológicos que demanda la oferta laboral actual. [2]

En Colombia, este cambio de paradigma ha sido abordado de manera diferente, si bien es cierto que los últimos gobiernos han puesto en marcha estrategias enfocadas al uso de las Tecnologías de la Información en los procesos pedagógicos, aún estamos a décadas de atraso de lo que sería un balance entre la Industria 4.0 y la educación 4.0. [5]

“Si el proceso educativo no se adapta a los ritmos de evolución en la industria, se puede propiciar una ruptura en la relación industria-academia, generando un conflicto y cuestionamiento respecto a la función fundamental de la universidad, inmersa en una sociedad de conocimiento.” [6], es necesario entonces, implementar nuevas estrategias educativas que permitan nivelar la educación y la industria en Colombia.

En el sector rural, el término “brecha digital” se refiere no solo a la limitación de acceso a las TIC, ya sea por condiciones geográficas o socio económicas, sino también a la limitación o al no uso de estas tecnologías, aunque se cuente con acceso a ellas, debido a la falta de conocimiento sobre su uso o poca apropiación de estas [7]; es decir, el desaprovechamiento de la herramienta digital como un instrumento de trabajo. Esta carencia de herramientas tecnológicas y su falta de aprovechamiento, acrecientan la brecha entre la educación y la industria rural respecto al área urbana, que como bien concluye Torres- Madroñero [8], el desarrollo de propuestas tecnológicas permite reducir las brechas digitales en sus diferentes dimensiones; no solo encaminadas a incrementar la infraestructura, sino también a fomentar la apropiación de las TIC, incorporando la multiculturalidad de las poblaciones rurales.

La extensión de la Tecnoacademia del SENA regional Tolima ha ejecutado programas de formación en las zonas rurales del departamento con el objetivo de divulgar conocimientos en ciencia y tecnología. Con la experiencia adquirida se planteó la siguiente hipótesis: La aplicación de un programa de formación desescolarizado en ciencia y tecnología con proyección para la implementación de nuevas tecnologías en procesos agroindustriales involucrando el sector económico, tiene un impacto positivo en niños y jóvenes de las zonas rurales del departamento del Tolima. El objetivo planteado para este artículo fue analizar el impacto de la aplicación de un programa de formación para la divulgación de ciencia y tecnología en la ruralidad del departamento del Tolima. Para tal fin, se tomó la definición dada por Parra y Ruiz [9] en la cual plantea que “La evaluación se orienta a la mejora, centrándose en determinar el grado en que la formación ha dado respuesta a las necesidades personales, profesionales y de la or-

ganización, del programa o del plan de formación, verificando la consecución de sus objetivos, resultados e impactos.”

En este artículo se describe la metodología utilizada en la propuesta pedagógica que se implementó en diferentes municipios del departamento del Tolima durante el año 2020, en el estudio realizado se tomó como muestra de la población los aprendices de las veredas de Lisboa - Anzoátegui y Olaya Herrera - Ortega. Con los programas de formación ejecutados, se ilustra su enfoque hacia el aprendizaje STEM y la implementación de tecnologías de cuarta generación como la programación e internet de las cosas en la formulación por proyectos, se presentan los resultados obtenidos explicando la experiencia de aprendizaje de niños, niñas y adolescentes que participaron de los programas y finalmente, a manera de conclusión, se sugieren algunas modificaciones que se pueden adaptar al programa para conseguir mejores resultados del proceso.

02

METODOLOGÍA

De acuerdo con el objetivo planteado, el presente proyecto constituye una investigación aplicada de carácter experimental, cuyos resultados se evaluaron de manera cuantitativa. La población objetivo fue de 300 aprendices de la zona rural del departamento del Tolima que participaron del programa en electrónica y robótica durante el primer ciclo de la vigencia 2020, la muestra seleccionada correspondió al 20% de la población, por lo cual, se seleccionaron 60 aprendices de los municipios de Anzoátegui y Ortega.

El estudio fue desarrollado en cuatro etapas: *Reconocimiento de una problemática del entorno y articulación con el sector productivo, Diseño curricular, Desarrollo del programa de formación, Análisis de impacto del programa y retroalimentación.*

2.1

RECONOCIMIENTO DE UNA PROBLEMÁTICA DEL ENTORNO Y ARTICULACIÓN CON EL SECTOR PRODUCTIVO

Antes de iniciar el proceso formativo, durante una sesión introductoria, se planteó a los aprendices la necesidad de encontrar un problema presente en su entorno educa-

tivo, familiar o social, al cual se le daría solución durante el desarrollo del programa de formación. A través de una lluvia de ideas, fueron expuestas diversas problemáticas económicas, sociales y ambientales de las regiones en donde se observaron propuestas que iban desde la solución a problemas de conectividad y la implementación de energía solar fotovoltaica, hasta el aprovechamiento tecnológico para la mejora de procesos agrícolas y pecuarios.

Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de depuración de ideas teniendo en cuenta aspectos como: el interés propio de los aprendices, el impacto a la comunidad y el apoyo del sector productivo representado por negocios familiares, comercios locales, economías solidarias, entre otros.

Finalmente, se seleccionaron dos proyectos productivos sostenibles aplicados a la agricultura y producción avícola para los cuales la automatización representa una oportunidad de mejorar las fuentes de ingreso económico familiar. Para su selección se tuvieron en cuenta, además de lo anterior, conocimientos técnicos de la comunidad, tiempo de ejecución del proceso y su potencial aprovechamiento, quedando entonces planteado un proyecto formativo para cada municipio como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Proyectos Formativos.	
Municipio	Proyecto
Anzoátegui	Sistema IoT para el cultivo de legumbres
Ortega	Diseño de prototipo de incubadora de huevos de ave de corral

2.2

DISEÑO CURRICULAR

Los programas de formación complementaria: Programación de dispositivos embebidos microcontrolados en lenguaje C y Metodologías en investigación aplicada: conceptualización básica en ciencia, tecnología e innovación utilizados por la extensión de la Tecnoacademia para el año 2020, hicieron parte de la estrategia itinerante implementada en 80 horas, 40 horas para la ejecución de cada diseño curricular. En conjunto, las competencias: estructurar proyectos para la formación según perfil de salida del estudiante y construir firmware según especificaciones y normativa técnica

compusieron las bases de cada ruta de aprendizaje y su ejecución en las actividades del proyecto formativo.

El aprendizaje por proyectos es la didáctica pedagógica por preferencia implementada en los procesos de formación del Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, esta estrategia permite, además de ejecutar un proceso de aprender haciendo, orientar el aprendizaje práctico por competencias. SENA [10] Con este enfoque y aprovechando los Tecnokits, Figura 1, como el insumo didáctico que permite desarrollar el aprendizaje en las áreas de robótica y electrónica mediante actividades de investigación formativa, se realizó el diseño de una ruta de aprendizaje enfocada a la solución de problemáticas de la comunidad, implementando una solución práctica que involucre el uso de tecnologías 4.0 en el sector productivo de la región.

La ruta de aprendizaje, Tabla 2, fue diseñada con 8 guías de aprendizaje que se describen a continuación y cuyo objetivo fue encaminar al aprendiz en búsqueda de una solución efectiva al problema planteado.

Tabla 2 en la página 100.

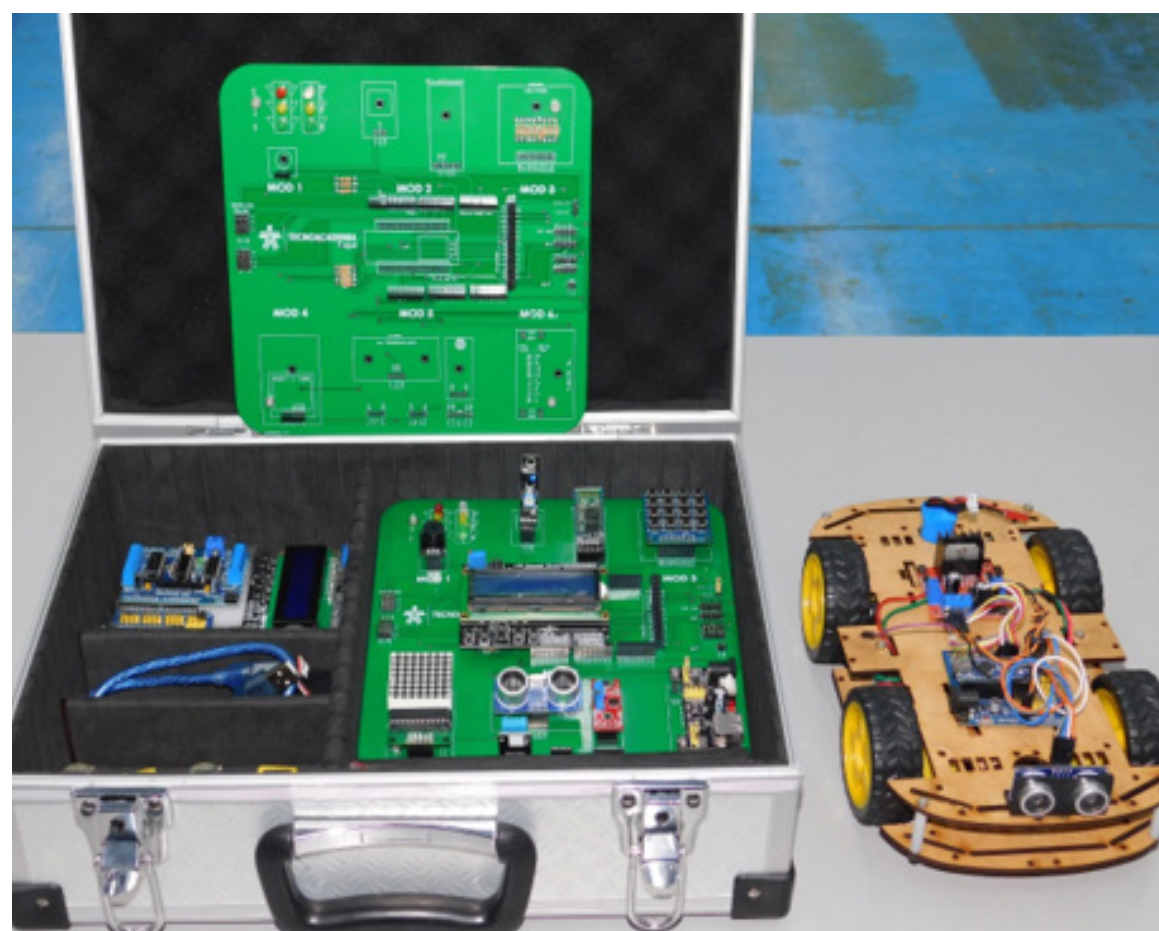


Figura 1. Tecnokit
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Planeación pedagógica ruta de aprendizaje

Número de guía	Nombre	Contenidos	Actividades
1	Conociendo el Tecnokit	- Introducción a la Robótica. - Componentes de la robótica. - Qué es el Tecnokit y cómo funciona.	- Juego de lotería: componentes del Tecnokit. - Conceptualización Video ¿Qué es la Robótica? - Actividad práctica: Uso del multímetro. - Evaluación de conocimientos.
2	Instalando los programas	- Hardware y Software. - Tarjeta de desarrollo Arduino. - Instalando Arduino y Visualino.	- Rompecabezas: Entorno de programación Visualino - bloques. - Conceptualización: Aplicaciones con Arduino. - Actividad práctica: Instalación de software Arduino y Visualino. - Autoevaluación.
3	Electrónica básica	- Magnitudes electrónicas. - Dispositivos básicos - simbología. - Uso de la protoboard.	- Juego de concéntrese: Simbología electrónica. - Conceptualización: Uso de la protoboard. - Actividad práctica: Montaje de Circuitos. - Evaluación de conocimientos.
4	Salidas y entradas digitales	- Bloques en Visualino. - Entradas y salidas digitales. - Programación secuencial.	- Actividad: Protoboard Gigante. - Conceptualización: Video La ley de Ohm. - Actividad práctica: Encender y apagar salidas digitales. - Evaluación: Torneo de programación – semáforo.
5	Salidas y entradas análogas	- Señales análogas y digitales. - Monitor Serie. - Lectura de señales.	- Juego teléfono roto: trabalenguas electrónico. - Conceptualización: Señales electrónicas. - Actividad práctica: Secuencia de luces con selector. - Evaluación: Competencia de conocimientos teórico - prácticos por grupos.
6	Sensores y Actuadores	- Sensores análogos y digitales. - Actuadores.	- Actividad: Los sensores de nuestro cuerpo. - Conceptualización: Sensores análogos y digitales – clasificación. - Actividad práctica: Mapeo de sensores. - Evaluación de conocimientos.
7	Dispositivos avanzados	- Motores. - Módulos de Visualización.	- Actividad: Emparejando imágenes - mecanismos motorizados. - Conceptualización: video servomotores. - Actividad práctica: Diseño de una talanquera. - Autoevaluación.
8	Internet de las cosas	- Módulos de Comunicación. - IoT - Blynk.	- Actividad: Armando un robot (partes). - Conceptualización: Video cómo se comunican los robots. - Actividad práctica: Controla mi robot remotamente. - Evaluación: Socialización de la práctica.

2.3 DESARROLLO DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN

Para el desarrollo de la ruta de aprendizaje diseñada, se utilizaron diversas estrategias didácticas que, según Díaz (1998) citado por Florez, Avila, Rojas, Saez, Acosta y Diaz [11] son: “procedimientos y recursos que utiliza el docente para promover aprendizajes significativos, facilitando intencionalmente un procesamiento del contenido nuevo de manera más profunda y consciente”, dichas estrategias permiten al instructor promover y facilitar el aprendizaje de manera significativa, haciendo que el aprendiz reconozca y aplique nuevos conceptos relacionándolos con saberes previos; algunas de las didácticas utilizadas durante las sesiones fueron:

- **Lluvia de ideas:** Permite la generación de ideas por parte de los aprendices, se realiza de manera grupal, de manera que cada aprendiz expone sus ideas, de esta forma la calidad de las ideas generadas mejora a través del trabajo colaborativo, tal como lo expuso su creador Alex Faickney Osborne. [11]

- **Inferencia:** De acuerdo con [11], esta estrategia permite encontrar una solución a una situación planteada a partir de pistas dadas y conocimientos previos, según Ríos (2001) citado por [11], “La inferencia es la operación cognitiva mediante la que de una verdad conocida se pasa a otra que no lo es (a partir de lo que se sabe, se hacen deducciones, conclusiones o derivaciones).”

- **Juegos de rol:** Esta estrategia plantea una situación de la vida real y quien lleva a cabo la actividad debe asumir el papel del personaje involucrado en la situación, simulando su pensamiento, comportamiento y decisiones que tomaría respecto al caso planteado. De acuerdo con Faysse y Peñarrieta, (2006) citado por [11] “los juegos están conformados por elementos físicos y humanos con los cuales los jugadores interactúan previa asignación de papeles o roles, mediante reglas claras y previamente definidas, bajo la organización de un facilitador que conduce el juego”. Es así como este tipo de didáctica lleva al aprendiz a verse en un ámbito laboral similar al planteado.

Cada guía de aprendizaje se estructura de manera que el aprendiz se involucre con la actividad principal mediante un proceso de activación cognitiva, conceptualización, apropiación de conocimientos, retroalimentación y evaluación.

El activador cognitivo, hace referencia a la actividad de apertura de la formación, su objetivo es contextualizar al aprendiz sobre las temáticas abordadas en sesiones previas, estableciendo preconceptos necesarios para la continuidad del proceso formativo e introducir al aprendiz en la temática que se abordará durante la sesión, usualmente esta actividad inicial es de naturaleza lúdica, lo que, según Egea [12], permite captar la

atención del aprendiz apoyando la transición entre la actividad inmediatamente anterior y la nueva actividad a realizar, su duración es de 15 a 20 minutos en cada sesión.

En el segundo momento de las sesiones, se lleva a cabo la conceptualización teórica de la temática de la guía apoyados en textos, presentaciones y archivos multimedia.



Figura 2. Sesiones de Trabajo
Fuente: Elaboración Propia

El enfoque dado al programa de formación por parte de los facilitadores de la Extensión de la Tecnoacademia Nodo Tolima es la apropiación social del conocimiento que como lo define Marín, “se entiende como un proceso que implica, por un lado, la disposición de los conocimientos científicos y tecnológicos en un escenario y lenguaje comunes para la sociedad; y por otro, que el ser humano hizo suyos tales conocimientos como elementos útiles y necesarios para su beneficio y provecho” [13]. Con ello se busca que la comunidad rural aplique conceptos de la industria 4.0 en procesos económicos de la región.

Como estrategia para lograr esta apropiación del conocimiento, se plantea a los aprendices un problema al cual se debe dar solución haciendo uso de los componentes del Tecnokit y aplicando los conceptos aprendidos durante la conceptualización.

La retroalimentación de los resultados hace parte fundamental del proceso de aprendizaje y constituye un componente de gran importancia para el desarrollo del proyecto de investigación formativa, ya que permite identificar fallas de diseño, construcción o funcionamiento y corregirlas mediante la participación y los aportes del grupo.

Finalmente, en la etapa de cierre de la sesión, se socializan las conclusiones, enumerando los temas abordados y los conceptos aprendidos, se da cierre a la temática tratada puntualizando su importancia dentro del desarrollo del proyecto general.

Cada sesión fue planeada con una duración estimada de 5 horas y ejecutada conforme a la estructura pedagógica de la guía de aprendizaje, la guía entonces está formada por actividades y momentos de aprendizaje, estos momentos permitieron interactuar en contextos específicos y en el aprendizaje de la temática de manera más sencilla y efectiva.

La estricta aplicación de la estructura de la guía garantizó que los aprendices aprovecharan las herramientas tecnológicas puestas a su disposición, independiente del facilitador encargado de dirigir la sesión, esto se pudo verificar gracias a la aplicación de la estrategia en distintos municipios y por diferentes facilitadores, pues la forma de diseño del documento guía de aprendizaje se concibe como un manual, un documento enfocado a aprovechar el aprendizaje autónomo y que denota una facilidad en su interpretación y en conjunto al Tecnokit, su desarrollo propuesto. Más allá de las estrategias didácticas utilizadas por el formador, la guía de aprendizaje constituye un documento primordial en el proceso de formación integral para alcanzar los objetivos propuestos.

2.4 ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL PROGRAMA DE RETROALIMENTACIÓN

Dado a que la retroalimentación continua del proceso formativo es esencial para determinar la efectividad y pertinencia de la ruta de aprendizaje, fueron diseñadas y aplicadas a los aprendices encuestas en cada parte del proceso, es así como se aplicaron un total de 10 encuestas (Figura 3), una encuesta inicial antes de iniciar la formación, con la que se identificaron la motivación, el interés de participación y la expectativa que tenían los aprendices respecto al programa de formación, ocho encuestas con el desarrollo de cada guía de aprendizaje evaluando los componentes del proceso y una encuesta final que permitió conocer la aceptación del programa, la pertinencia del proyecto formativo y el interés por la continuidad del aprendizaje.

SENA | TecnoAcademia Tolima

Sesión 3 - Electricidad

Descripción del formulario

Correo *

Correo válido

Este formulario registra los correos. [Cambiar configuración](#)

Por Favor Selecciona la Institución Educativa a la que Pertenece *

☐ I.E. Francisco Nuñez Pedroso

☐ I. E Luis Carlos

☐ I.E. Santa Ana

☐ I.E. Gral. Enrique Caicedo

Nombre *

Texto de respuesta corta

Figura 3. Encuestas – Formulario On-Line
Fuente: Elaboración propia

03

RESULTADOS

La aplicación y desarrollo del programa de formación en los municipios seleccionados se llevó a cabo de acuerdo a la ruta de aprendizaje diseñada, los aprendices participaron de las sesiones programadas, realizaron las actividades propuestas y dirigidas por su facilitador, en cada sesión se evidenció la apropiación de conocimientos y la aplicación de ellos a través de los entregables, dando solución a problemáticas planteadas; los procesos de retroalimentación que se ejecutaron dejaron ver el interés de los aprendices por la temática y su disposición para la continuidad del programa, asimismo, la evaluación realizada al finalizar cada sesión, por medio de un cuestionario, dio la posibilidad de medir diferentes aspectos tanto del diseño del programa como de su aplicación.

Los datos obtenidos a través de las encuestas de retroalimentación se analizaron estadísticamente con el objetivo de interpretar de manera gráfica los resultados obtenidos. Los cuestionarios fueron validados previos a su aplicación, con una pequeña muestra, realizando los cambios pertinentes para su comprensión.

3.1 ENCUESTA INICIAL

Este cuestionario fue aplicado antes de iniciar la formación y evalúa tres aspectos:

- La motivación al inscribirse al programa.
- El interés de participación en las actividades.
- La expectativa sobre los resultados del programa de formación.

Para el análisis de los datos obtenidos se clasificaron las respuestas asignando valores de satisfacción (alto, medio, bajo) frente al aspecto evaluado.

De acuerdo con la encuesta inicial, la motivación para inscribirse al programa de formación e interés en la participación de actividades fue alta para el 75% de los aprendices, respecto a las expectativas del programa y su continuidad, incrementó el número de aprendices que considera tener alta expectativa, y aquellos que no tienen una buena percepción del programa están entre el 3% y 6% de los aprendices.

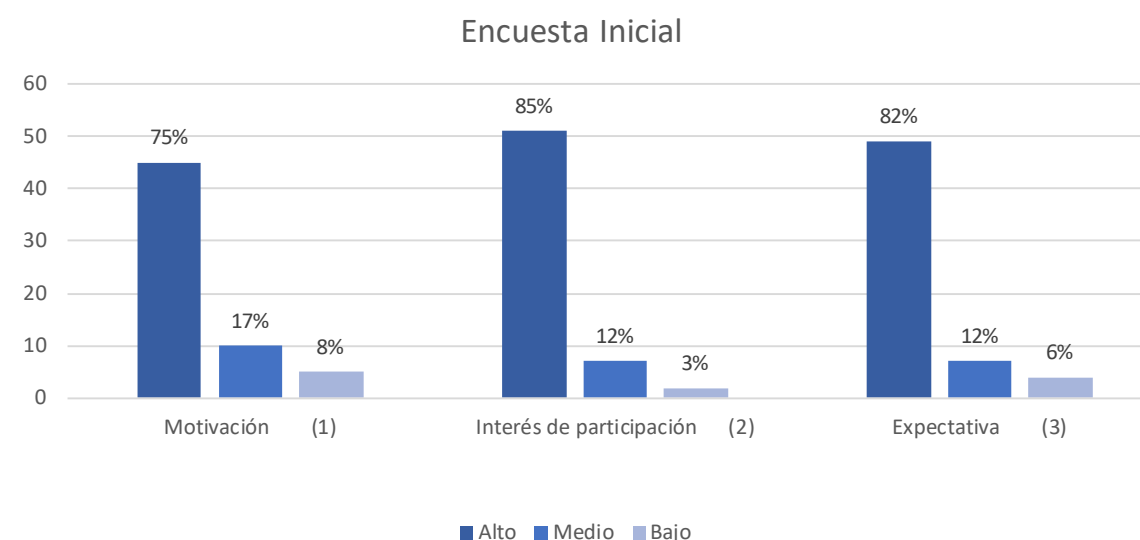


Figura 4. Gráfico – Encuesta Inicial
Fuente: Elaboración propia

3.2 ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE GUÍAS DE APRENDIZAJE

Al finalizar el desarrollo de cada guía de aprendizaje, el aprendiz debía responder una encuesta que evaluaba 6 componentes de proceso de aprendizaje:

- Efectividad de los canales de envío.
- Utilización del lenguaje.
- Accesibilidad a los materiales para realización de actividades.
- Impacto visual y audiovisual.
- Pertinencia de la temática.
- Medios y herramientas utilizados para la resolución de la guía.

Para los componentes 1 al 5 se formuló una pregunta con tres posibles respuestas (Si, Parcialmente, No), que permitieron analizar el nivel de satisfacción del aprendiz frente al componente evaluado, el componente 6 permitió clasificar los medios usados por los aprendices para el desarrollo de las guías entre tres opciones (plataformas y/o enlaces on line, chat de WhatsApp y guía impresa), las preguntas aplicadas en cada guía de aprendizaje y según cada componente, se muestran en la Tabla 3.

Componente	Aspecto evaluado	Pregunta planteada
1	Efectividad de los canales de envío	¿Recibí la guía de manera fácil y a tiempo para desarrollar las actividades?
2	Utilización del lenguaje	¿Comprendí los textos con facilidad, logrando los objetivos propuestos sin dificultad?
3	Accesibilidad a los materiales para realización de actividades	¿Conseguí los materiales fácilmente para la realización de las actividades sugeridas?
4	Impacto visual y audiovisual	¿Me agradó la apariencia de la guía de aprendizaje, sus imágenes, colores y diseño me motivaron a desarrollarla?
5	Pertinencia de la temática	¿Lo aprendido en la guía de aprendizaje cumplió con mis expectativas frente a la temática vista?
6	Medios y herramientas utilizados para la resolución de la guía	¿Qué medios usaste para resolver la guía de aprendizaje?

Tabla 3. Preguntas aplicadas por componente

Una vez finalizada cada guía de aprendizaje, se analizaron las encuestas aplicadas reconociendo falencias de cada una respecto a los componentes evaluados, lo que permitió que fueran corregidas algunas de las fallas identificadas durante la aplicación del programa de formación. Al finalizar el programa, los resultados obtenidos en las evaluaciones se agruparon por componente, con ello se logró analizar el comportamiento de cada componente a lo largo del programa e identificar las falencias persistentes. Este análisis no se presenta dado que no es el objeto de este artículo.

3.3 ENCUESTA FINAL

Este cuestionario se aplicó al finalizar la formación, en él se evalúan tres aspectos:

- Aceptación, pertinencia y contenido del programa.
- Aplicabilidad del proyecto de investigación formativa desarrollado.
- El interés de participación en un nuevo programa con similares características.

Al igual que en la encuesta inicial, se clasificaron las respuestas asignando valores entre 1 y 3, donde 1 representa la puntuación más baja y 3 la puntuación más alta respecto al aspecto evaluado.

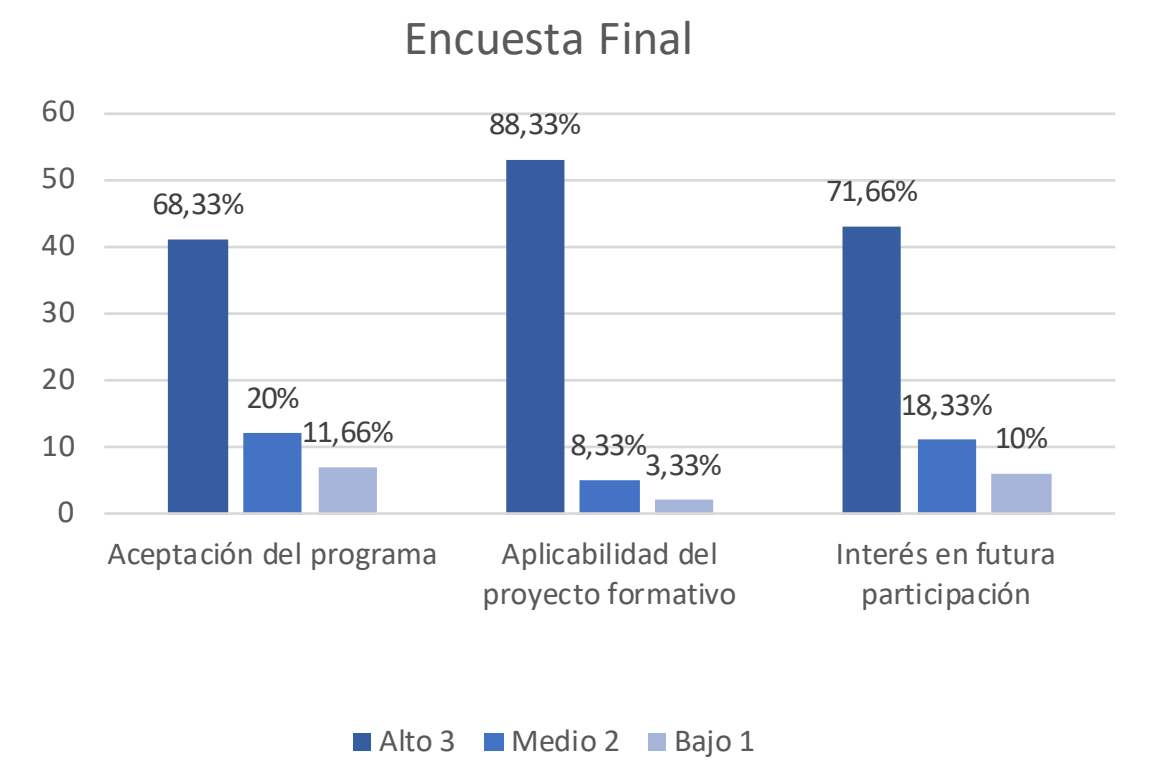


Figura 5. Gráfico – Encuesta Final
Fuente: Elaboración propia

Una vez tabulados los resultados, Figura 5, se evidencia que la aceptación del programa de formación entre los aprendices es alta, estos consideran que las temáticas y el proyecto de investigación formativa desarrollado es pertinente con las necesidades del entorno y su aplicabilidad es óptima, así mismo muestran interés en participar de un nuevo programa de formación de características similares.

Para realizar el análisis del impacto del programa de formación se utilizó como método estadístico la comparación de medias, aplicando la prueba T para muestras relacionadas, este método permite comparar medias sobre una medida antes de aplicado un procedimiento y sobre otra medida tomada después de haberse aplicado, para este caso se analizó la diferencia de medias entres las encuestas inicial y final, aplicadas al mismo grupo de aprendices previo y posterior al desarrollo del programa de formación. Las Tabla 4 a y b, muestran el análisis estadístico realizado para las encuestas inicial y final.

Con el método aplicado, se puede evidenciar que la diferencia para cada componente no supera el valor de 0.2, por lo cual se puede determinar que la variación entre la expectativa de la aplicación del programa y su nivel de satisfacción una vez culminado es muy baja, con lo que se puede concluir que la hipótesis planteada es verdadera y que el impacto de la estrategia de formación desescolarizada aplicada por la extensión de la Tecnoacademia Nodo Tolima durante el año 2020 es positivo.

Tabla 4a. Estadístico de muestras relacionadas para las encuestas inicial

Encuesta Inicial				
Aspecto Evaluado	Muestra	Media	Desviación Tip.	Error de la media
La motivación sobre el programa.	60	2,66	0,2880	0,1075
El interés de participación en las actividades.	60	2,81	0,5285	0,0682
La expectativa sobre los resultados del programa de formación.	60	2,75	0,5843	0,0754

Tabla 4b. Estadístico de muestras relacionadas para las encuestas final

Encuesta Final				
Aspecto Evaluado	Muestra	Media	Desviación Tip.	Error de la media
Aceptación, pertinencia y contenido del programa.	60	2,56	1,0449	0,1349
Aplicabilidad del proyecto de investigación formativa desarrollado.	60	2,85	0,3865	0,0490
El interés de participación en un nuevo programa con similares características.	60	2,61	0,9386	0,1211

04

CONCLUSIONES

Los instrumentos aplicados y el método estadístico utilizado permitieron conocer de manera cuantitativa el nivel de percepción hacia la estrategia implementada, de esa forma, analizando cada componente por separado se puede determinar las situaciones específicas de mejora que puedan ser aplicadas al proceso formativo y la aplicación del programa de formación posteriormente.

La ejecución de estrategias pedagógicas enfocadas a la formación STEAM, tales como el planteamiento de situaciones problemáticas, la interacción entre los diferentes grupos para proponer soluciones a las problemáticas, la evaluación de soluciones planteadas, pruebas de su funcionamiento y retroalimentación, y las actividades competitivas dentro del grupo, deben tener un componente de pertinencia ajustado a la región específica y la comunidad en donde se ejecutará la estrategia, de esta manera, el conocimiento y experiencia en este tipo de procesos se podrá enfocar a la comunidad de manera certera, mejorando los procesos y la ejecución de estos, según el instrumento de percepción implementado y los resultados obtenidos.

La aplicación de un programa de formación diseñado para el sector rural del departamento en el cual se integren las necesidades de la región con el sector productivo, representado en negocios locales, economías familiares, economías solidarias o proyectos productivos sostenibles que aprovechan la agricultura y producción avícola como fuente de ingreso permiten la apropiación social del conocimiento mediante la aplicación de técnicas de industria 4.0 en procesos llevados a cabo de manera artesanal, de esta manera se logra potenciar la agroindustria y la economía rural desde las familias campesinas.

05 REFERENCIAS

- [1] Velásquez L., Alba Lopez L. y Palencia Perez A. 2019 Aspectos Básicos de la Industria 4.0. MinTic.gov.co https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf (Consultado 5 de agosto de 2021)
- [2] Restrepo S. 2020 La Industria 4.0 y la educación. e-Learning Externado - Revista digital, Vol. 2 - Universidad Externado de Colombia
- [3] Ocaña G. 2015 Robótica Educativa, Iniciación. Libro del Profesor. Journal of Industrial Teacher.

- [4] Zamorano T., García Y. y Reyes D. 2018 Educación para el sujeto del siglo ~~XXI~~: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales
- [5]. Revista Semana. (2018) Entrevista: a Andrea Schleicher ¿Cómo ve la OCDE la educación en Colombia? Julio 29 de 2018. [revisado; noviembre de 2021] Disponible en: <https://www.semana.com/educacion/articulo/que-dice-la-ocde-sobre-la-educacion-en-colombia/575903/>
- [6] Sánchez, M. 2019 Industria y educación 4.0 en México, un estudio exploratorio. Innovación Educativa Vol. 19, No 81, 2019. 39-64
- [7] Cabero J., Ruiz J. 2017 Las Tecnologías de la Información y Comunicación para la inclusión: reformulando la brecha digital. International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI), 9, 2017. 16-30
- [8] Torres M., Torres E. 2020 Las brechas digitales en Dabeiba y Frontino, Colombia: un desafío para la educación virtual para la paz. Revista Virtu@lmente. Vol. 8, No. 2, 2020. 1-14
- [9] Parra R., Ruiz C. 2020. Evaluación de impacto de los programas formativos: aspectos fundamentales, modelos y perspectivas actuales. Revista Educación, Vol 44, No. 2, 2020. 1-25
- [10] Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. 2014. Manual Proyecto Educativo Institucional. GFPI-M-001 Versión 1.
- [11] Florez J., Avila J., Rojas C., Saez F., Acosta R. y Díaz C. 2017 Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios. Chile
- [12] 5 Actividades para captar la atención al iniciar la clase Conlospiesenelaula.es <https://www.conlospiesenelaula.es/5-actividades-captar-la-atencion-al-iniciar-la-clase/> (Consultado agosto 8 de 2021)
- [13] Marin S. 2012. Apropiación social del conocimiento: una nueva dimensión de los archivos. Revista Interamericana de Bibliotecología. Vol. 35, No. 1, 2012. 55-62



LA ILUSTRACIÓN DIGITAL COMO HERRAMIENTA PARA APALANCAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS

G. Silva¹, J. Silva Bolívar¹, S. Velásquez² y S. Londoño²

¹Semillero de investigación ITADIR, Grupo de investigación GIGAT, Centro de Servicios y Gestión Empresarial - SENA. Medellín, Colombia.

²Grupo de investigación GIGAT, Centro de Servicios y Gestión Empresarial - SENA. Medellín, Colombia.

gsilva42@misena.edu.co, julisilva_87@misena.edu.co, smvelasquez@sena.edu.co,
slondonom@sena.edu.co

Palabras clave: Ilustración digital, Enseñanza-aprendizaje, Formulación de Proyectos, Plataforma Interactiva, Vectorización.

RESUMEN

En Colombia, el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, fomenta la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) en el sector productivo y académico, empleando la financiación de proyectos como una de las estrategias para cumplir su misión. No obstante, se ha evidenciado una deficiencia en la estructuración y formulación de proyectos que se presentan a la entidad, lo que conlleva a resultados desfavorables, en el sentido de que no se logra transmitir el objetivo. El trabajo presentado en este documento, nace del interés de aprovechar el potencial que ofrece la ilustración digital para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje, en este caso particular, la formulación de proyectos de innovación. Para cumplir el objetivo se desarrolló una plataforma multimedia guiada por dos personajes, que buscan enseñar a los usuarios a estructurar proyectos bajo la metodología de marco lógico. En el proceso, se definieron los requisitos básicos para la formulación de un proyecto I+D+I, y se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo se articula la ilustración digital en la enseñanza de formulación de proyectos de base innovadora? La plataforma final contiene videos introductorios y explicativos, presentados por dos avatares que interactúan con el usuario.

La Ley 344 de 1996 establece que el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, debe invertir el 20% de los parafiscales provenientes de las empresas colombianas en actividades que aumenten la competitividad, el desarrollo tecnológico y la innovación; para lograrlo, el SENA ha venido financiando proyectos mediante programas como Tecnoparque, TECNNOVA y SENNOVA, apoyando tanto a empresas, como al sector académico [1]. Sin embargo, los expertos encargados de estos programas, han identificado que la mayoría de los proyectos presentados no son aprovechados por el público objetivo, debido a la falta de capacidades de los proponentes en la estructuración y formulación de proyectos. Esto conlleva a que la competencia por los recursos y la ejecución de los proyectos sea desigual.

En la actualidad existen herramientas para la formulación de proyectos, sin embargo, son complejas para la enseñanza básica y carecen de ilustraciones que faciliten el aprendizaje visual, como es el caso de la Metodología General Ajustada - MGA del Departamento Nacional de Planeación [2] y la del Sistema Integrado de Gestión de Proyectos - SIGP de COLCIENCIAS [3]. Además, se requieren conocimientos previos en formulación de proyectos para emprender correctamente en estas metodologías. La mayoría de las MIPYMES (Micro, Pequeñas y Medianas empresas) así como los aprendices de nivel técnico, tecnológico y en ocasiones profesionales, no cuentan con personas capacitadas para la realización de proyectos.

Partiendo de esta necesidad, se buscaba crear una herramienta para la enseñanza y formulación de proyectos, que vinculara elementos de usabilidad, didácticos y pedagógicos. Es por esto, que destacamos el uso de la ilustración digital como elemento clave en el ámbito de la enseñanza, reconociendo que las nuevas tecnologías y el soporte digital potencian y amplían las posibilidades de la ilustración aplicada [4] y se consideran como un recurso educativo beneficioso [5].

La ilustración en el área del diseño se orienta a la creación de historias, por lo general se inspira en textos literarios, ideas o conceptos a comunicar, se utiliza para acompañar textos narrativos y académicos y complementar lo que estos expresan [6]. Las diferentes técnicas de impresión y reproducción ampliaron el uso de las imágenes, permitiendo la difusión del arte y favoreciendo el desarrollo de distintos tipos de ilustración. Actualmente, la imagen es bastante relevante y recobra su importancia con el auge de las tecnologías de la comunicación y la información – TIC. Así la ilustración digital, se convierte en un arte, que es facilitado por las herramientas en aparatos electróni-

cos como tabletas, smartphones y computadoras [7]. Es por eso que, en este proyecto destacamos la ilustración no como materia prima, sino como parte importante de la conceptualización y guía para mejorar la experiencia de usuario.

De esta manera, se desarrolló una plataforma multimedia interactiva guiada por dos personajes, que buscan interactuar con los usuarios.

El aplicativo se basa en la formulación de proyectos a partir de la metodología marco lógico, ya que esta permite tener un enfoque claro frente a los involucrados, los objetivos y las actividades a realizar, además de ser la más requerida para responder las convocatorias para la obtención de recursos [2]. La investigación se realizó en Medellín, ya que en el trabajo y en la conexión con las empresas, se descubrieron las falencias a las que se pretende responder.

1.1 ETAPAS DE LA ILUSTRACIÓN DIGITAL

Con la globalización industrial y los avances tecnológicos se han generado cambios significativos en los procesos, métodos y herramientas de diseño, de tal manera que los desarrollos se enfocan en el usuario, por lo que el trabajo colaborativo y la interdisciplinariedad son esenciales para modelar soluciones rápidas, de calidad, con contundencia comunicativa y que faciliten el aprendizaje [6].

Como lo menciona Ramón Ortega: “En los procesos de ilustración el reto es pensar en el concepto y la configuración del mensaje a comunicar a la audiencia siendo aquí donde se presenta con frecuencia la falta de claridad por parte de quien construye el mensaje, lo que hace que el receptor tenga problemas para descifrarlo y entenderlo” [7].

La ilustración entonces, desde la perspectiva de lo digital, está asociada a una función cognitiva de la imagen; que a su vez, revela otras formas de comunicación [8], y por ende, de aprendizaje.

Por esto, la primera etapa en el proceso de ilustración es la realización de una inves-

tigación en diseño, es decir, una indagación cuyo objetivo es el conocimiento del propósito, valor y significado de lo que se desea comunicar y cómo le gustaría al usuario que fuera comunicado. Así, el ilustrador en su proceso de creación, puede combinar la objetividad con la reflexión y la creatividad.

En una segunda etapa, se debe trabajar la búsqueda de conceptos apoyados en los principios visuales y creación de bosquejos, los cuales se caracterizan por tener trazos simples, ligeros y naturales para facilitar la visualización del concepto, lo cual posteriormente dará sentido a las ilustraciones. Para lograr estos bocetos se han implementado diversas técnicas, cada una de ellas con sus ventajas y usos apropiados [9]. Estos han incluido tradicionalmente el uso de la técnica del blanco y negro (pluma y tinta), la técnica de tono continuo (lavado de tinta, carbón polvo, lápiz de grafito) y técnicas de ilustración en color (acuarela, gouache y acrílicos; color lápiz; medios mixtos).

Este proceso de conceptualización comprende también la elaboración de personajes necesarios en el proceso narrativo. Las referencias acerca del diseño de personajes, recomiendan su construcción por medio de tres ejes fundamentales, la descripción física, psicológica y sociológica [10]; sin embargo, los autores también utilizan otras clasificaciones como la presencia, la situación y la acción a desarrollar. Estos factores tienen influencia en su apariencia final, determinando aspectos fundamentales como su morfología, atributos y accesorios que puedan caracterizarlo.

La tercera etapa es el traslado del boceto al ordenador. En el arte, se ha producido una revolución de lo “digital”, donde el uso de computadoras y aplicaciones de software para producir ilustraciones digitales han traído un valor agregado a la caja de herramientas del artista para el desarrollo de las diferentes técnicas con la aplicación de programas de computador [11]. Para trasladar el boceto, este puede ser escaneado o fotografiado con una cámara o smartphone, u otras herramientas de digitalización.

Luego de la digitalización del boceto, es necesario definir la técnica que se utilizará para el arte finalizado; en este punto, se puede tomar la decisión entre un gran abanico de posibilidades y técnicas como vectorización, pintura digital, montajes fotográficos, photobashing, matte painting, por citar las más relevantes. En el vectorizado, el artista puede utilizar diferentes programas de creación y transformación de imágenes vectoriales como Adobe Illustrator, para construir todos los contornos que compondrán la ilustración, y para producir formas a diferentes niveles de profundidad (capas) que producen la sensación de volumen.

Una vez vectorizadas las imágenes empieza la cuarta etapa, la incorporación de la paleta de colores, donde se utilizan programas de pintura digital como Photoshop para lograr luces, sombras y texturas que den un tinte realista al producto, que abandonará su aspecto bidimensional en función de la necesidad o gusto del público objetivo. Para esta tarea, muchas aplicaciones de dibujo y edición de imágenes están disponibles co-

mercialmente (por ejemplo, Adobe Photoshop e Illustrator), a través de aplicaciones de “código abierto”, o como “software libre” (por ejemplo, GIMP, Inkscape), las cuales cuentan con guías y manuales en el mercado [12-15].

Después del proceso de ilustración, previo al proceso de animación de los personajes, se realizan una serie de adecuaciones a los personajes, como la inclusión de diferentes expresiones faciales y bocas para la incorporación de doblaje de las voces, por medio de técnicas como lip sync, y el seccionado de los personajes por extremidades para poder modificar sus posiciones como si se tratase de una marioneta.

02 MATERIALES Y MÉTODOS

En el diseño y elaboración de la plataforma interactiva para la formulación de proyectos de base innovadora, se utilizó una investigación de tipo mixta cualitativa descriptiva y cuantitativa. El método cuantitativo se llevó a cabo con el fin de validar necesidades del sector empresarial, y establecer dos aspectos importantes: en primer lugar, si consideraban pertinente la ilustración digital en la enseñanza, y en segundo lugar, los requerimientos gráficos necesarios para fortalecer y facilitar la formación de los usuarios.

Acompañando al trabajo de investigación, de forma paralela, se desarrolló el aspecto gráfico que acompaña a la plataforma. Este proceso de creación que realiza constantes iteraciones, alimentado por los datos obtenidos en las encuestas, y al adentrarse en la técnica de animación de personajes en formato digital. El flujo de trabajo implementado para el desarrollo de los productos de animación e ilustración comprende las siguientes herramientas de software: Adobe Photoshop, Adobe Illustrator y Adobe Character Animation, programas que intervienen en varias etapas del proceso como se describe más adelante. A nivel de hardware, se emplearon 2 equipos de cómputo portátiles con las siguientes características: Core i7, 8 GB de memoria RAM y 2GB en la tarjeta de video. Se empleó un dispositivo móvil Samsung Galaxy S5 para la realización de las pruebas de las interfaces, ilustraciones y animaciones al cambiar el tamaño de la pantalla (Diseño responsive).

La creación del apartado gráfico, implicó la búsqueda de referentes visuales y estilos de ilustración, y el criterio para elegir alguno de estos estilos para su implementación en el proyecto fue la simplificación del trabajo de animación. El estilo de animación empleado es animación digital Cut-out, que consta del ensamble de marionetas digi-

tales por medio de un sistema de huesos jerarquizados (Rigging), mientras que para la elección del estilo de ilustración, el equipo se inclinó por el desarrollo de personajes vectoriales, sin contorno y simplificados a nivel de luces y sombras inspirado en el Flat Design, este estilo es muy empleado dentro de las tendencias de animación debido a que facilitan el ensamble de las partes del personaje, alivianando la carga en la etapa de configuración de las marionetas, puntualmente en la limpieza y coincidencia de las líneas de los vectores, garantizando la continuidad visual de los mismos bajo la rotación de las articulaciones a cualquier ángulo.

Para el trabajo de campo cuantitativo, se ejecutó una encuesta, que permitió indagar sobre los conocimientos en formulación de proyectos de las Mipymes del Área Metropolitana de Medellín, su apreciación sobre la utilización de la ilustración digital en la enseñanza para la formulación de proyectos de base innovadora y recibir sugerencias acerca de los elementos ilustrados que se deben incluir en la plataforma, de esta manera facilitar el aprendizaje de los conceptos acerca formulación de proyecto. La definición del tamaño de muestra se estableció a partir de las estadísticas de la Cámara de Comercio de Medellín, identificando una disponibilidad de 102.751 Mipymes, y a partir del cálculo estadístico para muestras finitas y teniendo en cuenta una probabilidad de ocurrencia de 50%, un nivel de confianza del 95% y un error máximo de estimación del 5%, se determinó que el tamaño de la muestra debía ser de 383 Mipymes a encuestar. A las empresas se les aplicó un cuestionario semiestructurado por medio de encuestas electrónicas y telefónicas.

Con los resultados de la encuesta se empezaron a trabajar los elementos de ilustración que debía llevar la plataforma interactiva para la formulación de proyectos, empleando el proceso de investigación, creación que se presenta en la Figura 1.

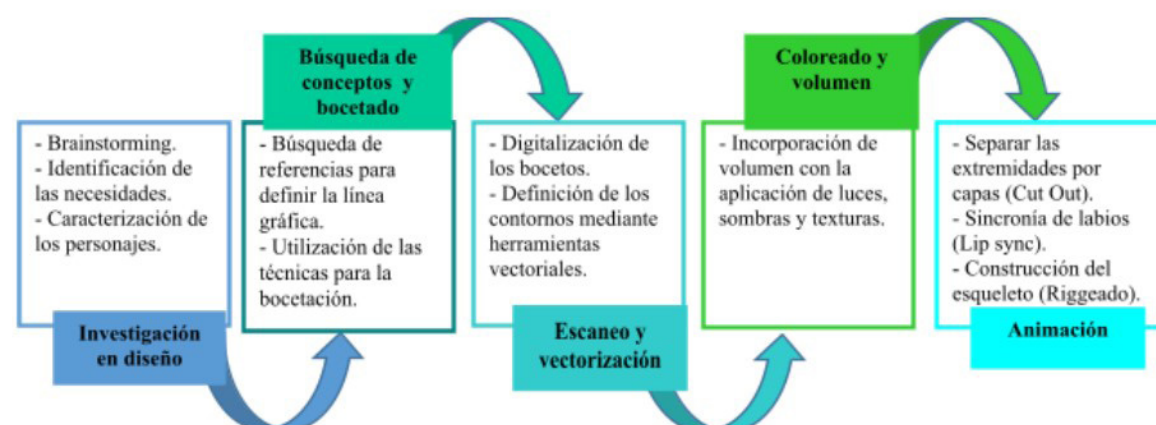


Figura 1. Proceso de investigación - creación.
Fuente: Elaboración propia.

03

RESULTADOS

3.1 PRIMERA ETAPA: INVESTIGACIÓN EN DISEÑO

Se preguntó a las Mipymes, seleccionadas aleatoriamente, sobre los conocimientos en formulación de proyectos de ciencia, tecnología e innovación, para identificar componentes relevantes de la percepción de este proceso y poderlos incorporar en el desarrollo, e identificar la pertinencia de la plataforma interactiva. Además, se identificó la percepción de los usuarios sobre la vigencia de la ilustración digital en la enseñanza sobre formulación de proyectos de base innovadora. Al mismo tiempo, se identificaron los parámetros y necesidades para el desarrollo de la guía interactiva para la formulación de proyectos desde la ilustración digital, como se presenta a continuación.

3.2 CONOCIMIENTOS EN FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE LAS MIPYMES DE MEDELLÍN Y SU ÁREA METROPOLITANA

Los resultados de la primera etapa de la encuesta presentaron respuestas estructuradas enfocadas en el conocimiento de las diferentes actividades de formulación de proyectos dentro de las organizaciones. Cuarenta de las 383 empresas, indicaron tener conocimiento en la formulación de proyectos de base innovadora, y las restantes, indicaron no tener conocimientos o tener conocimientos muy básicos como se aprecia en la Figura 2. Además, se pudo evidenciar que de las empresas que respondieron y poseían conocimiento, el 100% tenía personal encargado de la formulación de proyectos con postgrado a nivel de especialización o maestría. Por otro lado, en las empresas que respondieron que no tenían conocimiento, el nivel académico del personal era bachiller, técnico, tecnológico y profesional.

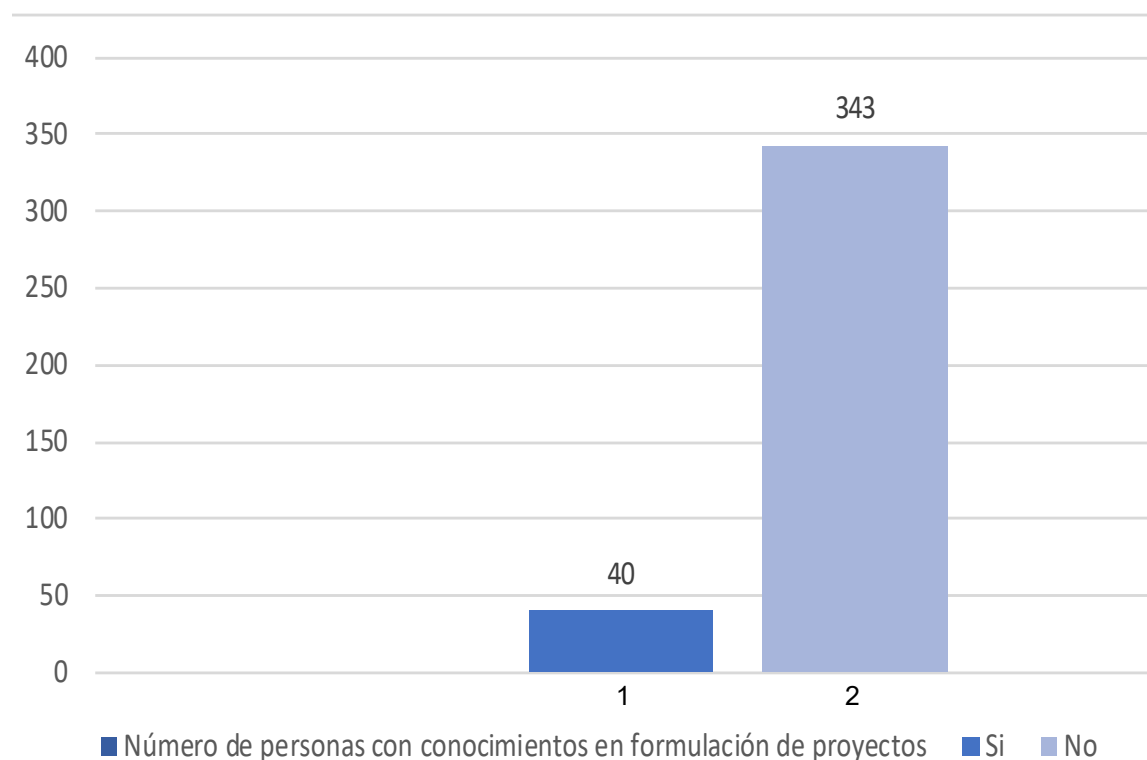


Figura 2. Resultados de la encuesta frente a la vigencia de la ilustración digital en el campo de la enseñanza en formulación de proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

3.3 VIGENCIA DE LA ILUSTRACIÓN DIGITAL EN LA ENSEÑANZA DE LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE BASE INNOVADORA

En esta segunda etapa de la encuesta se realizó una pregunta cerrada sobre si consideraban vigente la implementación de la ilustración digital en la enseñanza de formulación de proyectos de base innovadora. El 100% de las empresas encuestadas respondieron que sí lo consideraban pertinente, como se presenta en la Figura 3.

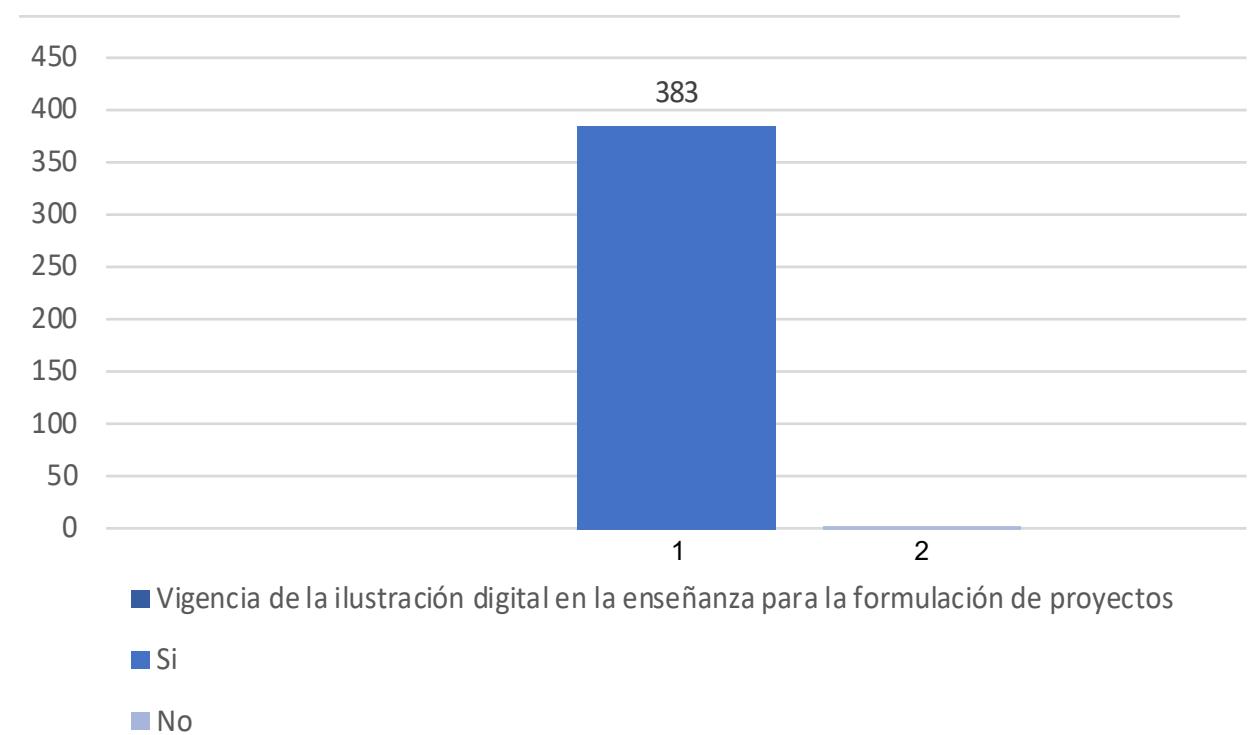


Figura 3. Resultados de la encuesta frente a la vigencia de la ilustración digital en el campo de la enseñanza en formulación de proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS Y NECESIDADES PARA EL DESARROLLO DE LA PLATAFORMA INTERACTIVA PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DESDE LA ILUSTRACIÓN DIGITAL

La segunda parte del formulario indagó si las empresas utilizarían la guía desarrollada para la formulación de proyectos. Un 92% indicó que sí utilizaría una herramienta interactiva para la formulación y estructuración de proyectos de I+D+I, solo un 2.8% indicó lo contrario y un 5.2% no respondió la pregunta.

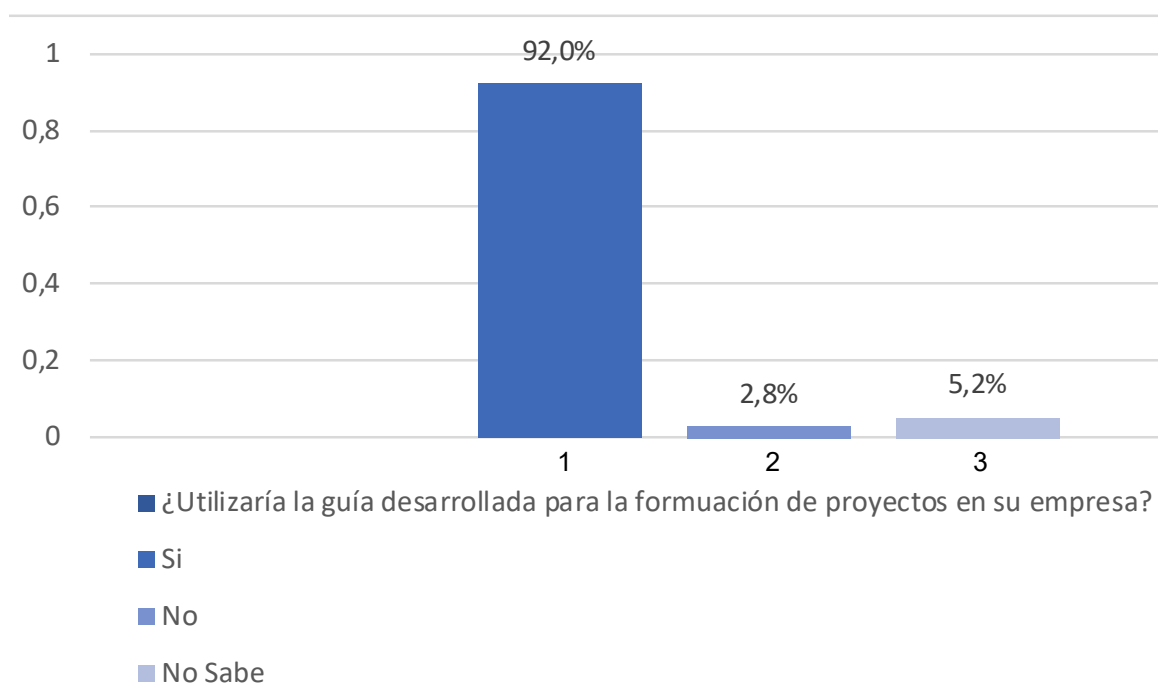


Figura 4. Proyección del uso de la guía.
Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo audiovisual de la plataforma multimedia, se indagó acerca de los tipos de apoyos que, como usuarios, les gustaría les brindara la plataforma. En los resultados se destacaron los videotutoriales con un 83%, los personajes que los orienten en la navegación y manejo de la herramienta con un 60%.

La información obtenida en las encuestas, los requerimientos de los empresarios y la integración de los conceptos de los expertos en formulación de proyectos provenientes de Tecnova, Tecnoparque y Sennova se utilizó para el diseño de la ficha técnica de los personajes, que permitió establecer las directrices para realizar una propuesta gráfica acorde con los objetivos planteados del personaje: acompañar los videotutoriales que apoyan este proceso de enseñanza - aprendizaje.

Para la etapa de conceptualización se empezó con el proceso de diseño de personajes; los aprendices e instructores del programa Tecnólogo en ilustración para producciones audiovisuales y tecnólogo en producción de multimedia, realizaron varios talleres de lluvias de ideas junto con los practicantes e instructores de formulación de proyectos, con el fin de construir los ejes de caracterización de los personajes (ficha técnica). Esencialmente, una ficha técnica para crear personajes es una lista o resumen de los arquetipos que se asemejan a los perfiles de los usuarios finales, con los que describen a los personajes en tres dimensiones: física, psicológica y sociológica.

3.5 PRIMERA ETAPA: INVESTIGACIÓN EN DISEÑO: DESCRIPCIÓN FÍSICA, PSICOLÓGICA Y SOCIOLÓGICA DE LOS PERSONAJES

En la elaboración de la descripción física es necesario definir el nombre, la edad, el aspecto físico, el sexo y la nacionalidad de los personajes. Los nombres de los personajes, fueron elegidos tomando como referencia a la colombiana Adriana Ocampo Uría, quien forma parte del equipo de la NASA [16], y al inventor norteamericano Thomas Alva Edison [17]. Estos personajes son grandes investigadores, reconocidos como fuentes de inspiración y admirados por su labor.

Para la creación de la edad, aspecto físico y el sexo, entre el grupo de trabajo se identificó que los personajes debían ser uno masculino y otro femenino que pudieran interactuar entre sí, y que dieran la sensación de un equipo de trabajo complementario; su perfil debía ser de una población joven de posibles empresarios y emprendedores, dado que es la tendencia que se está impulsando desde hace varios años en Medellín, la ciudad de origen de esta propuesta.

En cuanto al perfil psicológico, se buscaba que tuvieran rasgos de la personalidad de la cultura antioqueña, la cual se ha caracterizado por tener una actitud y comportamiento empresarial, enérgica, dinámica, espontánea, organizada y visionaria [18], acompañada de otros rasgos importantes que fortalecen el trabajo en equipo y la innovación.

Por último, para el perfil sociológico, se definieron como empresarios con espíritu emprendedor, investigativo y estables en sus relaciones personales. Toda esta descripción se resume en la ficha perfil de los personajes presentada en la Tabla 1.

3.6 SEGUNDA ETAPA: BÚSQUEDA DE REFERENTES Y BOCETACIÓN

La creación de bocetos debe ser rápida, las ideas deben representarse primero mediante trazos, garabatos y dibujos sin detalle. Usualmente, se registran las primeras ideas, se toman notas o hacen listas como punto de partida [19]. En esta etapa de la ilustración, se indagó en la solución desde el dibujo exploratorio, a partir de una primera lectura de los requerimientos de los empresarios para plasmar las ideas iniciales con líneas sencillas y con la búsqueda de referentes creando una galería de estilos, técnicas y medios artísticos que fundamenten el desarrollo de la caracterización de los personajes (ver figura 5). Cabe aclarar que el diseño de íconos y botones influyen

en la apariencia estética de la interfaz gráfica con el objetivo de facilitar la interacción del usuario con la plataforma.

En la bocetación de los personajes es fundamental la exploración formal, por lo que a partir del concepto obtenido durante el diseño de las fichas de personajes se dibujan múltiples apariencias que cumplan con el requisito de ser acordes con las características descritas en ellas. En la figura que se muestra a continuación se pueden observar las variaciones anatómicas, producto de la búsqueda visual de la apariencia más adecuada para los personajes, previo a la etapa de digitalización.



Figura 5. Propuestas a blanco y negro, técnica carboncillo.
Fuente: Aprendices de los programas de formación tecnológicos en ilustración digital, producción multimedia y formulación de proyectos del Centro de Servicios y Gestión Empresarial – SENA.

3.7 TERCERA ETAPA: ESCANEADO Y VECTORIZADO

En esta etapa, se digitalizaron los bocetos ilustrados a mano alzada con el uso de un escáner. Luego, mediante el uso de las herramientas de dibujo vectorial como pluma y curvas Bézier, se dibujaron los contornos, agregando puntos de ancla, nodos o vértices al trazado, que se manipularon desde los manejadores para suavizar y transferir con fidelidad nuestra imagen de referencia (boceto). Para el proceso de digitalización se empleó Adobe Illustrator como software de diseño vectorial, y se optó por que la pro-

puesta final ilustrada no tendría grosor de línea, solo relleno uniforme. En la Figura 6 se esquematiza el proceso realizado.

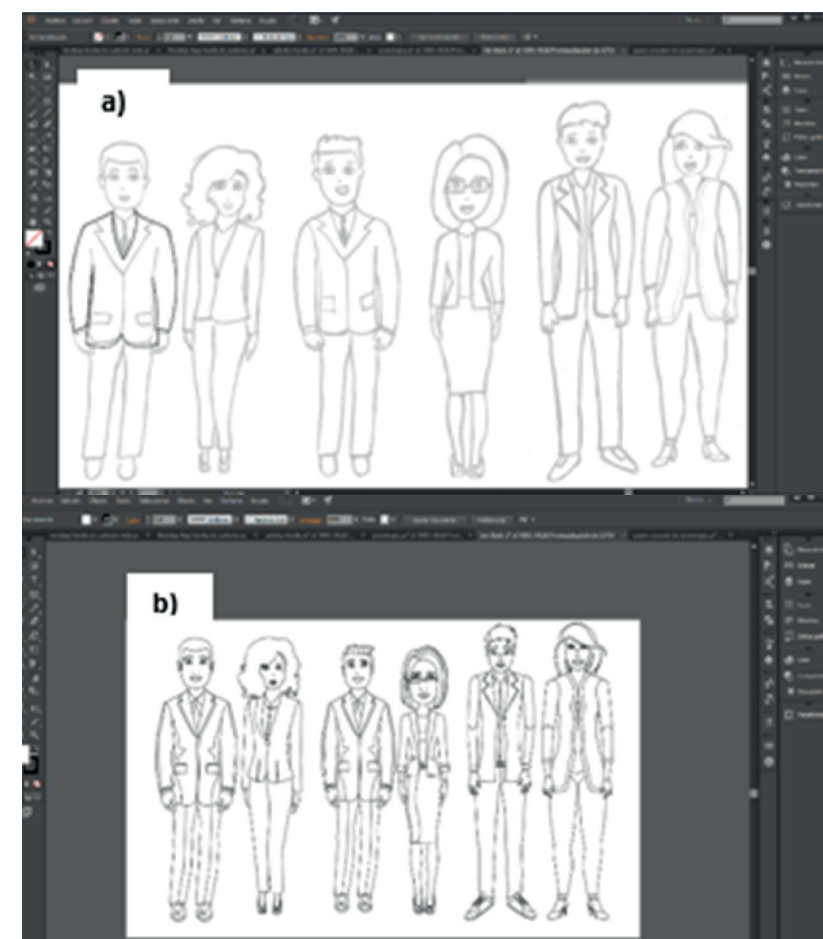


Figura 6. a) Escaneado y b) vectorizado de los dibujos a carboncillo.
Fuente: Aprendices de los programas de formación tecnológicos en ilustración digital, producción multimedia y formulación de proyectos del Centro de Servicios y Gestión Empresarial – SENA.

3.8 CUARTA ETAPA: COLOREADO

Para iniciar esta etapa, en el software Photoshop se ajustó el brillo y el contraste de las imágenes hasta que las áreas en blanco se tornaran completamente

blancas y las líneas sean puramente negras, evitando la generación de ruidos indeseados. Los bocetos digitalizados son usados como referencia en una capa aparte utilizando el modo de fusión “Multiplicar”, para después colorear por encima, asegurándonos de poner cada color en una capa diferente con el fin de facilitar el proceso de aplicación de sombras (Figura 7). Las paletas de color elegidas fueron seleccionadas pensando en la aplicación en el contexto empresarial, por lo que en ellas predominan tonos con saturaciones medias, entre grises y azules, complementados por tonos terracota.

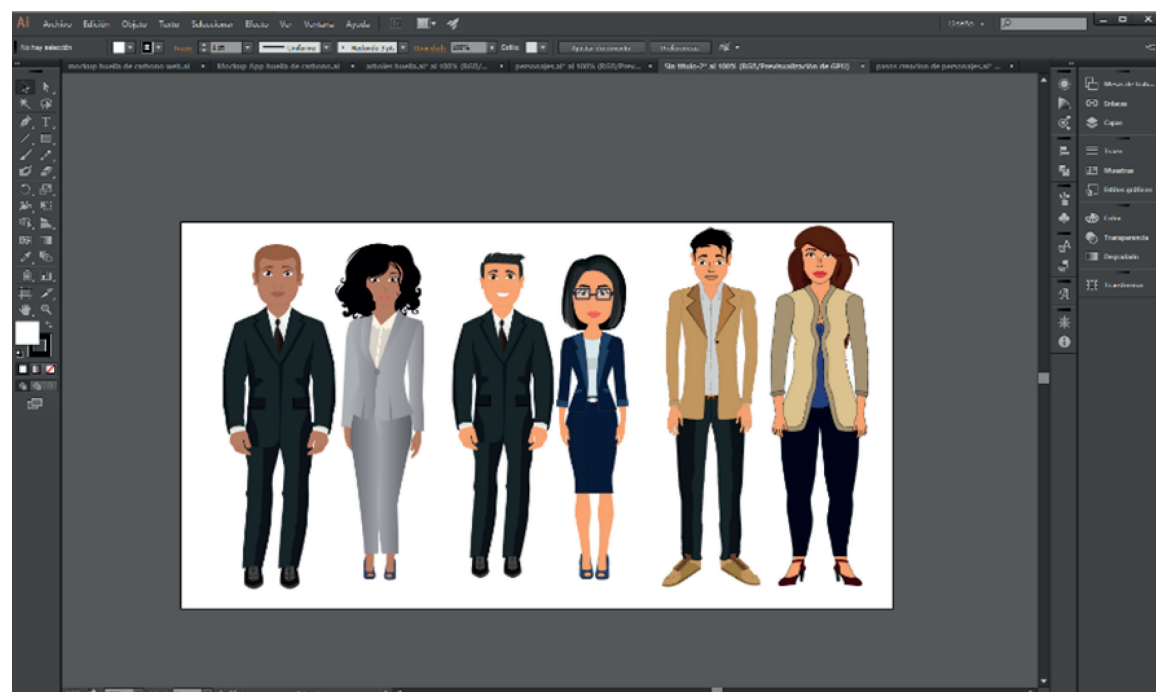


Figura 7. Propuestas a color.

Fuente: Aprendices de los programas de formación tecnológicos en ilustración digital, producción multimedia y formulación de proyectos del Centro de Servicios y Gestión Empresarial – SENA.

Analizando las tres propuestas desarrolladas, se realizó una votación entre el equipo de trabajo, en la que 5 de las 9 personas elegían la propuesta # 10, teniendo en cuenta que la ilustración hacía alusión a lo que se imaginaban con la lectura de la ficha de perfil.

3.8.1. Alistamiento para animación: para los personajes ilustrados, en Adobe Illustrator se crearon varias capas correspondientes a las partes estructurales (cabeza, ojos, boca, brazos, piernas, etc.) de cada personaje como se presenta en la figura 8. Para esta tarea se utilizó la técnica de vectorización por medio de curvas de Bézier, que consta de un sistema de nodos y controladores de las curvas para definir las siluetas de las piezas vectoriales.

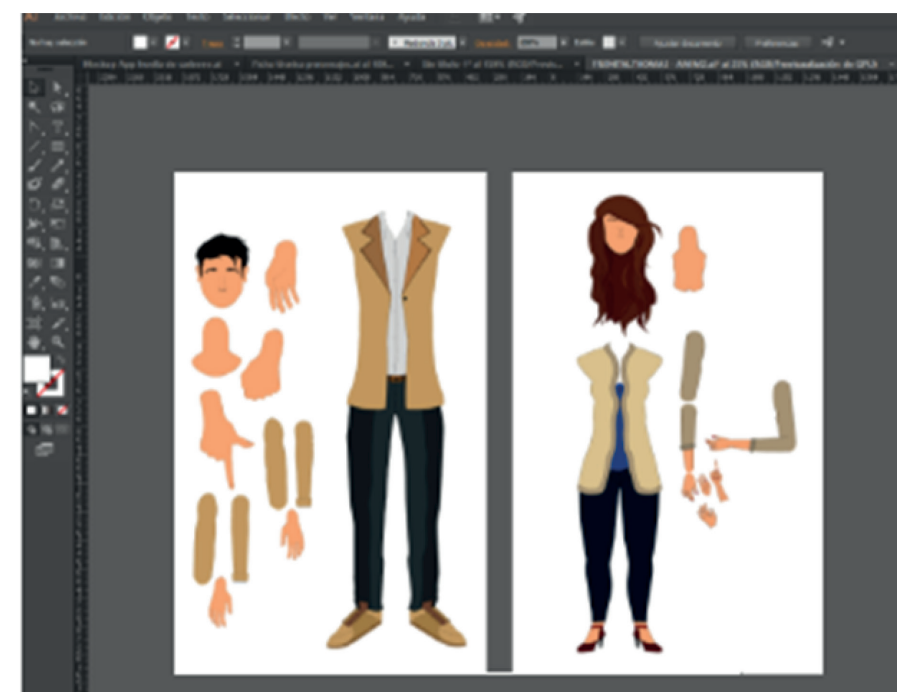


Figura 8. Cut Out.

Fuente: Aprendices de los programas de formación tecnológicos en ilustración digital, producción multimedia y formulación de proyectos del Centro de Servicios y Gestión Empresarial – SENA.

Al separar las extremidades en capas diferentes, se facilita la exportación al programa Character Animator, con el fin de añadir funciones específicas a los personajes, como por ejemplo, varias expresiones de la boca que se puedan utilizar de acuerdo con la situación narrativa. A esta técnica de animación se le conoce como cut-out (Figura 9).

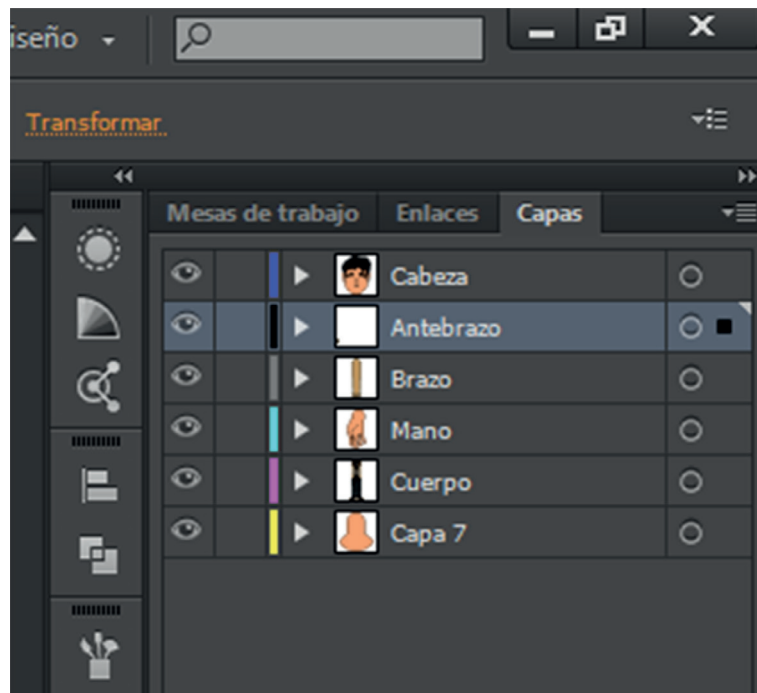


Figura 9. Exportado por extremidades.

Fuente: Aprendices de los programas de formación tecnológicos en ilustración digital, producción multimedia y formulación de proyectos del Centro de Servicios y Gestión Empresarial – SENA.

En este proceso, cada capa de ilustración se convierte en una capa de animación, que contiene propiedades independientes relacionadas con su propio punto de pivote y la posibilidad de realizar transformaciones a cada una (Mover, rotar o escalar). Estas piezas son emparentadas pensando en estructurar el movimiento de adentro hacia afuera, por ejemplo, el cuerpo es el objeto padre del brazo, este último es el padre del antebrazo, que a la vez es padre de la mano. Este sistema de animación se conoce como Forward kinematics (FK), donde el movimiento del “objeto padre” causa el movimiento de los “hijos”, pero el movimiento de los “objetos hijos” no causan del del “objeto padre”.

3.8.2. Lip sync: Agregar una sincronización de labios a un proyecto, realmente puede mejorar su calidad narrativa, sin embargo, puede ser difícil dar forma a la boca de un personaje para que coincida con el fonema de las voces.

La sincronización de labios, analiza los contenidos de un elemento de sonido y genera un diagrama de la boca basado en los fonemas de animación [21]. La Figura 10 ilustra los fonemas de animación con las bocas de los personajes de la plataforma.

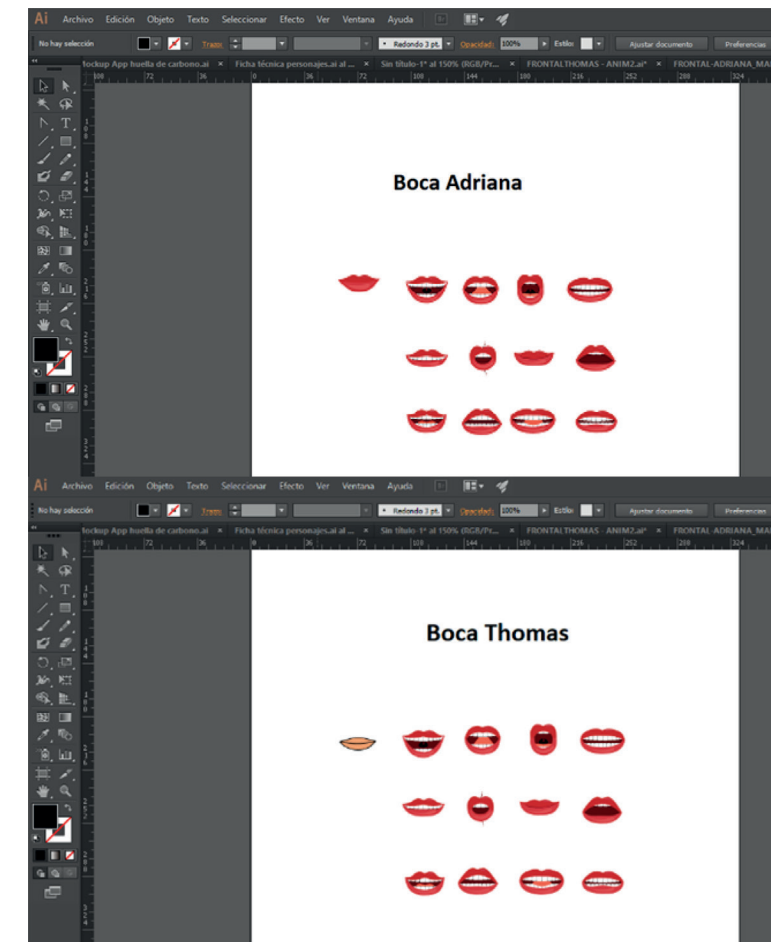


Figura 10. Lip-sync.

Fuente: Aprendices de los programas de formación tecnológicos en ilustración digital, producción multimedia y formulación de proyectos del Centro de Servicios y Gestión Empresarial – SENA

3.8.3. Rigging: Para comprender el proceso llevado a cabo en esta fase, se debe definir el concepto del “rigging” o “riggeado”, “son sistemas de cadenas de huesos y objetos de control, con o sin características interactivas, que sirven para definir deformaciones sobre un objeto geométrico”. [22] Se definieron los controles del personaje, los cuales incluían, control de pies, cabeza, codos, manos, como lo muestra la Figura 11.

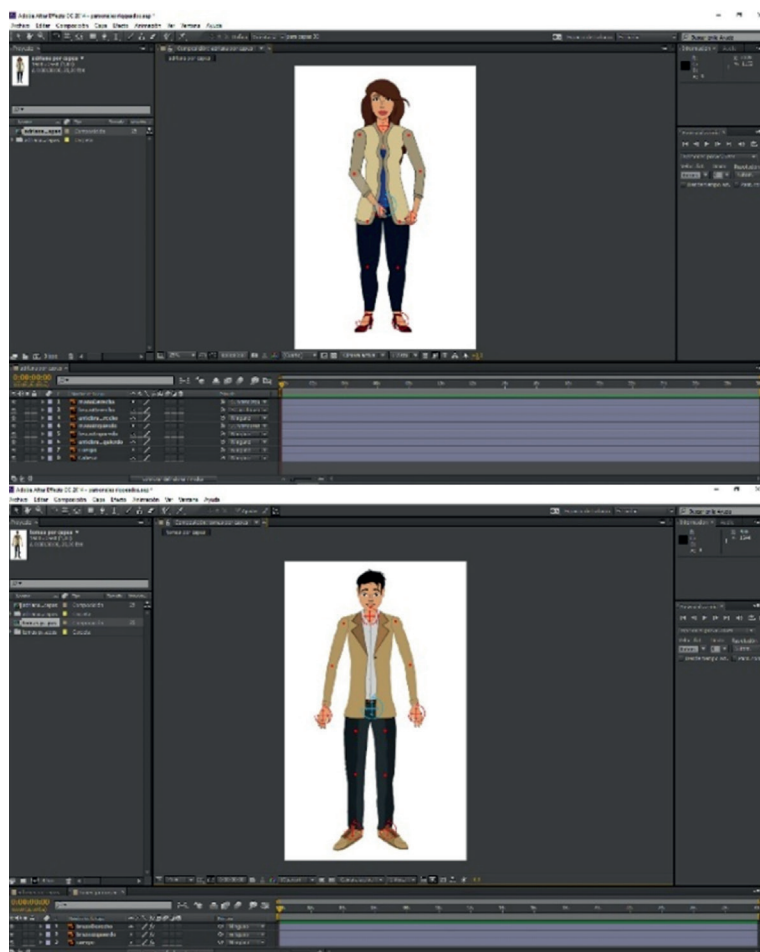


Figura 11. Rigeado.

Fuente: Aprendices de los programas de formación tecnológicos en ilustración digital, producción multimedia y formulación de proyectos del Centro de Servicios y Gestión Empresarial – SENA.

04

DISCUSIONES

En el comienzo de este proyecto, el planteamiento central de los investigadores era la parte pedagógica y educativa, que no solo permitiera la construcción de proyectos, sino que dejara un aprendizaje frente a la formulación. Es por esto que desde el principio, la creación de material didáctico y pedagógico fue una de las motivaciones que requirió una planificación más ardua, ya que las

plataformas de este estilo, que se ofrecen en el mercado, tienden a lograr un formato para que la construcción del proyecto tenga un direccionamiento, pero no tienen el objetivo de enseñar, convirtiéndose en herramientas para la consignación de textos de formulación de proyectos.

Sin embargo, la problemática que se observaba durante las encuestas realizadas iba más allá del trámite, ya que la falencia de un material que fuera amigable con el público generaba deserción en el proceso de creación del proyecto. La encuesta y sus respuestas fueron insumo para la constitución de la herramienta online. Obedeciendo a las percepciones y conceptos de los encuestados, se llegó a la conclusión de que, a pesar de que una plataforma interactiva con *avatares* llamaba la atención, los videojuegos o más específicamente los *serious games*, no eran contemplados por las empresas como algo que pudiera aportar al tema.

Los usuarios en muchos casos no conocen la metodología para el planteamiento de un proyecto. Esto se evidenció en la identificación de necesidades que se realizó con la encuesta. El 89,5 % de empresas encuestadas no contaban con capacitación ni profesionales en la formulación de proyectos. Por esta razón, la generación de material de enseñanza y aprendizaje, para lograr los objetivos planteados se convirtió en parte de los elementos diferenciadores de la aplicación.

Atendiendo a lo anterior, la plataforma construida guía al usuario desde la creación de la idea, hasta la entrega de un documento que sirva para la gestión del proyecto y su realización. Con este objetivo, era necesario plantearse las metodologías de enseñanza y aprendizaje que sirvieran como hilo conductor para la generación de material pedagógico que generara recordación a largo plazo.

Pensando en la aplicación a construir, se recurrió a teorías que sustentaran el uso de material multimedia para el aprendizaje: “Las películas y los video clips permiten presentar situaciones auténticas de aprendizaje, que deben motivar al aprendiz y situar de forma adecuada el aprendizaje. Las presentaciones estáticas y las animaciones hacen la presentación de la información más concreta y realista, y permiten visualizar y dar nitidez a la situación de aprendizaje, cumpliendo así un principio didáctico. La combinación de imágenes y sonidos se corresponde con otro principio didáctico que aconseja la presentación de la información a través de diferentes canales sensoriales. Finalmente, los entornos de aprendizaje multimedia computarizados permiten interactuar con una materia: permiten una exploración del aprendizaje auto dirigida, en la que un sujeto puede manipular un objeto de aprendizaje y observar los resultados” [23].

Estas teorías fueron el insumo para la utilización de metodologías didácticas

que permitieran la creación de material multimedia para la enseñanza, con el fin de hacer el camino más agradable para el usuario final. Así, el diseño se convirtió en una pieza clave para la generación de contenidos en esta investigación.

El diseño es un elemento que, en muchos casos, es descuidado por las plataformas técnicas que ven en la estética un añadido no necesario para realizar el objetivo. Sin embargo, el diseño no es un elemento netamente decorativo, al contrario, un buen uso de los elementos de diseño puede garantizar una mejor experiencia de usuario y una usabilidad menos confusa. En este caso, la aplicación de la creación de avatares ilustrados conforma uno de los elementos de diseño claves para lograr la didáctica con la que se enseñará el proceso de la formulación de proyectos. Estos personajes fueron creados pensando en las condiciones del público objetivo, para generar una identificación que se tradujera en agrado para aumentar las posibilidades de darle continuación y fin al proceso. Es por esto, que durante el proceso de bocetación, se recurrió a distintas formas y alturas, y finalmente, fueron expuestas frente a un grupo focal, determinando cuáles eran los escogidos. Estos pasos tuvieron una relevancia particular, ya que son los avatares los que resuelven dudas y dan las claves para la construcción del proyecto, convirtiéndose en tutores y guías de la plataforma.

Esta necesidad didáctica, dictó el estilo gráfico del resto de aplicación, ya que a partir del diseño de los personajes, se pensó en detalles como el resto de las ilustraciones que acompañarían los iconos y botones, la tipografía, los colores, y finalmente, el frontend.

05

CONCLUSIONES

A partir de las pruebas realizadas con las empresas, se corroboró el planteamiento formulado sobre el aporte de la ilustración digital para facilitar los procesos de aprendizaje y la transferencia del conocimiento sobre el tema de investigación, empleando como medio una plataforma que facilite la interacción y el aprendizaje del usuario. También, se puede apreciar que la ilustración digital como un medio pedagógico no es exclusiva del público infantil, sino que también puede impactar a personas maduras.

Para el desarrollo de las ilustraciones fue esencial tener claro las diferentes etapas del proceso e identificar la importancia de emplear un método basado en conceptos de la investigación académica, que permita realizar un análisis de los requisitos que los potenciales usuarios necesitan en la plataforma para facilitar su aprendizaje, con esto se logró establecer las funcionalidades de cada ilustración en la plataforma e integrar la interacción de los usuarios con la plataforma, logrando incorporar todo lo que habían solicitado (videotutoriales, personajes que orienten el uso de la guía e imágenes explicativas).

Las etapas para la ilustración son parte fundamental a la hora de captar las necesidades del usuario, hallar un proceso correcto garantiza el éxito del proyecto, que se basa no solo en el contenido sino en las gráficas como sustento pedagógico y didáctico para facilitar el proceso de aprendizaje. Abordar el tema desde una mirada particular es un requerimiento para los procesos de este tipo, para realizar las ilustraciones de la manera más pertinente para el público objetivo. En el caso de este trabajo, los estudios previos facilitaron la realización y el diseño, y lograron que el producto final fuera exitoso para el medio.

Es importante recalcar que el trabajo en las artes gráficas obtiene su valor a partir de la singularidad del producto, por lo que los procesos de diseño de personajes, a pesar de que están bien definidos, siempre derivan en productos únicos que obedecen a las dinámicas de cada proyecto, a las necesidades de cada mercado y a la caracterización del público.

06

AGRADECIMIENTOS

A SENNOVA por la financiación del proyecto GIDPI bajo el número de radicado SGPS-1104-2016; al semillero de investigación en móviles, educación, Robótica, automatización y control MERLIN; al semillero de investigación de integración de técnicas de animación y la realidad ITADIR; y al semillero de investigación en proyecto e ingeniería SIPI, por el apoyo en el desarrollo del proyecto.

07 REFERENCIAS

- [1] Silva C, García S. Rol del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Informador Técnico. 2013;77(2).
- [2] Departamento Nacional de Planeación. Manual de Actualización Metodología General de Formulación. Bogotá: Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas; 2015.
- [3] Colciencias. Sistema Integral de Gestión de Proyectos [Internet]. 2018 [cited 28 June 2018]. Available from: <http://sigp.colciencias.gov.co:7777/portal/>
- [4] Grilli J, Laxage M, Barboza L. Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia a partir de la imagen. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 2015;12(1).
- [5] Chicaiza Cajamarca E, Moreno V, Stefany P. Elaboración de una guía educativa mediante la ilustración digital sobre la esterilización de mascotas, para evitar su reproducción sin un debido control en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi durante el período 2015 [Pregrado en Ingeniería en Diseño Gráfico Computarizado]. Universidad Técnica de Cotopaxi; 2016.
- [6] Saravia, J. A. (2007). Guía para la elaboración del marco lógico. Universidad Autónoma De Occidente, 1-17.
- [7] Enríquez R. El Proceso de ilustración: indagación, diseño, pensamiento creativo. Memorias del festival internacional de la imagen. 2016.
- [8] Riaño C. La ilustración desde la perspectiva de lo digital. Bogotá: Ediciones Universidad Nacional de Colombia. Colección "Punto Aparte"; 2010.
- [9] Andrade Mendoza K, Farfán Calvache A. La ilustración digital, como medio de comunicación en el Ecuador, publicitada en Facebook: vista desde dos estudios de caso en el 2014 [Pregrado Comunicación Social con Énfasis en Educación, Arte y Cultura]. Universidad Central del Ecuador; 2016.
- [10] Galán Fajardo E. Fundamentos básicos en la construcción del personaje para medios audiovisuales. Revista del CES Felipe II. 2007;7.
- [11] Hodges E. The guild handbook of scientific illustration. 1st ed. John Wiley; 2003.
- [12] Holzenthal R. Digital illustration of insects. American Entomologist. 2008;54(4).
- [13] Alspach T. Illustrator CS3 Bible. Indianapolis: Wiley Publishing; 2007.
- [14] Blatner D, Chávez C, Fraser B. Real World Adobe Photoshop CS3: Industrial-strength Production Techniques. Peachpit; 2018.
- [15] Fuller L, Fuller R. Photoshop CS3 Bible. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc; 2018.
- [16] Cataño J. Somos polvo de estrellas: la carrera científica de la geóloga planetaria Adriana Ocampo Uría. Desde La Biblioteca. 2017;53.
- [17] Gubern R. Historia del Cine. Barcelona: Anagrama; 2014.
- [18] Sanclemente Téllez J. La colonización antioqueña, el emprendimiento y su aporte a la competitividad regional y nacional. Estudios Gerenciales. 2010;26(114):119-147.
- [19] Zeegen, L., Rush, C., & Pelling, C. B. R. (2013). Principios de ilustración. Editorial Gustavo Gili.
- [20] Gasper D. El enfoque del marco lógico más allá de los proyectos: el seguimiento y la evaluación de la ayuda humanitaria en emergencias. Revista Española de Desarrollo Y Cooperación. 1999;4:1-27.
- [21] Ferreira, J. F, De la Rosa, F. Una propuesta de integración de animación facial y voz sintética. Universidad de Los Andes, Departamento de Sistemas y Computación, Bogotá DC, Colombia. 2003
- [22] Negueruela, J. R. Elaboración y diseño créditos animados del cortometraje "Contando estrellas". 2017
- [23] Schnotz, W. (2002). Aprendizaje multimedia desde una perspectiva cognitiva. Boletín Red Estatal de Docencia Universitaria, 2(2), 31-40.

INFLUENCIA DE TIK TOK EN LA GENERACIÓN Z EN EL ÁMBITO EDUCATIVO Y LABORAL.

M. C. Ochoa Palacio¹

¹ Semillero de investigación SIPI, Centro de Servicios y Gestión Empresarial,
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia.

mcochoa153@misena.edu.co; co4558487@gmail.com

Palabras claves: Generación Z, Tik Tok, Redes sociales, Educación.

RESUMEN

Las redes sociales tienen una influencia poderosa en el comportamiento humano, y en la actualidad, hacen parte de la cotidianidad, sobre todo en la de los jóvenes, quienes de manera frecuente interactúan en ellas. Estos jóvenes, pertenecen en su mayoría a la Generación Z o Centennials, quienes nacieron con la era digital, son dependientes de los smartphones, tienen desinterés en tomar estudios formales y su hábito de lectura se enfoca principalmente en las publicaciones cortas de redes sociales. Considerando la influencia que ejerce TikTok en este grupo poblacional, se pregunta ¿Las redes sociales, especialmente TikTok, generan influencia en la generación Z, tanto en el ámbito educativo como laboral? En consecuencia, se realiza una investigación cualitativa de tipo interpretativo, a partir del análisis de los resultados arrojados en una encuesta aplicada a una muestra representativa de centennials, quienes manifestaron el impacto que generan las redes sociales, especialmente TikTok en la toma de decisiones respecto al referido ámbito educativo y laboral.

TikTok es una aplicación china, creada en el año 2016, pero en 2018 fue reconocida a nivel mundial y tiene más de 500 millones de usuarios. El nombre con la que fue creada era douyin, cuyo concepto es sacudir la música. Esta red social es la más descargada en el mundo después de WhatsApp [1].

TikTok es, hoy en día, una de las redes sociales más usadas por los jóvenes, mostrando principalmente contenido de baile y bromas, pudiendo usar máximo hasta 60 segundos y mínimo 15 segundos [2].

Su idea fue bastante clara desde el principio, y es que su uso es exclusivamente de entretenimiento, y tal vez por ello sea una de las aplicaciones más famosas en el mundo superando a Facebook, Instagram, YouTube y Snapchat en descargas, durante el mes de octubre de 2020 [3]. Sin embargo, la red social es acusada de ser adictiva y más cuando tiene uno de los algoritmos de recomendación más sofisticados en el mundo, usando el aprendizaje automático para identificar lo que prefiere cada persona, tomando en consideración su comportamiento [4]. Además, ha sido atacada por provocar a muchos jóvenes a realizar desafíos con el potencial de ser incluso mortales.

Esta aplicación fue concebida para la generación Z, es decir para aquel grupo de jóvenes que se llaman así por su expansión en las redes sociales, y su capacidad para adaptarse al mundo ya sea en el ámbito laboral, social y en todos los sentidos en general [5].

Esta generación viene desde mediados de los 90`s y se caracterizan por ser jóvenes emprendedores y con capacidad de adaptación rápida al mundo tecnológico, son los que creen que para crecer profesionalmente no necesitan estudiar una carrera universitaria, sino que lo pueden hacer mediante las redes sociales. Incluso, es de anotar que pasan la mayor parte de sus días frente a una pantalla [6]. Normalmente, estos nativos digitales no tienen unos marcados hábitos de lectura de textos académicos o literatura en general, pero ocupan parte importante de sus días a realizar lecturas fragmentadas en información publicada en redes sociales [7].

Esta situación puede llegar a ser preocupante en la medida que se está frente a una generación de jóvenes con elevada dependencia a los smartphones, influenciados por las redes sociales, especialmente por la naciente y adictiva TikTok, en la cual el entretenimiento es el foco principal y si a ello se le suma el hecho de que este grupo de jóvenes presenta desinterés en tomar estudios formales, ya que lo consideran innecesario para forjar su futuro profesional, y que su hábito de lectura se enfoca en la información mediática [7], se pregunta, ¿Las redes sociales, especialmente TikTok, generan influencia en la generación Z, tanto en el ámbito educativo como laboral?.

Esta investigación pretende la obtención de una caracterización sobre el impacto que generan las redes sociales, especialmente TikTok en la generación Z, tanto en el ámbito educativo como laboral. En consecuencia, se plantea obtener información de una población etaria determinada, nacida entre 1994 y 2010, los cuales en la actualidad están entre los 11 y 27 años de edad aproximadamente; quienes, además, tienen residencia permanente en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, ya que es una zona geográfica en la que más del 67,8% de los hogares tiene acceso a Internet. Para el logro de lo anterior, se adopta una investigación cualitativa de tipo interpretativo, a partir del análisis de los resultados arrojados en una encuesta aplicada a una muestra representativa de centennials. La muestra se calculó con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 6% sobre una población aproximada de 650.000 jóvenes. En ese orden de ideas, el proceso que se efectúa es el siguiente:

Inicialmente, se diseña una encuesta estandarizada, que consiste en un formulario digital de 9 preguntas. Posteriormente, se selecciona la muestra de 250 jóvenes centennials, quienes tienen acceso a internet y a dispositivos tec-

nológicos tipo celular, tableta o computador, los cuales deben responder a las preguntas planteadas. Finalmente, se consolidan las respuestas y se procede a su tabulación, y a partir de allí se genera el análisis que permite identificar el impacto de las redes sociales, especialmente TikTok, en los campos educativos y laborales.

03 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las redes sociales son servicios ofertados por páginas web, que permiten a los usuarios elaborar un perfil público en un entorno de conexiones múltiples, y definir una lista de contactos con otros perfiles con los que pueden estar conectados con la finalidad de compartir información de diferentes fuentes [8].

Dentro de esas redes sociales está TikTok, que fue la aplicación más descargada y usada durante la contingencia por el COVID 19, caracterizada por motivar a los jóvenes a que participen en las tendencias o “Challenges”, relacionados con baile, actuación, tutoriales, entre otros. [9]

Esa característica de poner en acción a la juventud a realizar los retos, de alguna manera ha servido de base para atacar su benevolencia y, de hecho, hay varias situaciones que la estigmatizan, como las siguientes:

Antonela, una niña de solo 10 años de edad se suicidó, según la policía, por estar siguiendo retos en TikTok, por eso en Italia, lugar en el que se presentó este atroz suicidio, fue bloqueada la aplicación y solo debe ser usada por personas mayores de 14 años [10]. TikTok, una aplicación en donde se muestran videos de baile, pero nadie se imagina que se puedan viralizar retos suicidas. [11]

En Estados Unidos, se produjo una muerte cerebral de un niño de 12 años, al parecer, por estar jugando uno de los muchos desafíos o retos que se muestran en las aplicaciones como TikTok, como el reto de ahorcarse y, aparentemente, acabar con la vida de quienes lo juegan. [13]

Un niño de 12 años fue encontrado muerto en la habitación de su casa en Chile debido a un desafío, el cual era superado si se ahorcaban y lograban sobrevivir, y el niño no pudo sobrevivir. Él se encontraba algo estresado por la cuarentena por el COVID 19, buscó entretenimiento en las redes sociales y pasó mayor

tiempo en ellas haciendo vídeos con el propósito de ganar dinero para llevar a sus padres a viajar por el mundo. [13] “Colbert murió por una maldita y desgraciada aplicación” como lo dijo su madre. [14]

En Nueva Delhi, India, una adolescente de 16 años, estrella de la aplicación de TikTok, reconocida por sus rutinas de bailes, fue hallada muerta; según sus padres, porque estaba recibiendo amenazas en TikTok. La joven se encontraba bien emocionalmente, dice su mánager, por lo cual es difícil creer que ese mismo día se iba a suicidar, ya que tenía proyectos por hacer. Es así que se presume que el suicidio se debió a la presión por las amenazas recibidas en la referida red social. [15]

En este contexto, se puede afirmar que la red social TikTok ha sido juzgada como una mala influencia para los jóvenes, por lo que se hace necesario acudir directamente a esta población etaria para que sean ellos mismos quienes respondan si realmente se sienten impactados por el contenido publicado en estas redes, especialmente en TikTok, respecto al ámbito educativo y laboral, o si por el contrario, sienten que no hay mayor influencia.

Las preguntas efectuadas y sus respectivas respuestas fueron las siguientes:

1. ¿Cuántas horas al día dedica a estar en redes sociales?

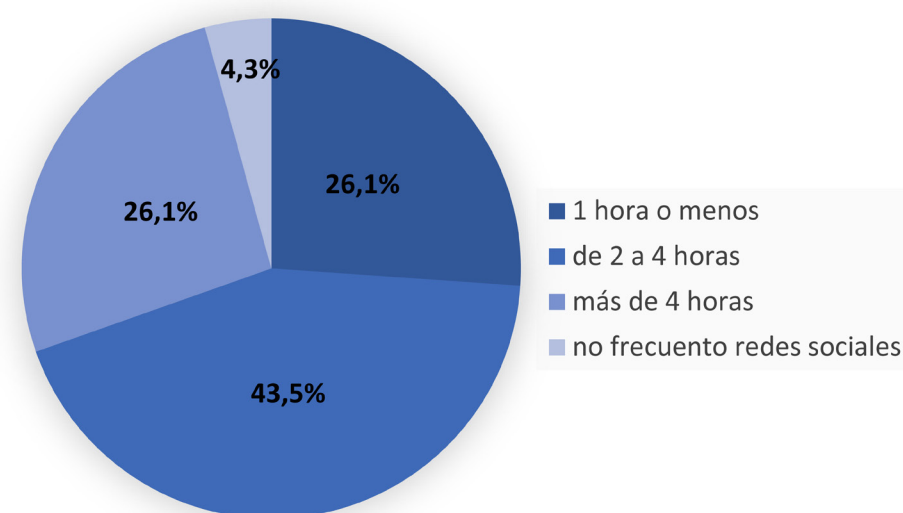
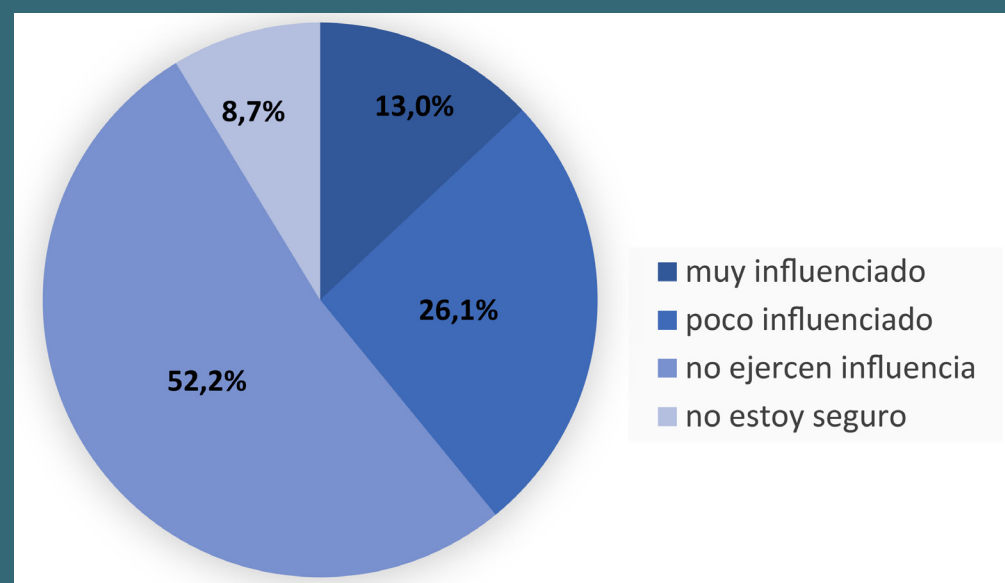


Figura 1. Horas diarias dedicadas a redes sociales.
Elaboración propia.

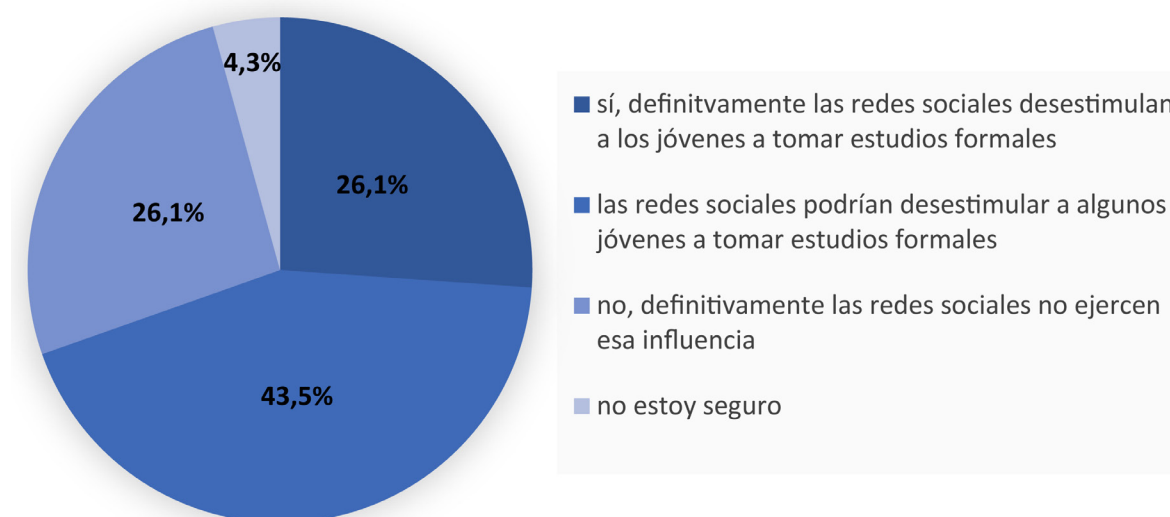
Según los encuestados, en un 43,5% dedican entre 2 a 4 horas a estar en redes sociales diariamente, lo cual es adecuado si se considera que es un espacio de descanso y que no ocupa su jornada laboral o académica. Siendo así, que más del 69.6% de los encuestados, permanece más de 2 horas en redes sociales.

2. ¿Se siente influenciado por las redes sociales al momento de tomar decisiones respecto a su futuro profesional?



La mayoría de encuestados, en un 52,2% afirman que las redes sociales no influyen en las decisiones sobre su futuro profesional, lo cual es positivo, ya que el contenido compartido en redes sociales no siempre es contenido de valor.

3. ¿Considera que las redes sociales pueden desestimular a los jóvenes a tomar estudios formales de tipo técnico, tecnológico o universitario?



El 69,6% de los encuestados, afirma que las redes sociales desestimulan en alguna medida a los jóvenes a tomar estudios formales de tipo técnico, tecnológico y universitario.

4. ¿Cuál es su relación con la red social Tik Tok?



El 43.5% afirma que le gusta la red social TikTok igual que otras redes sociales, lo cual puede ser beneficioso si se considera que, en otras redes sociales, por ejemplo, en Facebook, hay mayor información de valor de tipo político y económico.

5. ¿Qué opinión tiene respecto a la red social Tik Tok?

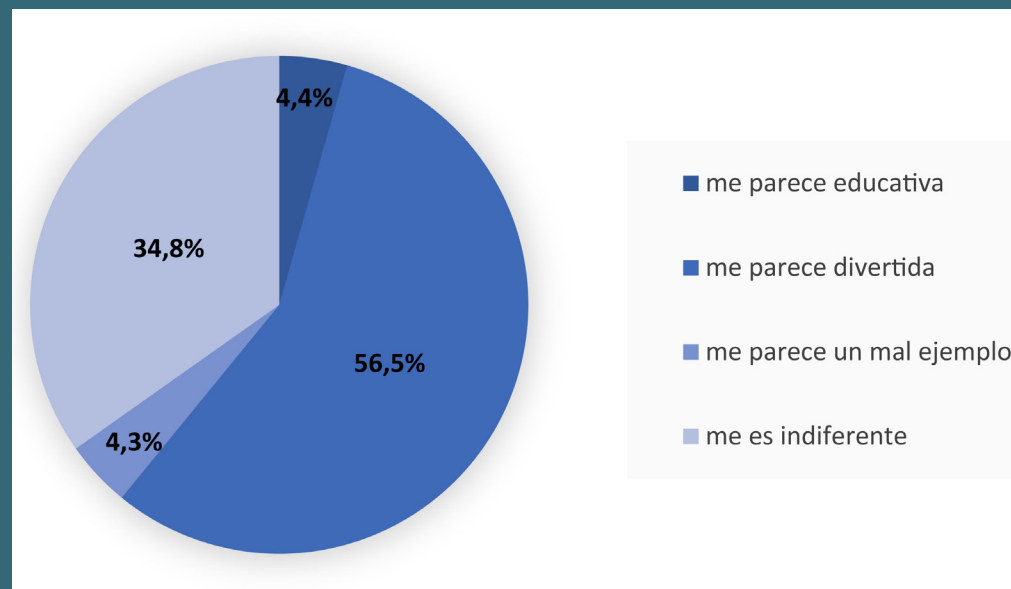


Figura 5. Opinión Tik Tok.
Elaboración propia.

El 56,5% de los encuestados, opina que TikTok es divertida, el 34,8% le es indiferente, mientras que ninguno de los encuestados cree que es un mal ejemplo, ni tampoco creen que sea educativa, llevando a concluir que simplemente la usan para diversión instantánea, pero sin prestarle mayor atención.

6. ¿Considera usted que el contenido compartido en Tik Tok es adecuado para el público juvenil?

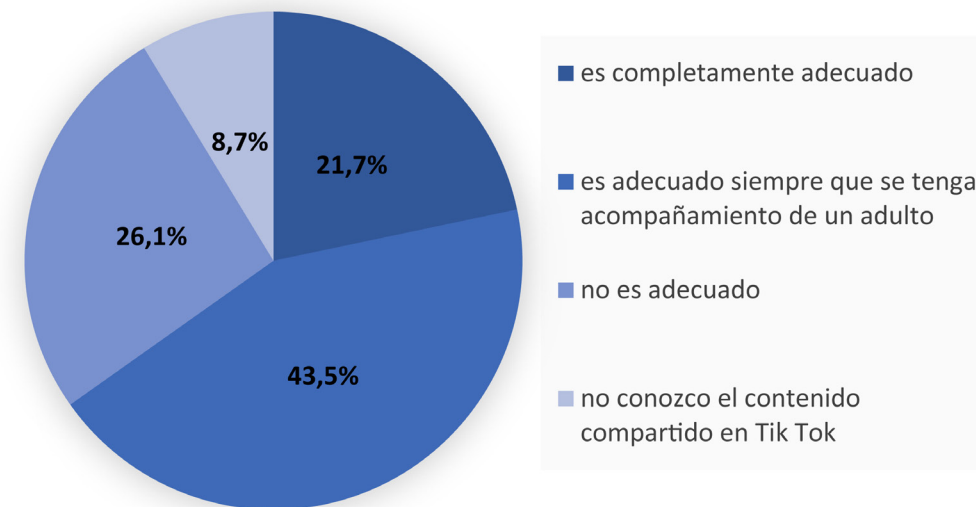


Figura 6. Contenido de TikTok adecuado para público juvenil.
Elaboración propia.

Pese a que un 21,7% de los encuestados afirma que el contenido de TikTok es adecuado, hay un 43,5% que cree que el contenido sería adecuado siempre y cuando se cuente con la compañía de un adulto.

7. ¿Qué opina de los jóvenes que se dedican a generar contenido de entretenimiento en TikTok?

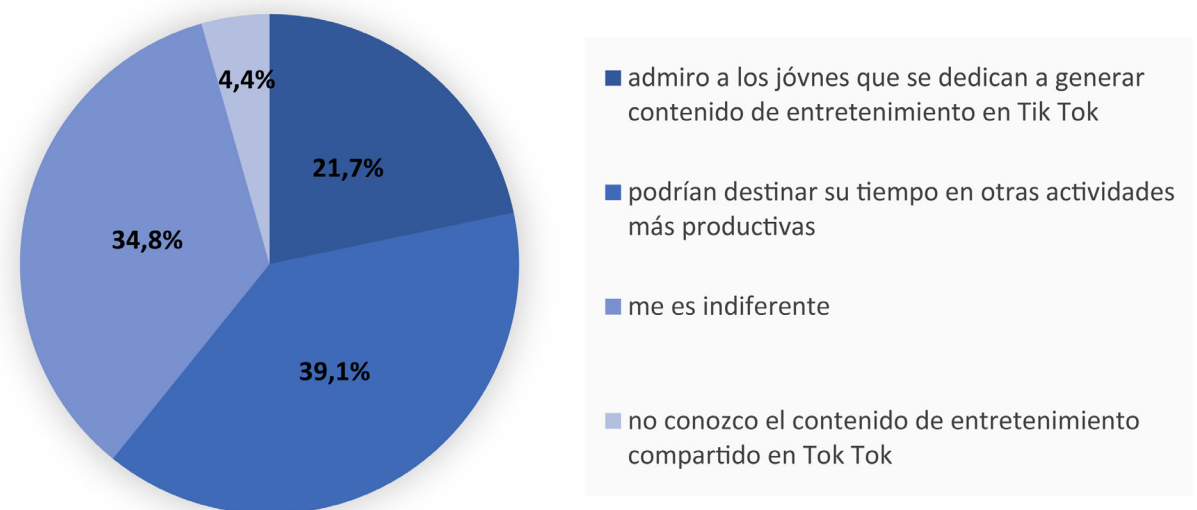


Figura 7. Opinión respecto a generadores de contenido de entretenimiento en Tik Tok.
Elaboración propia.

El 39,1% de los encuestados afirma que los creadores de contenido de entretenimiento pueden destinar su tiempo en actividades más productivas, lo cual demuestra que los jóvenes centennials tienen pensamiento crítico y aún prefieren actividades más productivas como lo relacionado con los estudios o el trabajo.

8. ¿Qué opina de la siguiente afirmación: “Las oportunidades de adquirir dinero en las redes sociales podrían generar el abandono de los estudios superiores”?

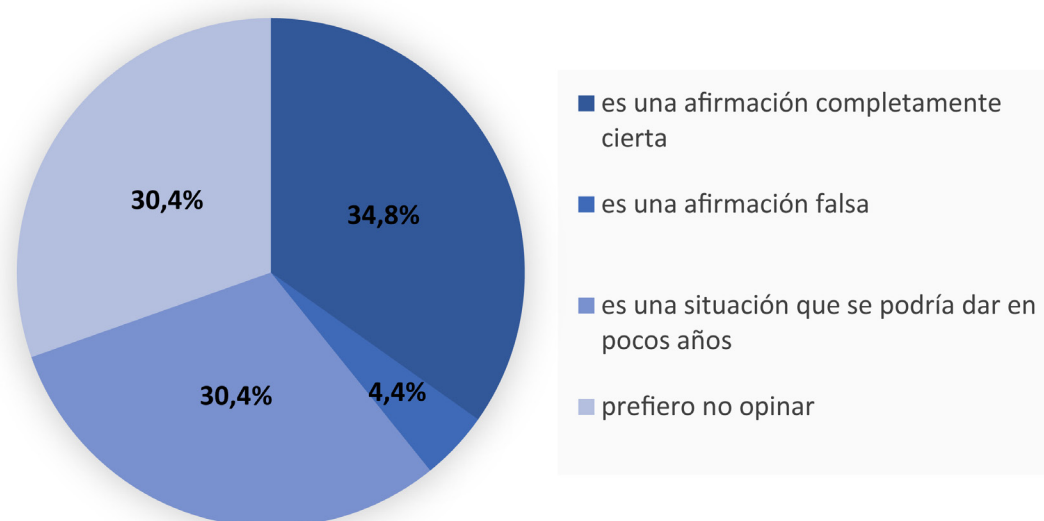


Figura 8. Adquirir dinero en las redes vs abandono estudios superiores.
Elaboración propia.

Las respuestas son algo contradictorias con las respuestas dadas en otras preguntas anteriores. El 34,8% piensan que los jóvenes pueden abandonar sus estudios, el 30,4% afirma que los pueden abandonar, pero dentro de algunos años y el 30,4% prefiere no opinar, lo que lleva a pensar que tal vez, los jóvenes podrían llegar a considerar el abandono de los estudios para tener una fuente de ingresos prioritaria como TikTok, pero en futuro próximo, más no en la actualidad.

9. ¿Qué piensa sobre la posibilidad de usar Tik Tok en las clases como herramienta educativa?

- Tik Tok podría ser una herramienta educativa adecuada
- No es adecuado usar Tik Tok como herramienta educativa
- Me es indiferente
- Prefiero no opinar

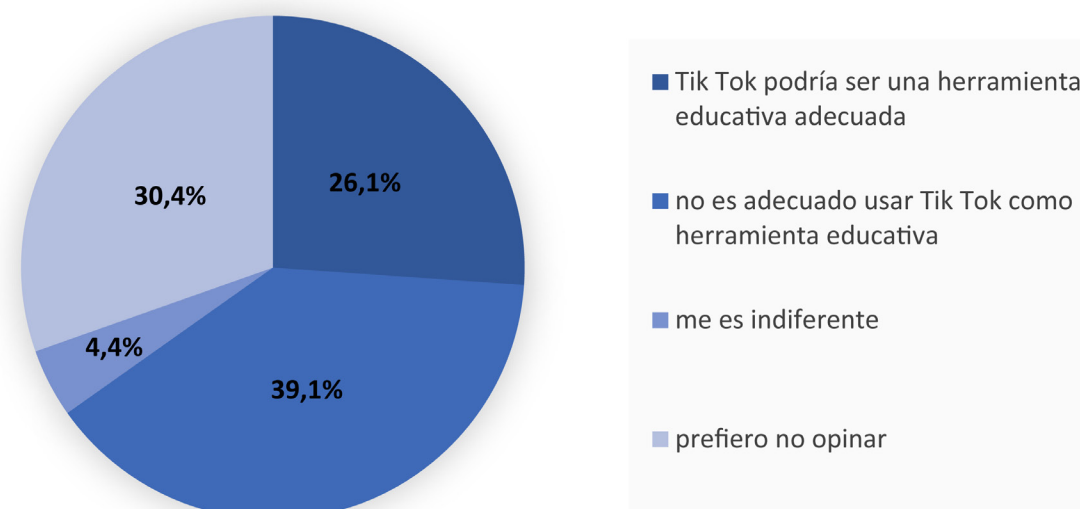


Figura 9. Tik Tok como herramienta educativa.
Elaboración propia.

El 39,1% de los encuestados afirma que no sería adecuado usar TikTok como herramienta educativa, ello se debe a que el contenido de la red es básicamente de diversión, lo cual resultaría incompatible con la formalidad que se busca en las clases.

04

CONCLUSIONES

Las redes sociales son importantes en la actualidad, sobre todo para los jóvenes centennials que las consumen diariamente, siendo TikTok una de las aplicaciones más descargadas durante la pandemia y convirtiéndose en una red favorita por ese grupo poblacional, toda vez que comparte entretenimiento instantáneo.

Se percibe que los jóvenes colombianos de la generación Z, aún no ven a la red social TikTok como una mala influencia, tal vez porque en el contexto nacional, aún no se evidencian hechos de suicidios o muertes relacionadas, como en otros países.

No hay evidencia de influencia negativa en el ámbito educativo y laboral por parte de TikTok frente a los jóvenes centennials encuestados, quienes afirman que pasan relativo poco tiempo en dicha red, creen que los generadores de contenido pueden destinar su tiempo en actividades más productivas y afirman que no ejerce presión en las decisiones de su futuro profesional; lo cual resulta ser positivo, porque desdibuja la hipótesis planteada inicialmente en la que se indicaba que, tal vez, TikTok podría afectar el acceso de los jóvenes a los programas educativos y laborales.

Los jóvenes de la generación Z, pese a su juventud, no ven tan adecuado incluir a la herramienta TikTok en su ámbito formativo, pues esta puede hacer perder credibilidad del sistema de educación.

Es ideal que las redes sociales sean utilizadas por los jóvenes centennials con fines útiles, como educativos, culturales, políticos y, en la medida de lo posible, acompañados de un adulto responsable, como ellos mismos manifiestan.

05 AGRADECIMIENTOS

Se agradece al SENA, Centro de servicios y gestión empresarial y a su semillero de investigación SIPI.

06 REFERENCIAS

- [1] Marca Claro (2020). Tik Tok, ¿qué es y cómo funciona la aplicación de la que todos hablan? Marca Claro. <https://www.marca.com/claro-mx/trending/2020/01/28/5e30b61dca47414a408b4620.html>
- [2] RosLaia (2020). ¿Por qué Estados Unidos quiere prohibir TikTok? La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20200928/483709063315/por-que-estados-unidos-quiere-prohibir-tik-tok.html>
- [3] Fernández Yubal (2021). Qué es Tik Tok, de dónde viene y qué ofrece la red social de videos. Xataka Basics. <https://www.xataka.com/basics/que-tiktok-donde-viene-que-ofrece-red-social-videos>

- [4] Orgaz Cristina J (2020). TikTok, “fue fabricado para ser adictivo” (y lo será aún más): el hombre que se adentró en sus entrañas. BBC News. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55062723>
- [5] Concejo Eurne (2018). Descubre a qué generación perteneces según tu fecha de nacimiento. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/vivo/20180408/442342457884/descubre-que-generacion-perteneces.html>
- [6] Dominguez, Ruby (2021). Generación Z: Todo lo que necesitas saber de ellos. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/generacion-z/>
- [7] Zuluaga Esquivel, Margarita (2019). ¡Estos son los centennials, la nueva generación de jóvenes! EAFIT Noticias. <https://www.eafit.edu.co/noticias/eleafitense/116/centennials-nueva-generacion-jovenes>
- [8] Boyd, D.M. y Ellison, N.B. (2008), “Social Network Sites: Definition, History, y Scholarship”, Journal of Computer-Mediated Communication, Vol. 13, pgs. 210–230
- [9] Quiroz, N. T. (2020). TikTok. Revista Argentina De Estudios De Juventud, (14), e044. <https://doi.org/10.24215/18524907e044>
- [10] Verdú Daniel (2021). Italia bloquea TikTok tras la muerte de una niña de 10 años. El País. <https://elpais.com/sociedad/2021-01-23/italia-bloquea-tiktok-tras-la-muerte-de-una-nina-de-10-anos.html>
- [11] Savio Irene (2021). Fallece asfixiada una niña de diez años por un reto de Tik Tok. El periódico. <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20210122/fallece-nina-diez-anos-reto-tik-tok-11471845>
- [12] Semana (2021). Niño de Estados Unidos terminó con muerte cerebral por hacer desafío de Tik Tok. Semana. <https://www.semana.com/mundo/articulo/nino-de-estados-unidos-termino-con-muerte-cerebral-por-hacer-desafio-de-tik-tok/202106/>
- [13] Torres Cristian (2020). Denuncian que un niño de 12 años murió por jugar a un desafío viral de Tik Tok “El ahorcado”. Infobae. <https://www.infobae.com/america/america-latina/2020/11/05/denuncian-que-un-nino-de-12-anos-murio-por-jugar-a-un-desafio-viral-de-tik-tok-el-ahorcado/>
- [14] Pulgarín Erika (2020). El dolor de los padres de Colbert Muñoz: niño chileno de 12 años que murió por realizar un reto en Tik Tok. El tipógrafo. <https://eltipografo.cl/2020/11/el-dolor-de-los-padres-de-colbert-munoz-nino-chileno-de-12-anos-que-murio-por-realizar-un-reto-en-tik-tok>
- [15] Infobae (2020). Una estrella de TikTok en la India se quitó la vida tras recibir amenazas. Infobae. <https://www.infobae.com/america/mundo/2020/06/25/una-estrella-de-tiktok-en-la-india-se-quito-la-vida-tras-recibir-amenazas/>

CIBERATAQUES QUE PUEDEN SUFRIR LOS JÓVENES EN REDES SOCIALES.

C. Ruiz Hernández¹, L. C. Sánchez Villada¹ y S. Quiceno Castañeda¹

¹Semillero de investigación SIPI, Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia.

pimaheco@hotmail.com; laurasv546@gmail.com; sarayquiceno9002@gmail.com

Palabras clave: ciberataques, redes sociales, seguridad informática, educación.

RESUMEN

Con la llegada de la pandemia generada por el Covid 19, el uso de las redes sociales ha aumentado de forma considerable, especialmente en los jóvenes, lo cual ha provocado un incremento constante de ataques haciendo uso de estos espacios virtuales. Las consecuencias de los acosos en línea son nefastas, toda vez que existe una baja cultura de prevención en estos contextos y, además, hay un desconocimiento en la individualización de estas conductas. En este artículo de investigación documental, se caracterizan los principales ataques en redes sociales, como sextorsión, grooming, doxing, happy slapping, trolling, flaming y ciberstalkeo, y se hace referencia a las principales prácticas empleadas para minimizar estos riesgos en las redes sociales por parte de los jóvenes, como principales víctimas de este flagelo. La investigación se soporta en diferentes artículos de revistas especializadas e informes de entidades oficiales, tanto de índole nacional como internacional.

El Covid 19 provocó un crecimiento acelerado de la digitalización. Las actividades cotidianas en el ámbito laboral, académico, social e incluso familiar, debieron migrar a escenarios virtuales. Estos nuevos contextos trajeron consigo, ventajas importantes en materia de transformación digital, de adaptación a herramientas tecnológicas y de alfabetización informática, sin embargo, se permitieron visibilizar una serie de problemáticas como las relacionadas con la seguridad digital.

Respecto al sector educativo, especialmente en lo relacionado con los procesos formativos de niños y adolescentes, algunos estudios afirman que, desde el inicio de sus clases en modalidad virtual debido a la pandemia, se incrementó el acoso en línea en un 70%, lo cual se soporta, en parte, por el aumento del tiempo digital de ocio, el incremento de usuarios en línea y el estrés generalizado que provoca comportamientos más hostiles [1]. Esos acosos virtuales, se deben en parte, a que existe un considerable acceso al ámbito de la tecnología, un dominio respecto al uso de redes sociales, y a ello, se le suma que el agresor puede conservar su anonimato [2].

En ese contexto, se hace necesario que la comunidad académica identifique las principales conductas que configuran el ciberbullying, entendido este como el ataque o intimidación en la red [3], ya que este fenómeno trae consigo una cantidad de consecuencias emocionales para su población escolar, sea en su rol de víctima o victimario y se entiende que, una intervención adecuada a tiempo, tiene el potencial de frenar las consecuencias negativas que se desprenden de estos eventos.

Las emociones dependen de la internalización de la víctima, indicando que, si se auto responsabilizan, pueden llegar a sentir angustia, culpa y pánico, mientras que, si responsabilizan a otros, pueden sentir ira y ánimo de venganza. Las víctimas pueden, además, sufrir depresión y síntomas postraumáticos, como miedo debido a la exposición digital permanente, ya que saben que muchos agresores se mantienen en el anonimato, y escasa vez reciben condenas ejemplares y, en algunos casos, el ciberacoso puede también provocar traumas e ideas suicidas [4].

Es así como esta investigación documental pretende en un primer momento, generar una caracterización de las principales modalidades del ciberacoso, buscando su comprensión por parte de la comunidad educativa y, finalmente, se establecen sugerencias de adopción de conductas preventivas, tomando en consideración el referente de las buenas prácticas propuestas por entidades de control e implementadas por algunas entidades educativas del orden nacional e internacional.

Este artículo obedece a la revisión de 20 referencias documentales, las cuales abordan la temática del acoso cibernético o ciberataques desde diferentes perspectivas, siendo preponderantes los artículos de reflexión en materia educativa, seguidos de los informes expedidos por entidades públicas, hasta llegar a los textos con tintes legales y psicológicos, que nutren la presente investigación cualitativa. Estos textos se extraen de diferentes fuentes digitales, especialmente de bases de datos de artículos académicos, haciendo búsqueda de los textos más recientes, privilegiando los publicados desde el año 2019 hasta lo corrido del año 2021. Sin embargo, se consideran 4 referencias publicadas con anterioridad por la pertinencia con la investigación.

Se hace lectura de los 20 documentos recuperados y se selecciona la información adecuada al propio objeto de investigación, el cual versa sobre los diferentes ataques cibernéticos y las medidas preventivas de cada uno de ellos. Es de anotar que las referencias consultadas pertenecen, tanto al ámbito colombiano como internacional, pues el fenómeno de investigación no tiene fronteras, al estar intermediado por el internet.

El ciberbullying significa ataque o intimidación en la red, y ha estado presente de manera progresiva conforme avanza la tecnología, trayendo consigo efectos lamentables desde lo social, lo emocional, familiar y personal. Los cibercosadores hacen uso de mensajes de texto, de redes sociales y chats, sin que sea necesario estar de manera sincrónica en alguno de estos recursos [3]. En ese caso, se hace más prudente prevenir este flagelo, que entrar a corregir las consecuencias emocionales ocurridas, así que es necesario caracterizar algunos de estos ciberataques y establecer algunas pautas preventivas.

3.1 CIBERATAQUES EN REDES SOCIALES

A continuación, se describen algunos ciberataques, los cuales son solo una muestra del gran abanico de posibilidades que existen para hostigar en las redes sociales, pues cada día se crean nuevas modalidades y estas se van popularizando rápidamente debido, en gran parte, a que hacen uso de las redes sociales, que sirven de vehículo efectivo para su propagación. Para permanecer en conexión con los demás, los jóvenes y adolescentes, hacen uso permanente de redes sociales, como Facebook, LinkedIn, Twitter, Instagram y otras, las cuales ofrecen una opción económica, ubicua, masiva y de fácil acceso para la población referenciada. [5]

Tabla 1 en la página 127.

La anterior relación de ciberdelitos, evidencia que el común denominador es el desconocimiento respecto al adecuado manejo y aprovechamiento de los medios sociales, en los cuales la confianza excesiva y la escasa precaución en la salvaguarda de la información personal, pueden provocar desenlaces poco alentadores para los usuarios, quienes de manera ingenua comparten su intimidad con personas poco confiables que manipulan las emociones de la víctima de una manera casi imperceptible, logrando acceder a su esfera personal, escenario ideal para perpetrar estos delitos. Así mismo, se evidencia una insuficiente cultura digital, la cual debería iniciar desde el núcleo familiar, llegando a las instituciones educativas y a la sociedad en general.

3.2 BUENAS PRÁCTICAS PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS EN REDES SOCIALES

- Generar el hábito de conocer las condiciones de uso, las reglas y las políticas antes de acceder a crear un perfil en cualquier red social.
- Procurar identificar las políticas de la red social relacionadas con el uso de contenidos, ya sea información o imágenes que se suban a la plataforma.
- Las instituciones educativas deben generar políticas respecto al uso de redes sociales en dispositivos pertenecientes a la entidad con miras a blindar de manera segura la información institucional.
- Seguir los parámetros que exijan las redes sociales respecto a la configuración correcta de los perfiles.
- Prestar la debida atención a la asignación y al uso de usuarios y contraseñas.
- Si la red social permite, hacer uso de un segundo factor de autenticación y del protocolo https para navegación.
- Los dispositivos pertenecientes a entidades educativas deberían contar con herramientas *anti-spam* y *firewall* con la finalidad de optimizar la seguridad del sistema y protegerlo ante eventuales riesgos.
- Sensibilizar respecto a la importancia de no compartir contraseñas de redes sociales y solo acceder con el usuario y contraseña propios.
- Enfatizar en la importancia de no utilizar la misma contraseña de la red social en otros sitios de internet, en otras redes sociales o aplicaciones.
- Enseñar sobre la creación de contraseñas difíciles de adivinar y encontrar, evitando el uso de nombres o palabras comunes. Las claves deben ser fuertes y complejas.
- En la medida de lo posible evitar acceder a redes sociales desde computadores públicos.
- Invitar a la instalación de apps antirrobo, las cuales permitan ubicar el dispositivo en caso de pérdida o robo, pudiendo incluso bloquearlo o borrar datos de la memoria de manera remota.
- Educar sobre el uso de redes WIFI públicas, haciendo énfasis en la evitación de manejar información confidencial y sensible cuando se usen.
- Reiterar la importancia de mantener actualizadas las versiones del sistema operativo.
- Procurar la utilización directamente del navegador cuando se desconozca el enlace al que se va a acceder, puntualizando que este debe aparecer con las letras HTTPS, lo cual sirve para indicar que hay un protocolo de seguridad válido.
- Evitar compartir demasiada información en las redes sociales.

Tabla I. Ciberdelitos y su prevención

CIBERDELITO	¿EN QUÉ CONSISTE?	¿CÓMO PREVENIRLO?
SEXTORSIÓN	Es una utilización en el despojo de una persona que cumple con una amenaza de hacer pública sus fotos sin permiso de ella [6]. Puede iniciar con el envío voluntario de mensajes o imágenes con contenido sexual explícito (sexting), pero puede llegar a convertirse en sextorsión cuando una de las partes amenaza con publicar o compartir ese material enviado en la esfera íntima [7]. ESET, empresa de seguridad digital, indica que los criminales usan dos técnicas online para obtener información sensible o imágenes comprometedoras de sus potenciales víctimas, con las que posteriormente comienzan sus extorsiones: Acciones basadas en la confianza: aprovechando el anonimato que permite internet, los delincuentes logran generar la confianza de la víctima para luego engañarlas y solicitarles información e imágenes sensibles. Acciones basadas en malware: aquí se utilizan programas malignos que pueden encender la cámara web de los dispositivos de la víctima, quien entrega imágenes sin siquiera darse cuenta. La víctima descarga aplicaciones inocentemente que llegan en mensajes de WhatsApp o de correo electrónico, bajo la promesa de recibir algún premio o recompensa. [8]	Es por lo que se propone que los jóvenes en edad escolar sean desconfiados con quienes conocen en la red y con las aplicaciones que descargan, debiendo ser cuidadosos también con revelar información sensible o compartir imágenes. Es ideal que los jóvenes solo generen relaciones en red con personas que sean de su mismo círculo social o que, al menos, se permitan identificar con claridad sus lazos con ellos. Además, deben evitar caer en trampas, siendo muy cuidadosos con las recompensas ofrecidas y con el material que descargan, guardan o divulgan en sus redes sociales.
GROOMING	El Grooming significa acoso sexual en línea. Este se presenta cuando una persona adulta, que de aquí en adelante llamaremos groomer, establece una relación con una niña, niño o adolescente con la intención de atraerlo, manipularlo, invitarlo a participar en actividades sexuales. Los agresores del grooming pueden iniciar y establecer esta relación en el escenario real o a través de redes sociales. Una vez que el groomer logra esa relación «ideal» de amigos, empieza a manipular las emociones de la NNA (Niña, niño y adolescente) y, le propone que le envíe fotos, o videos grabados por él mismo o le propone grabarlos a través de una webcam. El principal objetivo del grooming es captar menores de edad, engancharlos para acceder sexualmente a estos, tanto física como mentalmente, y luego tomar fotos o grabar videos y obtener beneficios monetarios por el material que este obtiene, y las víctimas, al no querer, los empieza a extorsionar o amenazar con quitarle la vida a él y a su familia. Pasos para llevar a cabo la práctica de grooming: Se hace un análisis del perfil de su víctima y así lograr ser aceptado (reclutamiento); posteriormente, se empieza a verificar qué es lo que la NNA sube a las redes sociales, y luego de encontrar sus puntos más débiles, les ofrecen su apoyo incondicional y así lograr ganarse la cercanía que se necesita (Lealtad). Empieza a mandarle fotos o mensajes para que el otro también lo haga y vea esto de manera graciosa y sin que nadie se dé cuenta de lo que realmente sucede (Encanto) y, finalmente, al ya tener todo lo que buscaba, lo empieza a amenazar para que lo siga haciendo y se muestra tal cual como es realmente (Descaro). [9]	El 30% de menores de edad encuestados en un estudio colombiano, manifestaron que habían conocido personas por internet, y un 17% de ellos, los habían conocido posteriormente cara a cara [10], lo cual sin duda se convierte en un riesgo latente para iniciar esta clase de delitos, pues se demuestra que los menores son confiados, entonces pueden caer fácilmente en un ciberataque como el grooming. Se recomienda evitar el envío de material visual de contenido erótico o sexual o subirlos a las redes sociales, y si ya fueron enviados, es necesario evitar ceder ante el chantaje y preferir hablar con adultos de confianza y denunciar el caso ante las autoridades. [11]

CIBERDELITO	¿EN QUÉ CONSISTE?	¿CÓMO PREVENIRLO?
DOXING	El doxing es una forma actual de acosar a las personas en internet, que consiste en investigar a las personas para después comenzar a amenazar y extorsionar a estos individuos; generalmente, los seres humanos que están en riesgo de sufrir esta forma de acoso son los adolescentes, puesto que en esta etapa de su vida, ellos buscan la manera de ser aceptados, y al estar afectados por esta forma de acoso generan que se sientan inseguros en su propio entorno. El doxing se genera por un comentario o una foto en cualquier red social, a partir de ese momento, una persona se encarga de realizar un seguimiento y comienza a investigar la vida de esta persona que realizó la publicación, ocasionando que este hacker se aproveche de esto y comience a extorsionar a la persona, ya que si llega a realizar una publicación comprometedor, la persona se perjudica, utilizando esto en forma de chantaje. La manera más segura de defendernos de este acoso es mantener un perfil limpio en las redes, para que así estas personas no encuentren ninguna información que les sirva y acabar con este fenómeno que daña mucho a la sociedad [12].	En algunos sitios web o aplicaciones, está la opción de iniciar sesión a través de Facebook o Google, esta práctica se debe evitar, pues mientras más sitios accedan con las mismas credenciales, más información personal puede recopilarse. Adicionalmente, se recomienda mantener los perfiles de redes sociales como privados y revisar las opciones de configuración de privacidad en cada una de ellas. Finalmente, si se participa en foros en línea, es ideal usar pseudónimos [13].
HAPPY SLAPPING	Happy slapping, traducida al español como bofetada feliz, es un término que nace en el 2004 en Lewisham, Londres para mirar la cara que ponían las personas cuando las golpeaban. Son las agresiones físicas que se le realizan a compañeros de estudio y que son publicadas en internet, específicamente, en redes sociales, ya que se pretende hacerlos virales. Estas conductas de violencia física son realizadas por adolescentes, normalmente conformados en grupos. Los agresores no conocen a la persona contra quien van a atacar físicamente, y su objetivo es publicar estas agresiones para mostrar sus logros. Lo que estas personas ignoran es que, al conseguir que estos videos se hagan conocidos, es que pueden ser reconocidos por las autoridades y esto en muchos países es considerado un delito [14].	Es importante que los jóvenes no promuevan estas conductas, mediante el rechazo a participar en ellas. Se invita a no unirse a grupos donde se comparta esta clase de videos o fotografías y si llega en otro medio, es necesario que no la compartan y es indispensable que hablen con un adulto responsable quien denunciará ante las respectivas autoridades.
TROLLING O TROLL EN INTERNET	Esto hace referencia al uso que hace el individuo en las redes sociales para realizar comentarios inapropiados, y por medio de estos, destacarse e incomodar a las personas, crear oposición y fomentar el enfrentamiento entre otros usuarios. El objetivo del Troll en internet es impulsar y poner en pie el enfrentamiento y persuadir la atención al resto de los usuarios. [15]	Lo más importante es no hacer parte del troleo, evitando estar en comunidades de troleo, evitando compartir comentarios o información referente, y en la medida de lo posible, eliminar y bloquear a quienes lo hagan, para no quedar envueltos en una red perjudicial que incluso puede llegar a consecuencias legales.

CIBERDELITO	¿EN QUÉ CONSISTE?	¿CÓMO PREVENIRLO?
FLAMING	Flaming o flamear, es cuando se ataca a otra persona de manera verbal haciendo uso de internet. Es muy frecuente cuando se hace alusión a temas religiosos, políticos, ambientales, como por ejemplo el cambio climático, entre otros, que generen controversia. Es importante anotar que incluso puede surgir son alguna clase de provocación [16].	Es necesario que el usuario de redes sociales se abstenga de revelar información o de comentar publicaciones de contenido religioso, político o de cualquier tema sensible, pues una postura determinada puede provocar un ataque con consecuencias lamentables. En caso de hacerlo, deben ser respetuosos de la expresión ajena y evitar el uso de palabras groseras, vulgares o despectivas. Se recomienda no tener dentro de los contactos en las redes sociales personajes con esta marcada tendencia, ya que eso hace parte de un apoyo indirecto, y en caso de tenerlos, evitar participar en sus publicaciones o de compartirlas.
CIBER STALKEO	El stalkeo es una conducta reiterada y con marcada intención en la que una persona denominada stalker, hace un seguimiento a otra, denominada víctima, en contra de su voluntad, creando una sensación de aprehensión, la cual provoca un miedo razonable [17]. La palabra stalkear se convirtió en un verbo que básicamente quiere decir rastrear a alguien, así que quien lo hace, recibe la denominación de stalker, que en inglés se traduce como acosador. [18] En ese orden de ideas, cuando se habla de ciberstalkeo, se refiere a un acoso realizado en la red, en la cual los perpetradores espían a sus víctimas haciendo uso de diversas herramientas, utilizando generalmente la información que se extrae para fines delictivos. Un ejemplo del referido delito de ciberstalkeo, es la suplantación de identidad, el cual se da cuando el acosador lanza una página web o genera un perfil social bajo el nombre de la víctima [19].	Es necesario mantener los perfiles en redes sociales bajo estricta privacidad y compartir poca información e imágenes, evitando revelar datos personales y sensibles. Es importante no indicar lugar de ubicación, nombres de entidades a las que se pertenece, fechas relevantes o relacionar parentesco.

04

CONCLUSIONES

Se deben hacer sensibilizaciones periódicas a aquellos usuarios de las redes sociales, especialmente a los niños y jóvenes en edad escolar, para que tengan presente que, el no hacer un buen uso de estos medios sociales, puede traer consecuencias fatales como el acoso online, extorsiones, violencia física y mental, incluso suicidio, afectando tanto al victimario como a la misma víctima y a su contexto familiar y social.

Debido a que es muy frecuente ver en las redes todo tipo de información de personas que no protegen bien sus cuentas, es prudente no aceptar a cualquiera, así tengan familiares o amigos en común, es mejor prevenir que lamentar, verificar que a las páginas que se vaya a acceder si tengan la protección de los datos. Antes de subir cualquier tipo de información se debe pensar dos veces si es necesario o no hacerlo. Es importante, además, no compartir información personal o laboral que los puedan poner en riesgo.

Se puede evidenciar que las víctimas de estos ataques generalmente son jóvenes, por lo tanto, es indispensable que se implemente una campaña educativa sobre los riesgos que tienen las redes sociales y cómo se deben manejar para evitar que sufran estos ciberataques.

Por último, también es fundamental que se refuercen la seguridad en las redes sociales para así reducir, en mayor medida, estas agresiones cibernéticas que ocasionan daños en muchas personas.

05

AGRADECIMIENTOS

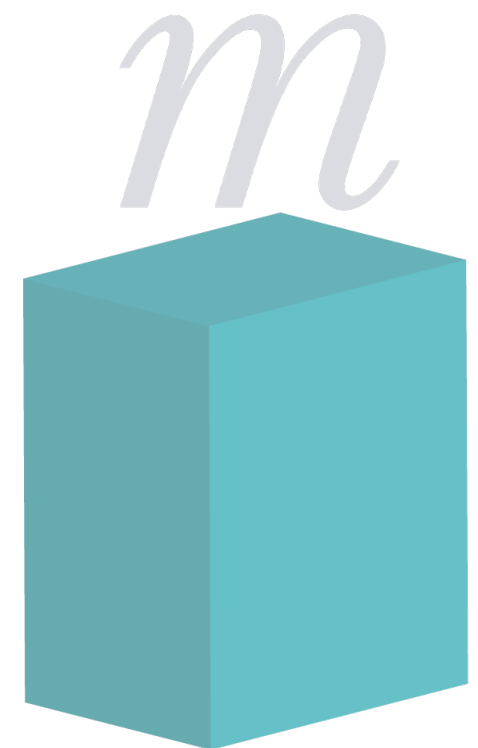
Agradecemos a Dios y al semillero de investigación SIPI por brindarnos la oportunidad de participar en la elaboración de este artículo.

06

REFERENCIAS

- [1] Delgado, P. 2019. Aumenta número de ciberataques a alumnos, ¿cómo pueden prepararse? México. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/ciberataques-universidades>
- [2] Cedillo-Ramírez, L.P. 2020. Acoso escolar cibernético en el contexto de la pandemia por COVID-19. *Rev cubana med* vol.59 no.4 Ciudad de la Habana oct.-dic. 2020 Epub 15-Nov-2020
- [3] Astorga-Aguilar, C., & Schmidt-Fonseca, I. (2019). Social Networks Dangers: How to educate our childs in cibersecurity. *Revista Electrónica Educare*, 23(3), 9. <https://doi.org/10.15359/ree.23-3.17>
- [4] Marín-Cortés, A., & Linne, J. (2020). Una revisión sobre emociones asociadas al ciberacoso en jóvenes adultos. *Psicoperspectivas*, 19(3), 1-16. <https://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/view/1824#:~:text=Los%20resultados%20indican%20que%20las,insomnio%20C%20depresi%C3%B3n%20e%20ideaciones%20suicidas>.
- [5] Sánchez, M.A. y Pinochet Sánchez, G. El rol de las redes sociales virtuales en la difusión de información y conocimiento: estudio de casos. *Universidad & Empresa*, vol. 19, núm. 32, 2017. <https://revistas.urosario.edu.co/xml/1872/187247578006/index.html>
- [6] CHS Alternativo, 2020, Sextorsión, chantaje sexual en línea, Lima, Perú, página 4. https://drive.google.com/file/d/151KQnxc2LhdVImHdRSFHGTqVIFoof_9D/view
- [7] Ramírez, H. 2021. Ciberbullying o Ciberacoso ¿Qué es y cómo prevenirlo?. España. <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/ciberbullying-ciberacoso/>
- [8] MINTIC, 2017. ¿Cómo evitar que sus hijos caigan en sextorsiones? Colombia. <https://www.enticconfio.gov.co/como-evitar-sextorsion>
- [9] Capital Humano y Social Alternativo, 2020, Grooming captación en línea. Primera edición, Lima Perú. Página 4-14. <https://drive.google.com/file/d/1qF7fu3rxvVWskZdUJFWuQdYeb59k1Ph/view>
- [10] ICBF, 2021. ¿Cómo evitar ser víctima del grooming y proteger a los menores de edad? Colombia. <https://www.icbf.gov.co/mis-manos-te-ensenan/como-evitar-ser-victima-del-grooming-y-proteger-los-menores-de-edad>
- [11] Centro cibernético policial, 2016. ¿Cómo evitar el grooming?. Colombia. https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/boletin_grooming03_o.pdf
- [12] Camprubí, I.B. enero, 2020. Doxing una forma de acoso por internet de largo alcance. España, Página 1-2, <http://www.feuso.es/images/docs/informa/FEUSOSALUDLABORAL533.pdf>

- [13] Latto, N. 2020. ¿Qué es el doxxing y cómo puede evitarlo?. <https://www.avast.com/es-es/c-what-is-doxxing>
- [14] Derecho de la red, 2019. ¿Qué es el 'Happy Slapping'? <https://derechodela-red.com/happy-slapping/>
- [15] Ramírez, H. 2021. Trolls en Internet: los tipos de trolling que encontrarás en la red. España. <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/trolls-internet-tipos-trolling/>
- [16] González, Y. 2020. ¿Qué es el flaming en Internet?. España. <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/flaming/>
- [17] Estiarte, C.V. (2009). stalking y derecho penal, relevancia jurídico-penal de una nueva forma de acoso lustel.
- [18] Ibarra, Y. 2018. ¿Qué significa ser un «stalker»? TreceBits. <https://www.trecebits.com/2018/01/05/que-significa-ser-un-stalker/>
- [19] González, Y. ¿Qué son los stalkers de internet? España. <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/stalkers-que-son/>
- [20] Guzmán, C.A. 2019. Seguridad aplicada en la utilización de redes sociales. Universidad Piloto de Colombia.



ANÁLISIS DEL USO DE LA BANCA VIRTUAL APLICADO A LOS COLABORADORES DEL COMPLEJO TECNOLÓGICO PARA LA GESTIÓN AGROEMPRESARIAL - SENA - CAUCASIA.

H. D. Álvarez¹ y A. J. Barrientos¹

¹Semillero de Investigación Bancaria, Centro Tecnológico para la Gestión Agroempresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Cauca, Colombia.

hernanucp@hotmail.com

Palabras Clave: Banca, Transacciones, Digital, Virtual.

RESUMEN

La Banca Virtual en Colombia ha tenido un desafío que consiste en lograr que los usuarios de los bancos se adapten a realizar sus transacciones a través de los canales digitales desarrollados por los mismos; esto, con el fin de mejorar la calidad en el servicio, evitando congestiones en las oficinas físicas y, a su vez, optimizando los costos de atención. La pandemia provocada por el COVID 19 se volvió un reto digital para la sociedad mundial, esta crisis sanitaria obligó a las personas a encajar en el mundo digital para seguir realizando sus actividades diarias sin exponerse a dificultades de salud, para los bancos esta situación se presentó como una oportunidad para que sus clientes implementaran el uso de los canales virtuales para realizar sus transacciones habituales. El presente artículo analiza el grado de uso que tiene la banca virtual en medio de la crisis sanitaria, el estudio comprende a la población laboral del Centro para la Gestión Agro empresarial SENA (CTPGA) del municipio de Cauca – Antioquia, Colombia. Durante esta investigación mixta, de carácter cualitativo y cuantitativo, la población estudiada demostró usar los canales virtuales para realizar transacciones como pagos de servicios públicos, transferencias entre cuentas, así como la compra de artículos a través de diferentes plataformas, también es de resaltar que una minoría de la población estudiada, equivalente al 7,6% es resistente a estos cambios y aún desconfía del uso de estos canales digitales para realizar sus transacciones.

El mundo ha evolucionado. La ciencia, a través de la tecnología, ha realizado transformaciones sorprendentes en las últimas décadas; el Internet en especial ha globalizado y transformado la manera de relacionarnos, vivir y hasta la forma de hacer negocios, esto implica que el sistema financiero mundial también presenta cambios significativos en su modo de operar, lo que ha señalado grandes cambios para la banca mundial, puesto que se redefine la manera de atender a sus clientes, los cuales se han vuelto tecnológicos y requieren de servicios más innovadores y prácticos a la hora de realizar sus operaciones bancarias. Este nuevo paradigma parece interesante para las nuevas generaciones, pero aún genera inseguridades en las generaciones de mayor edad, puesto que en su mayoría, estas personas no se han familiarizado del todo con las nuevas tecnologías; este hecho, implica un reto para la sociedad actual y para el sistema financiero a nivel mundial, de allí se hace importante combinar los avances tecnológicos del sistema con una óptima seguridad informática que represente tranquilidad para los usuarios financieros.

La pandemia registrada durante el año 2020 ha acelerado la educación de muchos consumidores financieros en el uso de la banca virtual, puesto que la inseguridad sanitaria representada en las largas filas y aglomeraciones, ha creado en la gente la necesidad de realizar todas sus transacciones financieras desde la virtualidad, este hecho ha ayudado al sistema financiero a avanzar en este tipo de tecnologías. En Colombia, la banca también ha estado invirtiendo en la generación de canales virtuales para la atención de sus clientes, a este canal se le reconoce como “La Banca Virtual”, todos los bancos del sistema financiero colombiano tienen portales virtuales para atender a sus clientes[1], para la banca este hecho ha representado una oportunidad para disminuir los costos de atención a sus clientes, lo que conocen como la banca de “Low Cost”. Un ejemplo de esto es la apertura, durante el año 2020, del NUBANK en Colombia, reconocido como el primer banco cien por ciento virtual de América Latina [2]. La subregión del bajo cauca antioqueño está conformada por pueblos tradicionales, acostumbrados a realizar sus transacciones financieras en las oficinas físicas representadas por los bancos más representativos del país, puesto que sus municipios cuentan con una amplia actividad comercial y de servicios, lo que manifiesta una actividad económica muy dinámica y próspera. Los consumidores financieros de esta parte de Antioquia, aparentan ser

reacios al uso de tecnologías al servicio de la industria financiera, sobre todo en la población de edad avanzada; para este caso, sería muy interesante verificar si la edad podría ser un motivo que influye como barrera hacia el uso de los canales virtuales bancarios.

Con esta investigación se busca hacer un análisis del uso de servicios financieros a través de canales virtuales en los funcionarios del CTPGA SENA Cauca, indicando el uso de los canales virtuales en sus transacciones financieras. Esta investigación se enmarcó dentro un proyecto que busca analizar el uso por parte de los funcionarios del CTPGA de los canales virtuales que ofrecen las entidades financieras para impulsar su banca virtual; aunque los canales electrónicos existen desde los años 90, precisamente en los años 2020 y 2021 es donde su aceleración y crecimiento brinda soluciones remotas con nuevos retos tanto para el sector financiero y los usuarios [3], y desea conocer qué tanto se utilizan estos canales en la población de funcionarios del CTPGA SENA Cauca.

Para esta investigación se desarrolló una investigación mixta donde se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de la información. La técnica utilizada para la recolección de la información fue un cuestionario, que se aplicó a través de medios virtuales; para la recolección de la información, se utilizó un cuestionario a través de Google Forms, el cual se compartió a través de correo electrónico a la población encuestada.

Este cuestionario fue respondido por 118 personas que corresponden al total del personal de planta y contratistas del CTPGA SENA Cauca, es decir, se realizó censo a la población.

Las fases ejecutadas para esta investigación fueron: la idea, el planteamiento del problema, la inmersión en la temática (vigilancia tecnológica), concepción del diseño del estudio, definición de la población objeto de censo, recolección de la información, análisis de los datos y la interpretación de los resultados.

03

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Figura 1, se muestra que la población censada del CTPGA, en mayor proporción se ubica en edades entre los 31 y 40 años quienes representan un 44.9% de la población encuestada; esto, seguido de un 20.3%, porcentaje que corresponde a la población entre 41 y 50 años, luego sigue la población entre 18 y 30 años, representando un 19.5% de la población; entre 50 y 60 años, se ubica el 11.9% de la población, y por último, un 3.4% de la población que se ubica por encima de los 61 años.

Cuenta de Seleccione su rango de edad de acuerdo a las siguientes opciones

Seleccione su rango de edad de acuerdo a las siguientes opciones

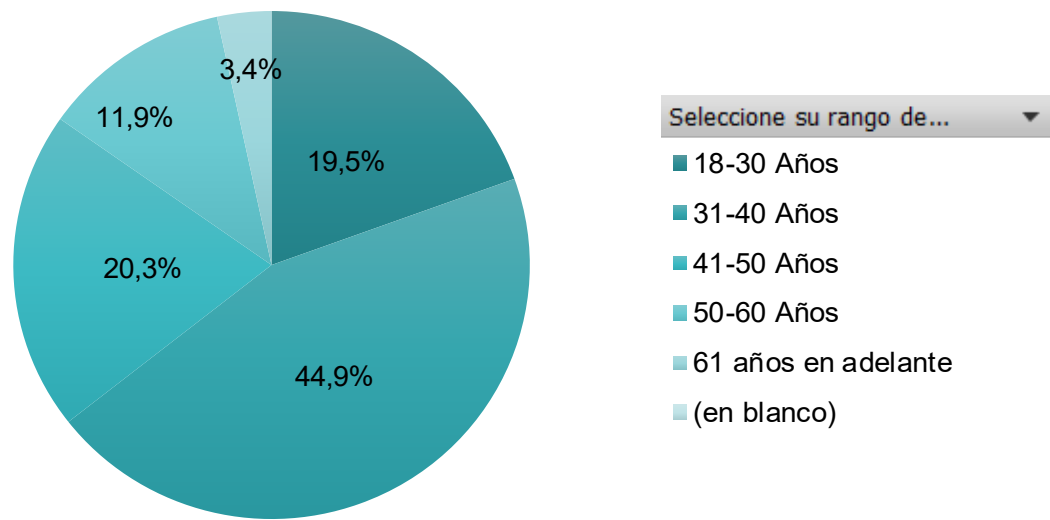


Figura 1. Rango de edades.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

Respecto a la relación del uso de los canales virtuales (Figura 2a), se puede comentar que el 92.4% de los funcionarios del CTPGA hacen uso estos para satis-

facer sus necesidades bancarias, es importante destacar en este punto, que la parte más representativa de esta población en un 44.9% está en los rangos de edad entre los 31 y los 40 años, considerada una edad de madurez [4].

¿Realiza transacciones financieras virtuales en su Banco?

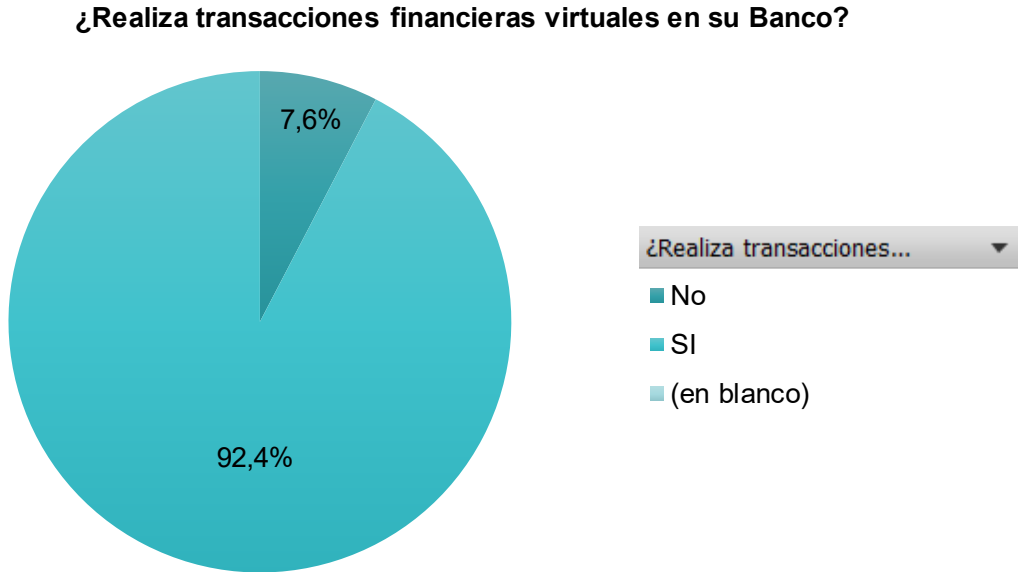


Figura 2a. Relación de uso de canales virtuales financieros.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

Seleccione los motivos por los cuales no utiliza la banca virtual, puede seleccionar varios

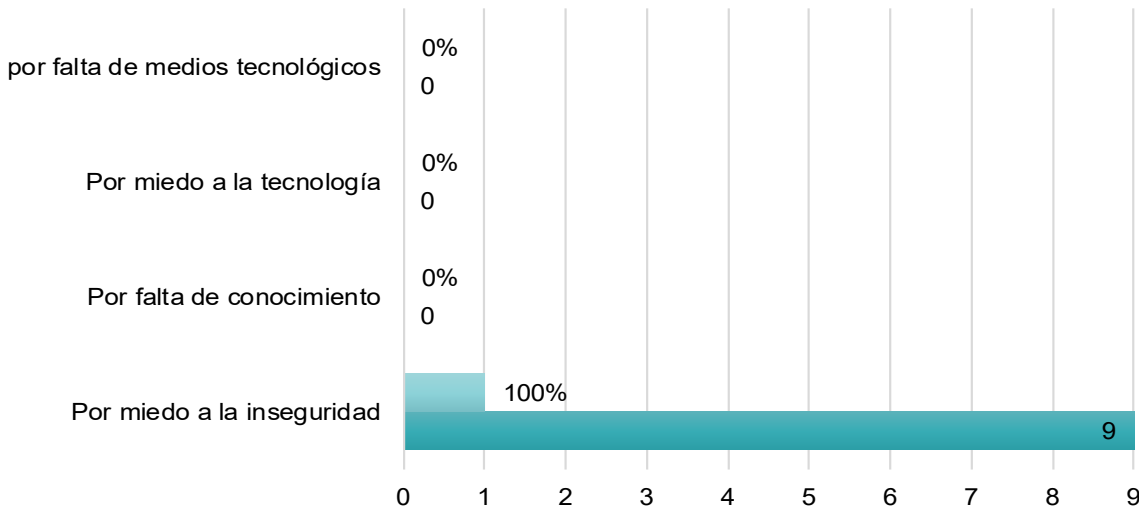


Figura 2b. Motivos de no uso de la Banca Virtual.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

Al evaluar el uso de las transacciones financieras a través de canales virtuales, se evidenció que, de los 118 colaboradores encuestados, 9 no utilizan los canales virtuales para realizar sus transacciones financieras, esto indica que el 7.6% de la población realiza todas sus transacciones de manera presencial y el motivo por el cual no utiliza servicios electrónicos (figura 2a). Como lo demuestra la figura 2b, lo anterior es debido al miedo a la inseguridad que les representa el uso de estas tecnologías, pues según estudios, las personas mayores con edades superiores a los 60 años consideran que por motivos de seguridad es mejor dirigirse a las oficinas físicas a realizar sus transacciones [5].

En la figura 3, se observa que en la población del CTPGA la mayoría de los funcionarios utiliza Bancolombia como plataforma para realizar sus transacciones virtuales, este banco representa un 88.1% en participación, luego se encuentran el banco BBVA y Davivienda con un 12.8%, luego sigue Banco de Bogotá con un 11% como las entidades preferidas por la población objeto de estudio. Es importante resaltar que estas entidades cuentan con plataformas adecuadas y competitivas para realizar transacciones virtuales [6]. De la figura 3 se puede concluir que en la comunidad de empleados y contratistas CTPGA, el banco preferido es Bancolombia y coincide con la calificación que tiene actualmente, a nivel nacional, como el banco líder en el mercado [7].

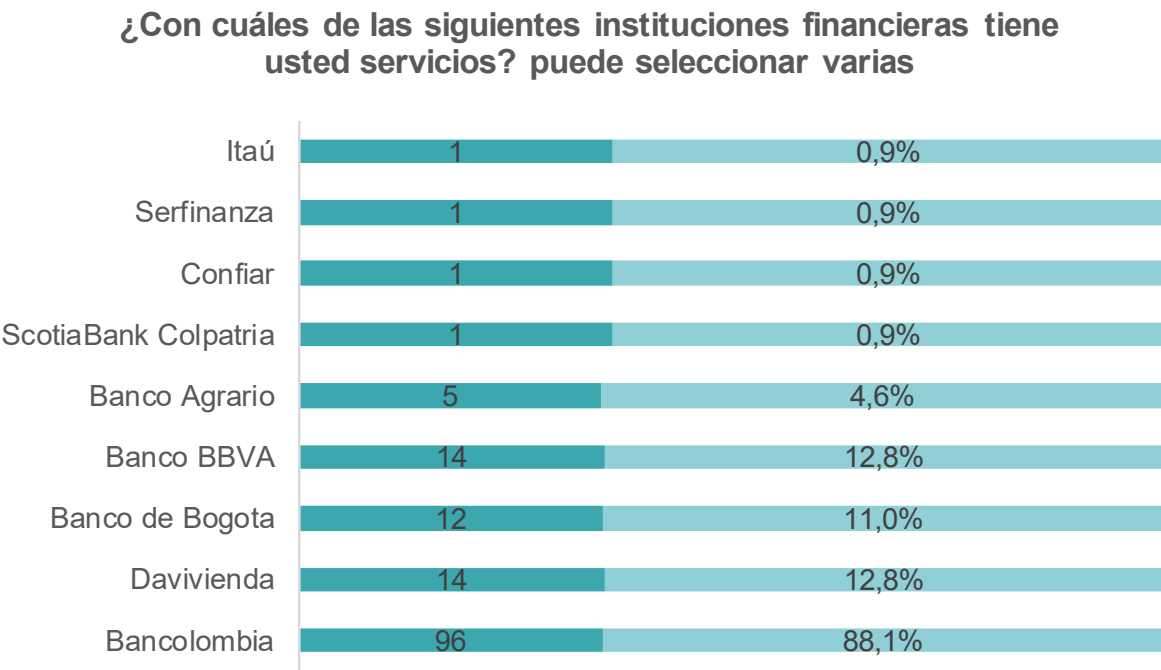


Figura 3. Instituciones financieras utilizadas.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

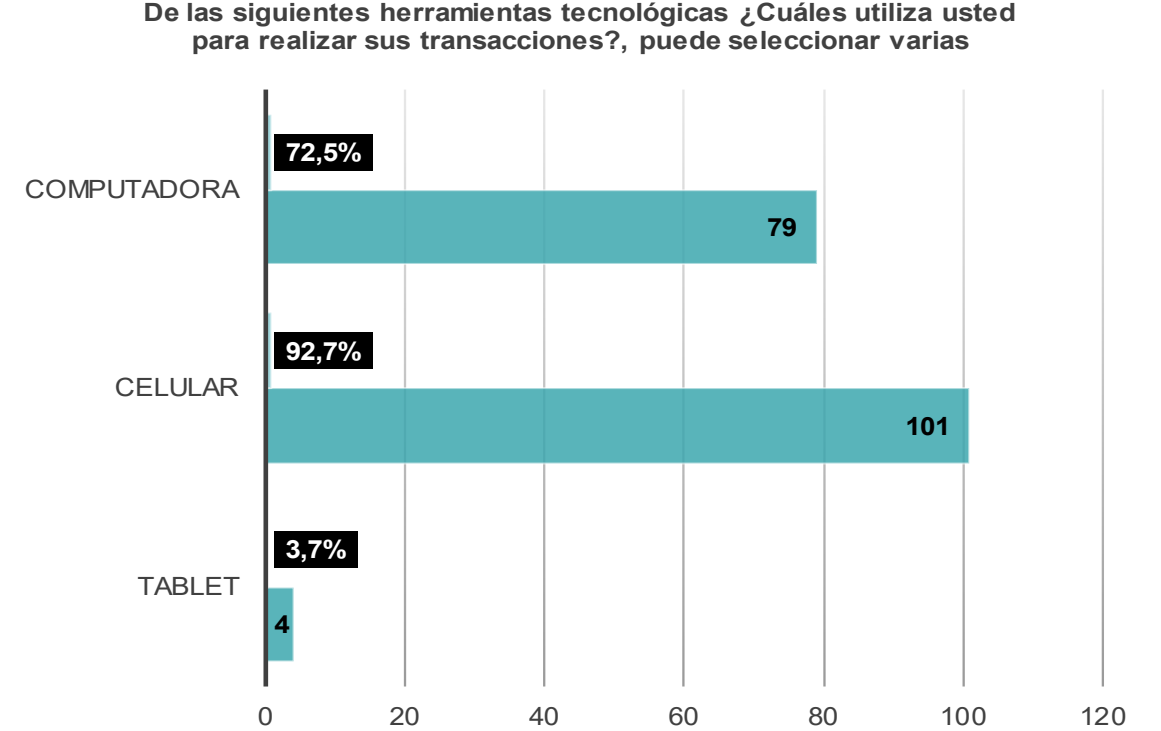


Figura 4. Herramientas Tecnológicas utilizadas.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

Es importante resaltar que, una parte significativa de la población del CTPGA, utiliza el celular para realizar sus transacciones virtuales, representando el 92.7% de la población; luego, sigue la computadora como la segunda herramienta más utilizada con un 72.5%; por último, la tablet como herramienta solo logra un 3.7% de participación (Figura 4). Ante esta información, se puede concluir que el celular es el medio más usado para realizar transacciones, y pensamos que se debe a que el celular es una herramienta siempre presente, de fácil uso e indispensable en la sociedad moderna. Esto demuestra que la banca móvil y sus aplicaciones son muy fuertes en el uso de los canales virtuales por parte de la población estudiada. Según la revista Semana, fue con la explosión de los teléfonos inteligentes, que la llamada banca digital dio el gran salto, permitiendo que hoy existan bancos sin una sola sucursal física [6].

Revisando las transacciones más realizadas por la población estudiada (Figura 5), se puede afirmar que los servicios más usados son: 1. Realización de pagos por botón PSE, con un uso del 78% entre la población objeto de estudio; 2. Transferencias a cuentas del mismo banco, con un grado de utilización del 77.1%; 3. Pago de planillas de seguridad social, con un uso del 60.6%; 4. Servicios de Token o clave dinámica aleatoria, con un 52.3%; 5. Pago de servicios pú-

blicos, con un 51.4%; 6. Transferencias de dinero hacia cuentas de otro banco, con un 47.7%; 7. Pago de obligaciones financieras del propio banco, con un 45.9%; 8. Pagos de obligaciones financieras a otro banco, con un 20.2%; 9. Avances de tarjeta de crédito a cuenta, con un 17.4%; 10. Desembolso de créditos rotativos, con un 11.9%; y luego se registran otras transacciones con un 0.9%, que representan pago de impuestos, y otros pagos.

**¿Cuáles de los siguientes servicios financieros utiliza usted por medio de la banca virtual?
puede seleccionar varios:**

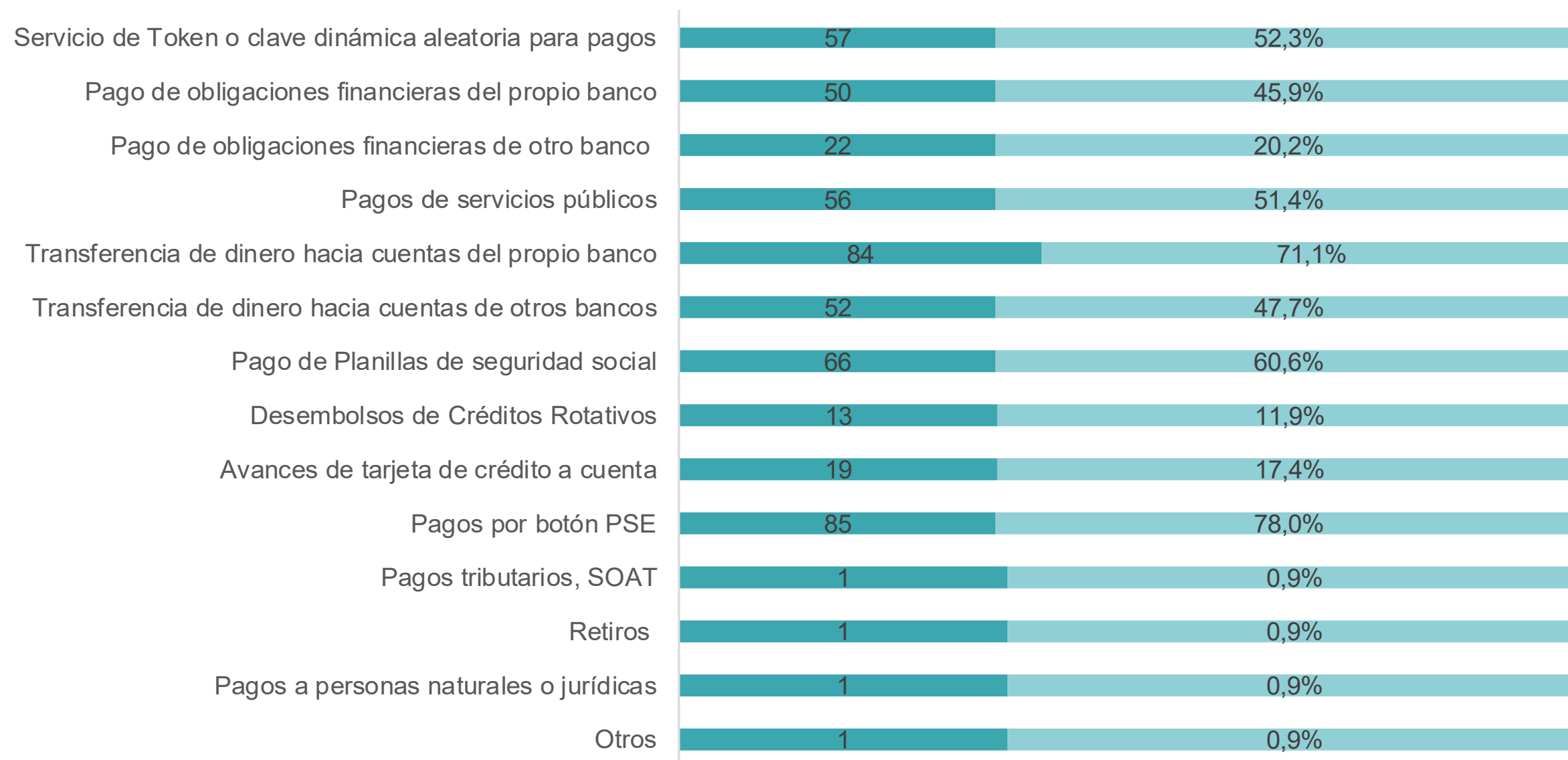


Figura 5. Servicios utilizados a través de la Banca Virtual.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

De la Figura 5 se observó, que un 78% de las personas objeto de estudio, están familiarizadas con los pagos en páginas virtuales con diferentes fines a través del pago por botón PSE. Llama la atención que el 77.1% realiza transferencias a cuentas del mismo banco, lo que indica que gran parte de la población, reemplazaron la consignación física por este medio virtual, aunque hay que enfatizar en que se trata de cuentas del mismo banco a donde posee su cuenta de ahorros o corriente; esta información es importante contrastarla con las transferencias hacia cuentas de otro banco diferente, donde se evidencia una menor población que usa este servicio representada en un 47.7%, se puede suponer que esto se debe a que realizar estas operaciones puede generar costos al cuentahabiente, lo que desestimula el uso de este tipo de servicio [8], esto podría indicar que las personas a la hora de consignar en una cuenta de otro banco debe desplazarse físicamente a realizar la transacción, lo que no es muy conveniente en esta época especial de pandemia.

Respecto al pago de planillas de seguridad social, se podría analizar que la mayoría de los servidores del CTPGA son contratistas, y por ende, deben ellos mismos pagar sus planillas de seguridad social; el hecho de que solo el 60.6% de la población utiliza este servicio por canales virtuales, implica que una cantidad considerable de servidores lo están haciendo de manera física (Figura 5). Después de este análisis, se considera importante capacitar a los funcionarios en el pago de la planilla de manera virtual, dado que es un proceso sencillo y que ahorra tiempo y costos. Es importante aclarar que los operadores que prestan el servicio de liquidación de planillas de seguridad social a través de plataformas virtuales, están reestructurando sus servicios para atender a sus clientes de manera personalizada a través de sedes físicas en las diferentes ciudades, para guiar con este tipo de pagos a través de las diferentes sucursales bancarias virtuales [9].

Respecto al uso de Token o clave dinámica aleatoria, se observó que el 52.3% de la población utiliza este servicio (Figura 5). Es importante aclarar que el Token o clave dinámica es indispensable a la hora de realizar algunas transacciones por internet, como por ejemplo el pago de planillas, la inscripción de cuentas para transferencias o compras vía internet, entre otras. En el servicio de Token, las entidades deben trabajar en fortalecer la seguridad de este servicio de clave dinámica, puesto que se estudian inconsistencias que pueden generar la posibilidad de que se pueda acceder maliciosamente a dichas claves [10]. Lo anterior, da a entender que las entidades financieras deben ofrecer mayor información sobre estos servicios a la población, puesto que no tener acceso a ésta, ocasiona que las personas tengan que desplazarse físicamente para realizar cualquier transacción anteriormente mencionada.

El servicio de token o clave dinámica aleatoria se puede contrastar con el pago de servicios públicos vía canales virtuales, puesto que la población del CTPGA

que paga a través de este medio, representa el 52.3% (Figura 5); este hecho, se debe a la ausencia de Token o clave aleatoria, puesto que es la herramienta que posibilita este tipo de transacciones. Esto ratifica que es muy importante que las entidades informen y ofrezcan el servicio de Token, y más aún cuando actualmente la pandemia sigue impactando el sistema sanitario y a muchos de los servidores objeto de este estudio. De acuerdo a lo observado, aún hay muchas personas que están pagando sus servicios públicos de manera presencial, aumentando el riesgo de exposición al virus COVID 19, sin embargo, la banca, a nivel general, ha trabajado de manera exitosa en su digitalización para hacer frente a estas necesidades planteadas por la pandemia [11].

Los pagos de obligaciones financieras del mismo banco vía banca virtual lo realizan el 45.9% de las personas implicadas en esta investigación (Figura 5), lo que quiere decir que más de la mitad de los funcionarios del CTPGA (suponiendo que tienen obligaciones financieras), están yendo a pagar las obligaciones físicamente a la entidad financiera. Esto indica que los funcionarios objeto de estudio deben capacitarse en el uso de la banca virtual para que realicen los pagos de sus obligaciones por este medio. Este dato se hace más interesante al revisar el pago de obligaciones a otras entidades diferentes al banco del cuentahabiente, donde solo el 20.2% de la población indica que realiza estos pagos a través de la virtualidad, en este caso, más de la mitad, si tuviesen obligaciones con otros bancos, estarían realizando dichos pagos de manera presencial.

La confianza que generan los canales virtuales a los usuarios del CTPGA se ve enmarcada en los siguientes resultados (Figura 6):

Un 42.2% de la población manifiesta una confianza superior al 90%; luego, el 39.4% manifiesta una confianza entre el 71% y el 90%; posteriormente, un 10.1% muestra una confianza entre el 51% y el 70%; seguida de un 3.7% con una confianza entre el 31% y 50%; y por último, un 3.7% de la población que dice tener una confianza del 0% al 30%.

Estos datos, demuestran que en el 42.2% de la población, existe una buena confianza superior al 90% en el uso de canales bancarios virtuales. Esta cifra, se puede considerar como una confianza no muy fuerte comparado con el total de la población estudiada, puesto que indica que más de la mitad de la población tiene un grado de seguridad del inferior al 90% en sus transacciones virtuales, esto quiere decir que las entidades deben fortalecer sus plataformas virtuales cada día más y deben informar con más fuerza la seguridad que representan sus canales virtuales de servicios.

Brindar confianza a los clientes es clave para la banca virtual, puesto que es quien administra los recursos financieros de la población; además de consi-

derarse que, en época de pandemia, se deben redoblar esfuerzos por parte de las entidades financieras para incentivar y brindar seguridad en el uso de sus servicios transaccionales no presenciales.

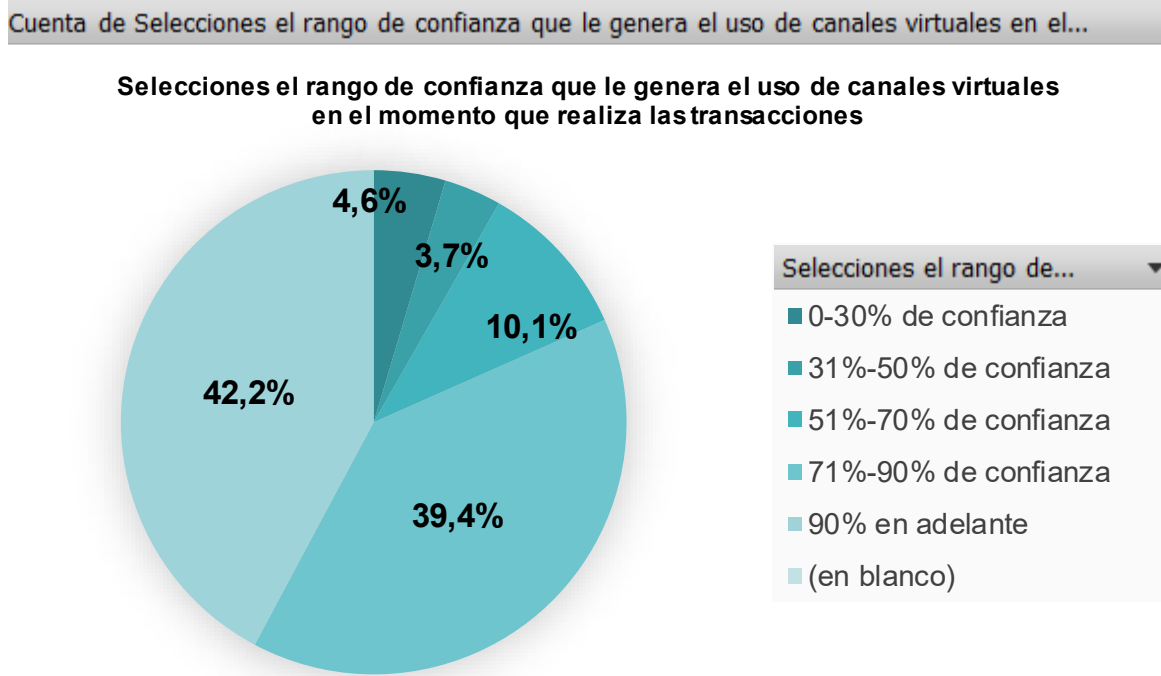


Figura 6. Confianza en el uso de canales virtuales.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

De acuerdo con la figura 7, el 60.6% de la población prefiere hacer sus compras a través de las modalidades de tienda online y tienda física, a su vez, un 32.1% de la población del CPGA dice preferir realizar sus compras únicamente en tienda física y un 7.3% manifiesta que prefiere solo hacerlas en tienda virtual. Aunque la mayoría de la población en un 60.6% muestra aceptación a la hora de comprar en ambos tipos de tiendas, aún existe un 32,1% de la población que muestra una resistencia de comprar por canales virtuales, la cual argumenta que solo prefiere almacén físico. Esto significa que los funcionarios del CTPGA aún requieren de incentivos para realizar compras en tiendas virtuales, y para identificar los mismos sería interesante, a través de otra investigación, identificar si es por falta de información en el uso de los servicios para realizar compras virtuales o por otro tipo de necesidad. Todo parece indicar que la pandemia COVID 19 no generó cambios en los hábitos de compra de ese 32.1% de la población estudiada.

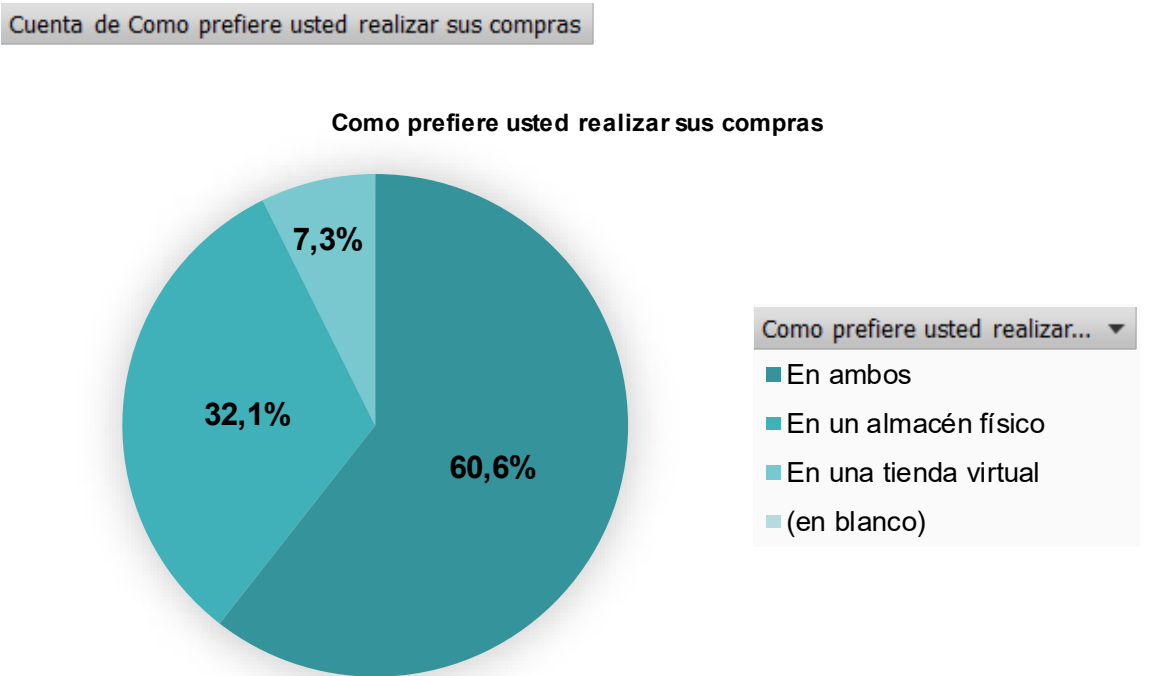


Figura 7. Tendencia en las compras.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

Al preguntar si los bancos han ofrecido a los usuarios actualizaciones pertinentes de sus plataformas virtuales (Figura 8), el 85.3% de los usuarios de servicios financieros objetos de estudio argumentaron que sus bancos sí han realizado actualizaciones pertinentes a raíz de la pandemia COVID 19 (Figura 8). Lo que muestra que, en este sentido, los usuarios de canales virtuales reconocen que las entidades en las que tienen sus servicios financieros si han realizado esfuerzos por ayudarles a realizar sus operaciones financieras por medio de estos canales.

Cuenta de Siente que su banco le ha ofrecido actualizaciones pertinentes de sus plataformas...

Siente que su banco le ha ofrecido actualizaciones pertinentes de sus plataformas virtuales que faciliten las transacciones en medio de la pandemia

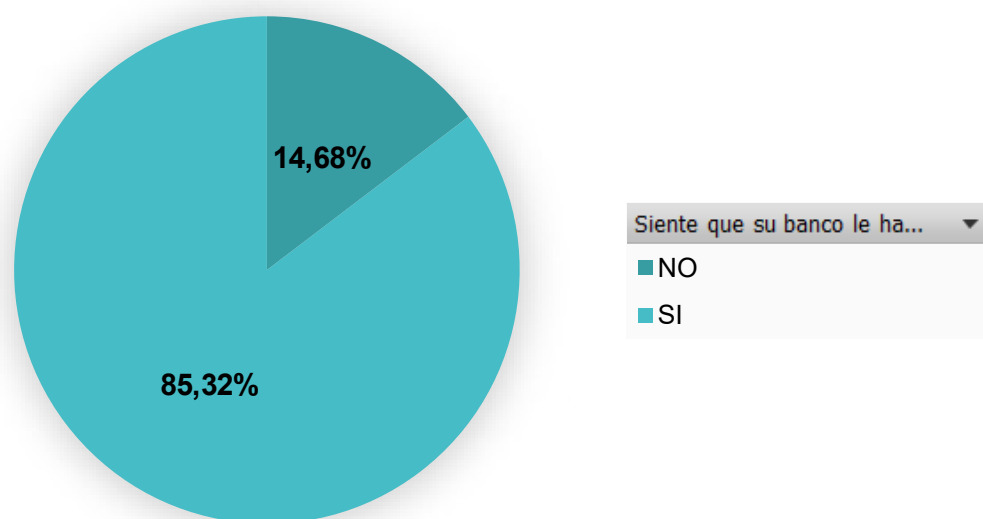


Figura 8. innovación bancaria.
Fuente: Construcción propia de los autores 2021.

04 CONCLUSIONES

Los funcionarios del CTPGA SENA Cauca, en la población comprendida entre los 31 y 40 años, demuestran un uso significativo de los canales virtuales de sus bancos para realizar sus transacciones financieras, según este estudio el 92.4% de la población estudiada utiliza este servicio digital. Es importante aclarar que, aún en esta época de pandemia, donde existen restricciones para utilizar sucursales físicas bancarias, el 7.6% de los funcionarios argumentan no utilizar estos servicios virtuales, puesto que consideran que son inseguros para realizar sus transacciones.

Este estudio, evidenció que Bancolombia es el banco preferido por los funcionarios del CTPGA, es importante aclarar que Bancolombia es el banco de Colombia que cuenta con mayor presencia en el país por sus diferentes sucursales y puntos de atención cercanos (PAC), esto lo hace estar bien posicionado en la mente de los consumidores financieros [12].

Las transacciones virtuales, según el estudio, se realizan principalmente por medio de celulares y computadoras.

La población objeto de estudio manifestó que, las transacciones más comunes que realizan a través de la banca virtual, son las transferencias de dinero entre cuentas del mismo banco y hacia otros bancos, así como los pagos por medio de botón PSE utilizando Token, y por último, también resalta el pago de las obligaciones financieras.

Más de la mitad de los funcionarios consideraron que el grado de confianza que perciben en el uso de canales bancarios virtuales es inferior al 90%; lo que significa que, las entidades financieras, deberían trabajar en la educación de estos usuarios respecto al grado de seguridad que ofrecen sus canales virtuales transaccionales.

Respecto a las compras en tiendas virtuales, este estudio indica que gran parte de las personas, hacen sus compras de manera virtual señalando que la pandemia promovió este tipo de compras.

Por último, es de resaltar que los funcionarios perciben que las entidades financieras han realizado innovaciones importantes en sus canales virtuales para promover el uso de los mismos.

05 AGRADECIMIENTOS

Al equipo de trabajo del semillero de investigación en Gestión Bancaria del CTPGA SENA Cauca, por su dedicación y aporte en este estudio; al equipo SENNOVA, por su acompañamiento y compromiso en la guianza de este equipo de trabajo.



06 REFERENCIAS

- [1]. GARCÍA CA. Bancos miden fuerzas para controlar el negocio de los pagos digitales. El Tiempo [Internet]. 2021 Feb 20; Available from: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/modalidades-de-pago-digital-y-virtual-de-los-bancos-en-colombia-568409>
- [2]. Lorena K, Masmela G. Análisis comparativo de la banca digital en Colombia e India Alumna. 2020;0–40.
- [3]. Chacón C, Zuleta C. Inclusión financiera: incremento acelerado de la bancarización digital por covid - 19 en el sector rural colombiano 1. Creative Commons. 2020;1–17.
- [4]. Álvaro Monge Venegas. Los Millennials Y Las Nuevas Tecnologías: Cómo Afectan a La Estrategia De Marketing Bancario. 2018;
- [5]. Angulo, Nazli, Castillo I. Percepción de los adultos mayores y jubilados sobre la banca virtual que han implementado las entidades financieras, en Cali. Universidad Autónoma de Occidente. 2019;
- [6]. Semana R. Banca digital: Aquí está y aquí se queda. Revista Semana [Internet]. 2021 Jun; Available from: <https://www.semana.com/economia/empresas/articulo/banca-digital-aqui-esta-y-aqui-se-queda/202100/>
- [7]. Restrepo M. Mejores Bancos Colombia 2021 [Internet]. rankia. 2020. Available from: <https://www.rankia.co/blog/mejores-cdts/3449454-mejores-bancos-colombia-2021>
- [8]. Arango C, Betancourt Y. COSTOS DEL COMERCIO EN EL PROCESAMIENTO DE LOS PAGOS EN COLOMBIA. Borradores de Economía [Internet]. 2020;61. Available from: <https://www.banrep.gov.co/es/borrador-1143>
- [9]. Aragón-Camacho BD. El servicio como ventaja competitiva en los operadores de información de pagos de seguridad social. 2018; Available from: <http://hdl.handle.net/10654/20756>
- [10]. Corredor E. ANALISIS DETALLADO DE VULNERABILIDADES EN LA APLICACIÓN WEB DE ADMINISTRACION DE TOKENS BANCARIOS DE UNA ENTIDAD FINANCIERA EN COLOMBIA” [Internet]. Vol. 3, Universidad Católica de Colombia. 2020. Available from: http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=bth&AN=92948285&site=eds-live&scope=site%0Ahttp://bimpactassessment.net/sites/all/themes/bcorp_impact/pdfs/em_stakeholder_engagement.pdf%0Ahttps://www.glo-bus.com/help/helpFiles/CDJ-Pa
- [11]. Clavijo D, Rincón O. EL DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR BANCARIO DURANTE EL COVID-19 [Internet]. Bogotá DC; 2021. Available from: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/25669>

- [12]. Bancolombia G. Bancolombia, la entidad financiera con mayor presencia en la mente de los colombianos [Internet]. Grupo Bancolombia. 2020. Available from: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/acerca-de/sala-prensa/noticias/productos-servicios/bancolombia-con-mayor-presencia>



¿CÓMO EVITAR CIBERATAQUES EN LAS MIPYMES COLOMBIANAS?

A. Londoño Pamplona¹, C. Quintero¹ y K.I. Medina Fonseca¹

¹Semillero de investigación SIPI, Centro De Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Medellín, Colombia.

londonoalejandra400@gmail.com; camilaquintero723@gmail.com; karimedi125@gmail.com

Palabras clave: Ciberataques, Mipymes, Sistemas de seguridad.

RESUMEN

En este artículo de revisión documental, se aborda un asunto poco conocido pero lastimosamente bastante común, más aún en la contingencia por el Covid 19, y es el relacionado con los ciberataques, los cuales se presentan mayormente en micro, pequeñas y medianas empresas, ya que los atacantes se aprovechan de los pocos sistemas de seguridad que en estas entidades se manejan y de sus escasas medidas preventivas. De ahí, que este artículo aborde la importancia de implementar sistemas de seguridad en las mipymes colombianas, partiendo de dos temas fundamentales, el primero de ellos, la caracterización de los principales ciberataques que se presentan en este segmento de empresas, y el segundo, las medidas preventivas que se hace necesario adoptar para evitar estos ciberataques de manera oportuna.

La pandemia por el Covid 19 provocó el acelerado crecimiento de la actividad digital del sector productivo colombiano y todas las empresas, desde la más pequeña hasta la más grande, pueden llegar a ser afectadas por esta realidad, pues lo que anteriormente era considerado un “plus” para aumento de productividad y utilidades, hoy en realidad es un requisito fundamental de supervivencia, debiendo las mipymes dotarse, no solo de conexiones rápidas y estables y de dispositivos sofisticados, sino también de sólidos esquemas de ciberseguridad [1], pues solo a pocos días de declararse la pandemia por el Covid 19, más exactamente durante el primer semestre del año 2020, se aumentaron los delitos informáticos en Colombia en un 59% respecto al mismo semestre del año 2019, según lo reveló el Centro Cibernético de la Policía Nacional [2].

Esta ciberseguridad se clama como indispensable para todas las empresas con operaciones digitales, ya que es conocido que la proliferación de las tecnologías, trae indefectiblemente ataques informáticos y nuevos ciberdelitos [3], lo cual repercutirá negativamente en el quehacer productivo de estas mipymes que, en su mayoría, cuentan con poca o nula preparación para enfrentar las consecuencias.

Incluso, estudios han afirmado que un gran porcentaje de las mipymes del país, quedan imposibilitadas para continuar su actividad empresarial por más de un semestre, luego de recibir un ciberataque considerable [4].

Según un estudio realizado por el BID, MINTIC y la OEA, que analiza el efecto de los ataques de seguridad digital, los empresarios colombianos afirman que dentro de los principales factores que afectarían su capacidad de afrontar la seguridad digital, están la falta de conocimiento específico sobre el tema, sumado a ello, el poco dinero destinado a esta área, seguido de la baja conciencia por parte de los empleados [5].

De los factores mencionados, los dos primeros, es decir, el contar con personal dedicado de manera exclusiva a temas de ciberseguridad en las mipymes y el escaso presupuesto para invertir en acciones preventivas, hacen que estas pequeñas empresas vean escasas posibilidades de enfrentar el potencial riesgo, pues es conocido que la crisis económica por el Covid 19 afectó de manera contundente a las mipymes del país, las cuales fueron especialmente vulnerables, ya que no disponían de los medios necesarios para adaptarse a un fuerte choque externo como el recibido con ocasión de la pandemia, el cual provocó alteración en las obligaciones de este segmento empresarial [6].

En este contexto, se hace necesario buscar alternativas coherentes con la actual situación financiera de este grupo de pequeños empresarios, brindándoles algunas propuestas que permitan la prevención de un posible ataque cibernético, pero sin sacrificar el escaso presupuesto disponible para invertir en la actual reactivación de su actividad comercial.

Es así como esta investigación pretende, en un primer momento, caracterizar los principales ciberataques que reciben las empresas colombianas para, posteriormente, generar una propuesta que permita la sensibilización del talento humano de estas mipymes respecto a las acciones que se pueden dar para evitar y enfrentar este flagelo en el ámbito digital, dando así respuesta al tercer factor mencionado como incidente en la capacidad de afrontar la seguridad digital, el cual se refería al escaso conocimiento que se tiene del tema dentro de una empresa.

Este trabajo acude a la investigación cualitativa de tipo documental, la cual implica trabajar directa o indirectamente sobre la base de textos o documentos, lo que hace que se asocie con investigación bibliográfica; aunque en realidad, en la investigación documental, el concepto de documento es mucho más amplio, pues incluye no solo documentos escritos, sino también, diapositivas, videos y películas que aporten información relevante a la investigación.

Para el desarrollo del presente artículo se analizan 19 documentos, nacionales e internacionales, publicados entre el año 2017 a 2021, los cuales abordan el tema de los ciberataques y sus modalidades preventivas en el contexto empresarial; algunos de ellos, se enmarcan específicamente en las tendencias del cibercrimen en las empresas colombianas, lo que nutre, de manera pertinente, la propuesta planteada en este artículo.

Los documentos fueron recuperados de diferentes repositorios digitales, privilegiando aquellos de índole académica. También se acude a medios informativos masivos, los cuales, a partir de un periodismo de investigación, ofrecen información relevante y actualizada, y finalmente, se extraen algunos apartes de informes expedidos por entidades oficiales, como el BID, MINTIC, OEA, entre otros, los cuales ostentan características como la imparcialidad y confiabilidad.

Se excluyen documentos con enfoque exclusivamente técnico en el área de delitos informáticos y sus respectivos sistemas de seguridad, pues, aunque aborden de manera objetiva la temática, abandonan la simplicidad en la comprensión necesaria para el público objeto de la propuesta esbozada en este artículo.

Es de anotar, que, respecto a la información sobre medidas preventivas de los ciberataques, solo se incluye aquella cuya adopción es pertinente a las condiciones actuales de las mipymes colombianas, las cuales, además de poseer limitados activos tecnológicos, carecen de recursos económicos, humanos y técnicos suficientes para la implementación de sistemas de seguridad refinados.

03

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Alrededor de marzo del 2020, a causa de la pandemia por el Covid 19, se hizo necesario que los ciudadanos continuaran con el desarrollo de sus actividades a pesar del confinamiento obligatorio, y por ello, empezaron a depender en gran medida de la conectividad diaria, lo cual desató una cantidad de amenazas cibernéticas. Estos delincuentes aprovecharon los vacíos que tenían los usuarios, además del pánico colectivo que se vivía. [7]

Las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas no fueron ajenas a tales ciberataques, pues en realidad, eran las que menos esquemas de seguridad tenían y las que tuvieron menor espacio y capacidad económica para formar a sus trabajadores en la materia.

Por ello, la importancia de destacar los principales ciberataques que se desataron en el contexto de la pandemia, para finalmente, definir un protocolo preventivo enfocado a las circunstancias particulares de estas pequeñas empresas.

3.1 PRINCIPALES CIBERATAQUES EN EMPRESAS

Luego de analizar la información recolectada, se puede inferir que los principales ciberataques que sufren las empresas en la actualidad, son los siguientes:

a. Phishing:

Consiste en el envío de correos electrónicos a empresas, en las que el remitente se hace pasar por fuente confiable para así poder obtener información confidencial de la víctima, luego realizan algún tipo de fraude, ya sea para beneficio propio o de terceros, vendiendo datos o información robada. Para realizar esto, incluyen un enlace, que al hacer clic, lleva al usuario a páginas web falsificadas. El usuario, pensando que está en un sitio web de confianza, ingresa toda la información solicitada, entregándosela a estafadores. [8]

El phishing toma datos personales o corporativos, como direcciones de correos electrónicos, números de documentos de identificación o datos de localización. También puede robar credenciales de acceso a redes sociales y a correos electrónicos, incluso tomar información de liquidez y flujo de caja de una empresa [8].

Tipos de phishing: [8]

- **Spear phishing:** Este tipo de phishing está dirigido a grupos pequeños, esto permite que las campañas sean más personificadas y con un mayor número de víctimas.
- **Whaling:** Se dirige a niveles más grandes, como ejecutivos o empresariales, sus preferencias son los de más altos niveles como los CEOs. Las probabilidades de que caigan en este tipo de phishing no son muchas, en los pocos casos caen por algo “especial”.
- **Cloning:** Este tipo de phishing utiliza la suplantación de identidad de correos legítimos, el cual es entregado al buzón del usuario, de esa manera utilizan para crear un correo clonado.
- **Phishing con geolocalización:** Este tipo de phishing es utilizado para permitir o denegar el acceso a sitios web falsos de los usuarios de cierto país, por medio de la dirección IP o un servidor proxy.

Fases del Phishing:

- **Planificación y configuración:** Seleccionan la empresa a la cual van a atacar, con el objetivo de obtener detalles básicos. Luego, se diseñan los ataques que entrarán en acción por medio de sitios web, correos electrónicos u otros, incluyendo enlaces maliciosos. Los cuales pueden redirigir al afectado a un sitio fraudulento.
- **Agresión de Phishing:** Los ciber atacantes envían correos electrónicos falsos, disfrazados de emails de empresas que gozan de buena reputación y solicitan información

confidencial, indicando que es urgente actualizar base de datos o actualizar sus registros, e incitan a entrar a un sitio malicioso.

- **Introducción:** Al dar clic en el enlace malicioso, un programa malintencionado se introduce de forma involuntaria en el dispositivo tecnológico, lo que da paso al atacante para que este pueda visualizar la información, cambiar configuración y derechos de acceso.

- **Recopilación de datos:** Los atacantes empiezan a extraer los datos requeridos de la empresa, lo que podría conducir a pérdidas financieras para la víctima.

- **Extracción:** Posteriormente, el atacante borra todas las evidencias del sistema.

b. Malware:

Son una modalidad de ataques bastante astutos y maliciosos, los cuales se emplean a fin de causar daño al hardware, software y, finalmente, al usuario. Quienes utilizan este tipo de ataques pueden sustraer información valiosa; habitualmente buscan encontrar información personal, como registros de transacciones financieras o inversiones, bases de datos de clientes, documentación técnica, entre otros. También pueden conseguir dinero, amenazando al dueño de la información con revelar información privada. Finalmente, puede hackear un equipo y tener el dominio total de este para causar daño [9].

Según el modo de operar de la persona y del ataque que emplea, el malware puede quedar en una categoría, esta cambia según el caso particular que se presente. Esta modalidad causa mucho daño a nivel personal y a nivel empresarial, por tal motivo siempre se recomienda estar muy al tanto de las actualizaciones del software anti-malware a fin de tener una protección constante y apropiada en el equipo. [9]

En Colombia, la infección por malware sigue en crecimiento, incluso en el año 2018, solo 99 empresas reportaron casos de malware en sus infraestructuras, mientras que al año 2019, ya se hablaba de 705 casos registrados y de ellos, la mayoría eran pequeñas y medianas empresas. Y obviamente, con ocasión de la pandemia, las cifras siguen en crecimiento [10].

Dentro de la categoría de malware se encuentran los virus, los cuales son creados para copiarse a sí mismos y difundirse a una cantidad amplia de dispositivos, modificando o eliminando archivos guardados en el equipo, al tiempo que pueden dañar un sistema, eliminando o corrompiendo datos esenciales para su adecuado funcionamiento.

Dentro de esta categoría del malware también se encuentra el Adware, el cual es un software malicioso que muestra de manera masiva anuncios no deseados con el fin de recopilar información sobre la actividad de la empresa. El spyware también hace parte de la categoría de malware, y son los que se instalan en los equipos de las empresas para recopilar información para finalmente compartirla con un usuario remoto.

Los troyanos también se encuentran dentro de los malware y suelen camuflarse con el ropaje de un software legítimo, con la intención de infectar equipos en las empresas, pudiendo controlar los equipos, robar datos, introducir otros softwares maliciosos y propagarse a otros dispositivos. [9].

Otra vertiente es el Ransomware, en la que el atacante cifra la información del usuario y luego pide dinero para su rescate, casi siempre, exigiendo pago con bitcoin para conservar su identidad, pudiendo afectar desde un solo usuario conectado a internet hasta una red de computadoras conectadas a una LAN en una empresa, ocasionando interrupción en las funciones, pérdidas monetarias e incluso, afectando la reputación empresarial [11].

Finalmente, el Spyware, cuya denominación se compone de las palabras espía y software, trabaja bajo el mismo mecanismo, obteniendo datos personales y sensibles como contraseñas, credenciales de inicio de sesión e información bancaria [12].

c. Fake news o noticias falsas:

Son historias o anuncios sensacionalistas que se comparten en redes sociales con la finalidad de involucrar emocionalmente a los lectores, captando su atención y llevando a sus creadores a obtener rentabilidad vía clics y viralización. Otra de sus finalidades, es desprestigiar a personajes públicos o empresas. También buscan que los usuarios descarguen archivos adjuntos o den clic en enlaces con virus informáticos, los cuales pueden robar información financiera, datos personales y contraseñas. [13]

Esta palabra empezó a tener gran importancia cuando se dieron las elecciones de EE. UU del 2016 para elegir al presidente, cuando los medios empezaron a percatarse de algunas noticias falsas que se difundieron rápidamente por la internet, con estas historias inventadas tienen un sentido estricto que tienen motivaciones económicas, políticas o un poco de ambas. Como hacen pública la información, pagan publicidad para que ese artículo sea visto por muchas personas ya que lo montan a páginas donde tienen muchas visualizaciones y hacen que estas noticias sean más creíbles. [13]

Es de anotar que una noticia falsa tiene el potencial de compartirse 6 veces más rápido que una real y con internet pueden llegar a unas audiencias más amplias que si estuviera en el contexto tradicional. Es de anotar que esas publicaciones tradicionales, realizadas en prensa, radio o televisión, poseían sistemas internos para controlar la veracidad de la información antes de ser promulgada, a diferencia de los nacientes canales digitales, en los cuales se hace imposible controlar la información [14].

Esta situación es preocupante para las mipymes colombianas, pues un estudio de la firma rusa Kaspersky, indicó que Colombia ostenta uno de los lugares más altos en la clasificación de países latinoamericanos que más consume noticias falsas, con un 73% de participación. Además, esa comunidad latina en un 16% desconoce por completo el

término de “noticias falsas” o “fake news”. [15]

Estas noticias falsas pueden causar grandes perjuicios económicos para las empresas, aunque hay quienes estiman que hay otros riesgos considerables, por ejemplo, un estudio realizado por Estudio de comunicación en colaboración con Servimedia, estableció que el 85.5% de los encuestados cree que el riesgo reputacional es el perjuicio más relevante dentro de esta problemática. [16]

3.2 PROPUESTA A LAS MIPYMES COLOMBIANAS PARA EVITAR LOS CIBERATAQUES

Los ciberataques actualmente son más comunes que nunca y las mipymes (micro, pequeñas y medianas empresas) no se libran de estos, pues cualquier empresa que manipule o almacene información se encuentra propenso a sufrir un ciberataque, importante generar medidas de protección para la empresa, por esto a continuación se definen algunas de ellas, las cuales pueden ser un apoyo para la empresa [17]:

a. Usar autenticación multifactor:

Este sistema de seguridad lo que busca es generar varias contraseñas para acceder a la información, pues no es suficiente con que los empleados solo utilicen una para autorizar el ingreso a información valiosa, al tener habilitado este sistema será más difícil que el atacante acceda a los sistemas de la empresa puesto que la seguridad de la información aumentará.

b. Contar con controles de acceso sólidos:

Lo que permiten estos controles es generar una actualización inmediata al finalizar la jornada laboral o al tomar un receso, pues quienes operan en la empresa anulan el acceso a los equipos, logrando así que ninguna otra persona tenga acceso a la información valiosa que allí se encuentra.

c. Compromiso de seguridad a terceros:

Se debe comprender la seguridad que se debe tener con terceros, en caso de que un cliente, un proveedor, un trabajador, un banco... requiera acceder al sistema de la empresa es primordial conocer los riesgos y asegurar una mayor responsabilidad.

d. Capacitar a los empleados sobre seguridad:

Se debe proporcionar entrenamiento, tanto a los empleados que inician en la empresa como a los que llevan ya un tiempo, de forma regular, preferiblemente cada año; esto es importante porque cuando el personal se concientiza de los peligros que se pueden encontrar en la web, va a estar más preparado para defenderse de un ciberataque.

e. Generar copias de seguridad:

A causa de los ataques cibernéticos o por un problema informático, mucha información importante de la empresa, como datos de clientes, trabajos en proceso, información legal, etc., pueden borrarse o dañarse; una solución para evitar esto, y trabajar de forma segura, es realizar copias de seguridad de forma periódica para que la información crucial se preserve.

f. Estar al tanto de las actualizaciones de los software empresariales:

Si se quiere que la información de la empresa esté segura, se deben ejecutar las actualizaciones siempre que el sistema lo requiera; aunque estas actualizaciones sean constantes valdrá la pena realizarlas, pues de no hacerlas el sistema no podrá defenderse de las posibles amenazas a la seguridad que puedan surgir.

g. Instalar un cortafuegos (firewall) y un antivirus en todos los equipos de la empresa:

El firewall va a prevenir y proteger a nuestra red privada de intrusiones o ataques de otras redes, bloqueando el acceso, y el antivirus, detecta la presencia de un virus informático en una computadora y lo elimina; cabe aclarar que, aunque estas herramientas son bastante útiles y eficaces, no son suficientes para proteger a la empresa, se deben tener en cuenta también las sugerencias mencionadas anteriormente.

3.3 PROPUESTA AL EQUIPO HUMANO DE LAS MIPYMES COLOMBIANAS PARA EVITAR LOS CIBERATAQUES

a. Verificar que los dispositivos que se usen cuenten con un software antivirus, ya que ellos realizan actualizaciones automáticas que permiten la detección regular de nuevos virus y amenazas, además analizan los correos electrónicos, evitando que contengan enlaces o archivos maliciosos.

b. Solicitar a la empresa que los equipos tecnológicos que se proporcionen, cuenten con herramientas de ciberseguridad como firewall perimetral de red, servidor proxy, cifrado de punto final y escáner de vulnerabilidades, las cuales tienen el potencial de detectar posibles amenazas, bloquear accesos no autorizados y, finalmente, gestionar los puntos débiles del sistema.

c. Si se va a trabajar desde casa, es importante que los equipos cuenten con un software de monitoreo a distancia.

d. Generar conciencia es un aporte fundamental para el crecimiento de la empresa, pues en gran medida, los ciberataques se dan por no tener un conocimiento claro de los tipos de ataques que existen; los gerentes deben afianzar ese conocimiento en sus

empleados por medio de campañas de sensibilización, las cuales busquen que se comprendan los riesgos que se pueden hallar en la web y a los que se pueden enfrentar, y se sepa qué acciones deben tomarse para abordarlos de la mejor forma y también mejorar la protección de la información valiosa de la empresa. Debe existir una prioridad en la realización de estas capacitaciones, y debe haber una evaluación y una supervisión constante para evidenciar que los empleados están capacitados adecuadamente para cumplir sus responsabilidades de una forma segura. [18].

e. Aprender a identificar mensajes de phishing, y si se accede a ellos, evitar el suministro de información confidencial tanto de ellos como de la empresa, especialmente información relacionada con contraseñas, con información bancaria o financiera. Esto aplica especialmente en el relleno de formularios solicitados en correos electrónicos, páginas web e incluso en servicios de mensajería instantánea.

f. Si existe sospecha del mensaje, no se debe dar clic en la información que incluya para entrar al enlace. Primero se debe asegurar si la dirección es en realidad la que pretende ser o es sólo parecida al poner el ratón en el enlace.

g. Se sugiere analizar periódicamente el estado de cuentas bancarias, en el caso de tenerlas en algún banco en internet. Para ingresar a los sitios de internet de bancos o similares, se aconseja digitar el nombre del sitio, evitando ingresar a partir del clic en algún enlace obtenido por otro medio. Es necesario verificar que el localizador de recursos uniforme (URL) comienza por el protocolo seguro de transferencia de hipertexto (HTTPS) (con la S al final) y el navegador evidencie un símbolo de un candado, lo cual revela que es una página web segura. [19]

04 CONCLUSIONES

Se debe considerar que cualquier empresa micro, mediana o pequeña, puede ser víctima de un ciberataque, pues en todas se manipula y se almacena información, y de igual forma, al ser las que menos sistemas de seguridad poseen son las más apetecibles por los atacantes.

“El conocimiento nos hace responsables” - Ernesto ‘Che’ Guevara. Si estamos al tanto de los principales ciberataques que se pueden presentar vamos a ser conscientes de las obligaciones que las mipymes deben cumplir y actuar conforme a ellas, pues gene-

ralmente los ciberataques se dan por no tener un conocimiento claro de los tipos que existen. Las principales modalidades se dan al recibir correos electrónicos haciéndose pasar por fuentes confiables, virus que atacan al software empresarial y anuncios falsos en redes sociales que al ser tan virales llegan a ser creíbles.

Las medidas de protección son elementales en una empresa, pues al aplicarlas, la seguridad de la información aumentará, se pueden generar varias contraseñas para acceder a la información, realizar copias de seguridad de forma periódica, ejecutar las actualizaciones siempre que el sistema lo requiera e instalar un cortafuego (firewall) y un antivirus en todos los equipos de la empresa, también es importante capacitar a los trabajadores, pues cuando el personal se concientiza de los peligros que se pueden encontrar en la web va a estar más preparado para defenderse y actuar de la mejor forma.

05 AGRADECIMIENTOS

Extendemos un agradecimiento al semillero de investigación SIPI del SENA Centro de servicios y gestión empresarial.

06 REFERENCIAS

- [1] Henríquez, P. 2020. COVID-19: ¿Una oportunidad para la transformación digital de las pymes? Puntos sobre la i. <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/covid-19-oportunidad-transformacion-digital-pymes/>
- [2] Portafolio, 2020. Delitos informáticos, la otra pandemia en tiempos del coronavirus. Colombia. <https://www.portafolio.co/economia/delitos-informaticos-la-otra-pandemia-en-tiempos-del-coronavirus-544642>
- [3] Rueda Quintero, J.A. 2020. Estudio monográfico: impacto de la técnica de ataque de phishing en Colombia durante los últimos cinco años. UNAD, Bogotá, Colombia. Página 19 <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38721/jaruedaq.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [4] Policía nacional, 2020, Tendencias cibercrimen en Colombia 2019-2020. Página 34-40.
https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/tendencias_cibercrimen_colombia_2019_-_2020_o.pdf
- [5] BID; MINTIC Y OEA, 2017. Impacto de los Incidentes de Seguridad Digital en Colombia.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Impacto-de-los-incidentes-de-seguridad-digital-en-Colombia-2017.pdf>
- [6] OIT Países andinos. 2020. Impacto de la COVID-19 en las Mipymes colombianas. Organización Internacional del Trabajo, Primera edición, Colombia.
https://www.acopi.org.co/wp-content/uploads/2020/12/impacto_covid_web-1.pdf
- [7] Usma, A, 2020, Análisis de ciberataques en Colombia durante la cuarentena
<https://www.multisoft.com.co/analisis/>
- [8] Monsalve Mendez, J. Y. 2018. ciberseguridad: principales amenazas en Colombia (ingeniería social, phishing y dos). Bogotá, Colombia. Página: 3-5.
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4663/00004883.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE). 2020. Guía de ciberataques - Todo lo que debes saber a nivel usuario. España. Página 30.
<https://www.osi.es/sites/default/files/docs/guia-ciberataques/osi-guia-ciberataques.pdf>
- [10] Colprensa y El País, 2021. Alerta por aumento de ciberataques en Colombia: van más de mil millones en 2021. Colombia.
<https://www.elpais.com.co/judicial/alerta-por-aumento-de-ciberataques-en-colombia-van-mas-de-mil-millones-en-2021.html>
- [11] López L.H, 2020, Investigar y documentar ataques informáticos más comunes presentados a herramientas de trabajo colaborativo en el contexto organizacional colombiano. UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40363?locale-attribute=fr>
- [12] Espinel, S. 2020. Recomendaciones de seguridad para prevención de ciberataques que vulneren la información de los niños, niñas, adolescentes y jóvenes del instituto colombiano para la juventud. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25742/1/Trabajo%20de%20Grado%20Sebastian%20Espinel%20Carranza.pdf>
- [13] Trump, E, 2 de noviembre del 2017. Noticias falsas. Página:5-7.
<https://www.palermo.edu/cele/pdf/FakeNews.pdf>
- [14] González. E. 2018. “Las fake news”, la nueva maldición de las empresas.
https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/10/29/companias/1540825299_353052.html
- [15] Sicex. 2020. Fake news: enemigo invisible de las empresas en tiempos de crisis. Colombia.
<https://sicex.com/blog/fake-news-enemigo-invisible-de-las-empresas-en-tiempos-de-crisis/>
- [16] Estudio de comunicación - Servimedia. 2018. Influencia de las noticias falsas en la opinión pública.
https://www.servimedia.es/sites/default/files/documentos/informe_sobre_fake_news.pdf
- [17] Marín, R, 2020. Cómo prevenir un ciberataque en su negocio y no ser hackeado en el intento. Revista digital Inesem.
<https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/como-prevenir-un-ciberataque/>
- [18] Vargas Salcedo, J.C. 2018. Campañas de concientización en seguridad de la información dirigidas a usuarios finales como método de ayuda para la mitigación del riesgo sobre los datos de la empresa. Fundación Universidad Piloto de Colombia. Página 1-12.
<http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00004663.pdf>
- [19] Universidad de Jaén, 2018. Guías de seguridad UJA, Phishing. España. https://www.ujaen.es/servicios/sinformatica/sites/servicio_sinformatica/files/uploads/guias-practicas/Guias%20de%20seguridad%20UJA%20-%202020%20Phishing.pdf

