



INNMODA LAB

VOLUMEN 8

2024

ISSN 2539-2379

REVISTA DEL CENTRO DE MANUFACTURA TEXTIL Y CUERO CMTC - SENA DISTRITO CAPITAL Y DEL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN - SENNOVA



**Centro de Manufactura
en Textil y Cuero**
Regional Distrito Capital

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



**Centro de Manufactura
en Textil y Cuero**
Regional Distrito Capital

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

Dirección General
Dirección de Formación Profesional
Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

Jorge Eduardo Londoño Ulloa
Director General

Claudia Patricia Forero Londoño
Directora de Formación Profesional

Gerardo Arturo Medina Rosas
Director (e) Regional Distrito Capital

Claudia Janeth Gómez Larrota
Subdirectora Centro de Manufactura en Textil y Cuero

PRODUCCIÓN EDITORIAL REVISTA INNMODALAB

Ana María Muñoz González
Dinamizador SENNOVA Centro de Manufactura en Textil y Cuero

Juan Carlos Illera Bedoya
Diseño gráfico y Gestión editorial

Marjory Villabona
Corrección de estilo y Gestión Biblioteca Complejo Sur

VISITA LA
REVISTA EN



Licencia Creative Commons
CC BY-NC-ND 4.0 Deed
Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0 International
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Este tipo de política suscita el reconocimiento al derecho de autoría de carácter no comercial y que deben compartir la información tal y como está publicado en la página web.



Imagen generada con **COPILLOT Tecnología**
Dall-e-3



VOLUMEN 8 ISSN 2539-2379

Centro de Manufactura en Textil y Cuero
SENA - Regional Distrito Capital

Carrera 30 No. 17 - 91 Sur
Bogotá - Colombia
PBX: 6015960050

<https://textilycuero.blogspot.com/>
revistainnmoda@gmail.com

Periodicidad anual

Enero - Diciembre de 2024

Correo: revistainnmoda@gmail.com

Impreso en: Cenigraf

OJS:

<https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab>



@SENAComunica

www.sena.edu.co

4	Editorial Nota editorial Innmoda Lab N°8 Juan Carlos Illera Bedoya
9	Artículos Evidencia industrial en el desarrollo de aglomerados a partir de residuos agroindustriales Industrial evidence in the Development of Agglomerates from Agroindustrial Waste Edith Johanna Díaz Cañas
23	Desarrollo de material compuesto sostenible empleando ácido poliláctico reforzado con borra de café para manufactura aditiva Development of Sustainable Composite Material Using Polylactic Acid Reinforced with Spent Coffee Grounds for Additive Manufacturing Ivonne Andrea Lozano • Nury Lysseth Carreno • Freddy Alexander Arévalo • Hivo Alfonso Patarroyo • María Isabel Arévalo
36	ECOBRIEF. Una propuesta metodológica en donde converge estética, funcionalidad y sostenibilidad ECOBRIEF. A methodological proposal where aesthetics, functionality and sustainability converge Brian Daniel Uyazan Oviedo
65	Modelo de articulación interinstitucional enfocado hacia la coincidencia de los perfiles profesionales esperados por el sector empresarial Inter-Institutional Articulation Model Focused on Aligning Professional Profiles Expected by the Business Sector Edith Johanna Díaz Cañas • Juan David Niño Lizcano • Carlos Arturo Tapia Lasso • Blanca Aurora Cañas Medina Doris • Amparo Babativa Novoa
84	Estudio de caso Implementación de la metodología eye-tracking para la evaluación y análisis de productos en entornos minoristas Implementation of the Eye-tracking Methodology for the Evaluation and Analysis of Products in Retail Environments Brian Mauricio Márquez • Edwin Manuel Reyes Barreto • Andrés Felipe Marroquín Pava
97	Divulgación científica como potencializador del naturalismo científico e inteligencias múltiples en el proceso de formación Scientific Dissemination as a Catalyst for Scientific Naturalism and Multiple Intelligences in The Training Process Diana Catalina Vanegas Andrade • Angélica Margoth Quiroga Barreto
111	El arte de trabajar el cuero: tradición y tecnología al servicio de la marroquinería The art of working leather: tradition and technology at the service of leather goods Sandra Sirley Velásquez Villar
130	Are Smart Textiles the Future of Innovation in Technology and Design? ¿Son los textiles inteligentes el futuro de la innovación en tecnología y diseño? Ana M. Muñoz González
145	Implementación estrategia WorldSkills en la formación SENA Distrito Capital Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC Implementation of WorldSkills strategy in SENA Capital District CMTC training Miguel Ángel Pardo Gutiérrez • Samuel Hernando Molina Acevedo • Nilson Alexander Gómez Castañeda
160	Separata CRÓNICA PEDAGÓGICA. Snap; Una herramienta pedagógica para enseñar sobre nanotecnología en el Sistema Moda María del Pilar Bonilla Moreno
167	STYLE, LIFE + ROBOTS. CREATEX 2024 y el futuro del sistema moda Innmoda Lab



 PROMPT

"Imagina una ilustración hiperrealista de un tornado de desechos textiles y ropa usada sobre un desierto; estilo fotografía hiperrealista; colores azul oscuro, verde oscuro, ocre, marrón, amarillo, grises, rojo.".
Generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

NOTA EDITORIAL INNMODA LAB VOL. 8

En 1995 Michael Jackson lanzaba el sencillo *Earth Song*, el cual hacía parte de su noveno álbum “*HIStory: Past, Present and Future, Book I*”, en donde el artista hacía manifiesta la angustia de muchos sectores de la sociedad respecto al deterioro de los ecosistemas resultado de un sistema productivo que favorecía la rentabilidad de las industrias sobre el impacto ambiental. En su lírica reclama a la humanidad en su conjunto, y en especial a las grandes corporaciones, el sufrimiento que están causando a poblaciones vulnerables y a los ecosistemas, en una melodía que combina tanto la demanda como la frustración:

*What about sunrise?
What about rain?
What about all the things
That you said we were to gain?*

*What about killing fields?
Is there a time?
What about all the things
That you said was yours and mine?*

*Did you ever stop to notice
All the blood we've shed before?
Did you ever stop to notice
This crying Earth, these weeping shores? (Jackson, 1995).*

La canción se convertiría en un hito de la cultura pop de los años 90s, así como una manifestación típica de este periodo histórico, donde la caída de la cortina de hierro y el fin de la paranoia nuclear daban paso a discusiones más allá de la guerra, en este caso, el grave problema del calentamiento global y todos los fenómenos asociados al deterioro ambiental. Tanto activistas políticos como

comunidades científicas expertas protagonizaron un rol importante en la divulgación de esta problemática, resaltando la necesidad de adelantar acciones urgentes que procurasen formas de producción las cuales fueran amigables con el medio ambiente.

20 años después de su lanzamiento, *Earth Song* sigue planteando importantes interrogantes respecto a las formas en las cuales producimos y consumimos, cuestión que va más allá de la ética y responsabilidad social y empieza a comprometer la supervivencia del ser humano como especie.

*What have we done to the world?
Look what we've done
What about all the peace
That you pledge your only son?*

*What about flowering fields?
Is there a time?
What about all the dreams
That you said was yours and mine?*

*Did you ever stop to notice
All the children dead from war?
Did you ever stop to notice
This crying Earth, these weeping shores? (Jackson, 1995).*

Ya entrados en la segunda década del siglo XXI, vemos como el problema de la sostenibilidad ha alcanzado mayores niveles de complejidad, y el deterioro de los ecosistemas sigue siendo un problema vigente. Sin embargo, el trabajo de científicos y divulgadores ha sido crucial para lograr el crecimiento de una consciencia ambiental entre la población en general, y los consumidores se muestran cada vez más comprometidos

con el cuidado del medio ambiente, ejerciendo un consumo responsable.

El sistema moda se encuentra “en el ojo del huracán” en de esta discusión, pues se considera como la segunda industria mas contaminante del planeta, después de la petroquímica, y los efectos del impacto ambiental de la misma ya son bien conocidos. Es por ello, que tanto desde la academia, así como de sectores sociales y gubernamentales se han venido adelantando esfuerzos en pro de desarrollar estrategias de producción que favorezcan estrategias de moda circular y economía sostenible.

Innmoda Lab, publicación académica del Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC, adscrito al Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Distrito Capital, se ha venido consolidando como el espacio idóneo para la disertación de los temas de vanguardia que afectan al sistema moda, desde las perspectivas científicas, profesionales, técnicas, tecnológicas y artísticas; y, por supuesto, el tema de la sostenibilidad ambiental no le es ajeno. Es por eso que la edición N° 8 de 2024 ha hecho especial énfasis en presentar a sus lectores artículos que exploran y explican los conceptos de sostenibilidad en la moda, así como sus diversas aplicaciones abordadas desde distintas disciplinas.

En “*Evidencia industrial en el desarrollo de aglomerados a partir de residuos agroindustriales*”, de la profesora Edith Diaz se presenta una amplia revisión bibliográfica donde se muestra un panorama para el uso de residuos agroindustriales, en especial de la *Physalis peruviana* “Uchuva”, para la producción de fibras textiles; dentro del mismo tema, pero abordándolo desde una perspectiva experimental, los autores Ivonne Andrea Lozano, Nury Lysseth Carreno, Freddy

Alexander Arévalo, Hivo Alfonso Patarroyo y María Isabel Arévalo, exploran la realización un material compuesto sostenible empleando Ácido poliláctico reforzado con Borra de Café para manufactura aditiva, el cual puede ser potencialmente usado como insumo para la impresión 3D, tecnología la cual ha tomado protagonismo en la realización de piezas de moda, tanto en el consumo masivo, como en la elaboración de prototipos.

También presentamos el artículo “*ECOBRIEF. Una propuesta metodológica en donde converge estética, funcionalidad y sostenibilidad*”, donde el investigador experto Brian Daniel Uyazan Oviedo (adscrito al grupo de investigación Innmoda, del CMTC) presenta una propuesta metodológica para el desarrollo de una colección de calzado sostenible, en donde evalúa distintas variables de diseño que contempla aspectos de la moda circular y economía sostenible las cuales complementan el tradicional *brief*, brindando herramientas para evaluación de materiales y toma de decisiones que procuren piezas de diseño con alto ingrediente de innovación. Abordándolo desde la tradicional artesanal, la instructora Sandra Sirley Velásquez Villar presenta el estudio de caso “*El arte de trabajar el cuero: tradición y tecnología al servicio de la marroquinería*”, en donde se explora desde un punto de vista creativo y pedagógico, la labor del artesano en cuero, en especial, las técnicas de acabado en cuero, y su rol dentro del discurso de la moda sostenible, donde se proyectan piezas de alta durabilidad y alto simbolismo las cuales le hagan contrapeso el enfoque masificado y efímero del *Fast Fashion*.

Continuando con la intención pedagógica de nuestra publicación, presentamos artículos que abordan temas de formación perti-

nentes para la enseñanza técnica y tecnológica:

- En “*Divulgación científica como potencializador del naturalismo científico e inteligencias múltiples en el proceso de formación*”, las autoras Diana Catalina Vanegas Andrade y Angélica Margoth Quiroga Barreto, presentan un estudio de caso donde analizan la eficacia de la divulgación académica como estrategia educativa, enfocada en fortalecer la comprensión de conceptos científicos y fomentar el desarrollo de inteligencias múltiples en el ambiente de aprendizaje.
- “*Modelo de articulación interinstitucional enfocado hacia la coincidencia de los perfiles profesionales esperados por el sector empresarial*”, los autores Edith Johanna Díaz Cañas, Juan David Niño Lizcano, Blanca Aurora Cañas Medina y Doris Amparo Babativa Novoa, se propone un modelo de articulación interinstitucional con énfasis en innovación que promueva la coincidencia entre los perfiles de los egresados universitarios de carreras administrativas y las expectativas profesionales del sector empresarial.
- El estudio de caso “*Implementación estrategia WorldSkills en la formación SENA Distrito Capital Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC*” se describen los resultados alcanzados al realizar la metodología *WorldSkills* a un grupo de aprendices del Tecnólogo en Supervisión de Procesos de confección del SENA Distrito Capital, Centro de Manufactura Textil y el Cuero -CMTC, para finalmente determinar como esta estrategia aporta al conocimiento y a la obtención de habilidades de los aprendices en competencias claves en el perfil de salida del tecnólogo y como las mismas fortalecen el proceso de formación.
- En “*Implementación de la metodología eye-tracking para la evaluación y análisis de productos en entornos minoristas*”, los autores Brian Mauricio Márquez, Edwin Manuel Reyes Barreto y Andrés Felipe Marroquín Pava, presentan la implementación este enfoque para evaluar el análisis de productos de la categoría aseo hogar en el comercio minorista MERCAVA, ubicada en Pradera, Valle del Cauca (Colombia), empresa interesada en mejorar sus procesos de asignación de productos en la góndola y rentabilizarla, finalizando en una reflexión pedagógica que sea útil a los programas de formación en *marketing*.
- El estudio de caso “*Are Smart Textiles the Future of Innovation in Technology and Design?*”, de Ana María Muñoz González, realiza una amplia revisión bibliográfica donde analiza el impacto transformador de los textiles inteligentes, materiales innovadores que combinan tecnología y diseño; se destacan las innovaciones de empresas líderes y subraya la necesidad de colaboración interdisciplinaria para aprovechar el potencial de los textiles inteligentes en la transformación de industrias, la mejora de experiencias de usuario y la promoción de un futuro sostenible.
- Nuestro numero cierra con dos artículos de separata; en el primero, escrito por la instructora María del Pilar Bonilla Moreno, nos relata a través de su crónica “*Snap; Una herramienta pedagógica para enseñar sobre nanotecnología en el Sistema Moda*”, la experiencia interdisciplinar que se tuvo al realizar la herramienta “*Introducción a la Nanotecnología, en el sistema moda*”, donde se tuvo la

participación tanto de investigadores, como programadores y diseñadores gráficos en pro de la creación de una plataforma útil para la enseñanza de conceptos científicos así como su utilidad para la enseñanza de la programación. Finalmente, la crónica “*Style, Live + ROBOTS. CREATEX 2024 y el futuro del sistema moda*” relata la participación del Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC- en el VI Salón de la Industria Textil para la Confección 2024 CREATEX, en donde se destacan los temas principales tratados por los conferencistas en la agenda académica: el impacto de la inteligencia artificial para la industria de la moda y el desarrollo

de modos de producción sostenibles que aboguen por una economía circular y la sostenibilidad del sistema moda.

Agradecemos el esfuerzo de los autores en la realización de sus manuscritos que aportan a las discusiones académicas y profesionales de la moda en los contextos de vanguardia actuales. Desde la revista *Innmoda Lab* esperamos seguir aportando al avance de los campos de estudio que inciden sobre el sistema moda, en temas coyunturales que afectan tanto a este contexto como a otras esferas sociales y productivas. Finalmente, agradecemos a nuestra comunidad de lectores e investigadores que siguen nuestras ediciones año tras año.

Juan Carlos Illera Bedoya
Auxiliar Editorial revista Innmoda Lab

Referencias

Jackson, M. (1995). *Earth Song* (videoclip). <https://www.youtube.com/watch?v=XAi3VTSdTxDU>



Este trabajo está bajo la licencia **Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional**

¿Cómo citar este artículo?

Illera Bedoya, J. C. (2024). NOTA EDITORIAL. INNMODA LABVOL. 8. *Innmoda Lab*, (8). <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/6980>



PROMPT

"Imagina una ilustración hiperrealista de un cultivo de Physalis peruviiana convirtiéndose en fibras de hilos que confeccionan prendas de vestir, un fondo natural de cielo azul. Colores: naranja, verde, azul y blanco".
Generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

Evidencia industrial en el desarrollo de aglomerados a partir de residuos agroindustriales

Industrial evidence in the Development of Agglomerates from Agroindustrial Waste

Edith Johanna Díaz Cañas

Grupo de investigación Innmoda, Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC, SENA Distrito Capital, Bogotá, Colombia.

Ingeniera Química, Universidad Industrial de Santander; Especialización Tecnológica en Gestión de Laboratorios de Calibración y Ensayo, Norma 17025, SENA. Maestría en Innovación, Fundación Universitaria del Área Andina.

✉ edithdiazc11@gmail.com

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-4381-8211>

Financiación

Pendiente financiación.

Conflicto de interés

La autora declara no tener ningún conflicto de intereses en la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo?

Díaz , E. (2024). Evidencia industrial en el desarrollo de aglomerados a partir de residuos agroindustriales. *Innmoda Lab*, (8), 9-22. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/6992>

RESUMEN

El Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Regional Distrito Capital, a través del Sistema de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), ha intensificado sus esfuerzos en el estudio de materiales que mitiguen el efecto ambiental que genera la industria textil a través de sus procesos de producción. La transformación de residuos en nuevos materiales se ha convertido en uno de los ejes centrales de investigación para la industria de la moda y confección. Desde este punto de vista, los residuos agrícolas generan un gran interés en el desarrollo de nuevos materiales, debido a las características de reúso y biodegradabilidad que presentan; en el caso de los capachos de uchuva llama la atención aspectos como, por ejemplo: protección de la fruta, grado de repelencia al agua, grado de impermeabilidad, capacidad de repelencia a insectos, entre otros. El propósito de este proyecto es presentar algunas evidencias bibliográficas en el campo del desarrollo de nuevos materiales a partir de residuos de la agroindustria, con el fin de dar a conocer el potencial que tiene los capachos de uchuva como materia prima en la generación de productos de valor industrial.

Palabras clave: aglomerado, aglomeración, capachos, fibras textiles.

ABSTRACT

The Textile and Leather Manufacturing Centre, Capital District Regional, through the Research, Technological Development and Innovation System (SENNOVA), has intensified its efforts in the study of materials that mitigate the environmental impact generated by the textile industry's production processes. The transformation of waste into new materials has become one of the central research axes for the fashion and clothing industry. From this point of view, agricultural residues are of great interest for the development of new materials, due to their characteristics of reusability and biodegradability; in the case of uchuva mats, aspects such as: protection of the fruit, degree of water repellency, degree of impermeability, ability to repel insects, among others, attract attention. The purpose of this project is to present some evidence in the field of the development of new materials from agribusiness waste, to publicize the potential of cape gooseberry mats as raw material in the generation of industrial valuable products.

Keywords: Agglomerate, agglomeration, cape gooseberry baskets, textile fibers.

1. Introducción

La sustentabilidad es una expresión que ha tomado fuerza en la última década, no obstante, entre los años 2019 y 2020 su significado ha resultado de gran relevancia para la industria, debido a que, en el marco de la pandemia, se ha reforzado una nueva ola de conciencia social y uso de los recursos disponibles.

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987), establecida por las Naciones Unidas en 1983, menciona sobre el concepto de desarrollo sustentable aquel “que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. En estos términos se puede deducir que, el sustento de las futuras generaciones depende de las acciones que hagamos hoy, encaminadas a garantizar el actual. Lo anterior, justifica la razón por la cual, las estadísticas de consumo de estos dos últimos años concluyen que hasta un 57%, de una población analizada, está dispuesta a cambiar sus hábitos de consumo para ayudar a reducir impactos negativos; y hasta un 70% están dispuestos a pagar un 35% más por un producto, si este tiene algún aspecto relevante que favorezca al medio ambiente (IMB Institute for Business Value, 2020). Así las cosas, es imprescindible avanzar en los estudios de materiales que, dentro de sus principios de desarrollo, abarquen la sustentabilidad.

Por otro lado, la normatividad nacional e internacional tienen grandes referentes que presionan a las empresas para hacer buen uso de los recursos; Normativas como la ley 1977 del 2019, la norma ISO 14000/14000-1:2015 y la norma ISO 26000:2010, mencionan la sustentabilidad como responsabilidad de las industrias dentro de la economía circular.

Por lo tanto, la necesidad de cambio, en el sector productivo, no solo es un oferente en términos humanísticos, ambientales y económicos, sino que también, se convierte en un asunto legal.

Dos de los sectores productivos que presenta mayor reto en estos desafíos ambientales, de cierre de ciclos de materiales, agua y energía, son el sector textil-cuero y el sector agroindustrial. El sector textil-cuero, siendo la segunda industria más contaminante del mundo (Después de la industria de hidrocarburos), con más de sesenta y dos millones toneladas de residuos al año (Jiménez, 2017). También, es la principal fuente emisora de colorantes industriales, generando el 20% de las aguas residuales. Zaharia y Suteu (2012). Por otro lado, el sector agrícola tiene un gran reto respecto al manejo de los residuos producidos por sus cultivos. Se estima, que en solo una finca de 46 hectáreas, con cultivos de uchuva, se produce alrededor de 245 toneladas anuales de residuos (Páez Cortés, 2017). Los residuos, por lo general, son puestos a disposición final por medio de empresas de gestión ambiental, este procedimiento genera un costo adicional en la producción de la uchuva y, por lo tanto, al consumidor.

El sector textil y cuero también constituye uno de los soportes económicos más importantes de las familias en nuestro país, representa el 9,4% del PIB empresarial generando cerca de 600.000 empleos; además, solo en 2021, Colombia contaba con más de 35.000 empresas dedicadas a las confecciones, más de 200 a hilados y más de 7.000 a la producción de textiles (Trade , 2023). Por su parte, el sector agrícola constituye nuestro sustento alimenticio. Con todo lo anterior, es urgente apoyar a los sectores textil-cuero y agroindustrial, con soluciones ante sus problemas de sustentabilidad.

Así las cosas, el estudio de las propiedades de biodegradación, resistencias, impermeabilidad, adsorción, etc. De los residuos industriales, su aprovechamiento y transformación en materiales útiles, es un gran desafío tecnológico, el Centro de Manufactura en Textil y Cuero propone un engranaje con el sector agroindustrial, investigando productos innovadores, de acuerdo con la economía circular, partiendo del uso de residuos como materia prima para la producción de materiales sustentables.

2. Tesis y argumentos

2.1. Antecedentes

El impulso del sector agroindustrial, hacia la exportación de productos, ha generado que el incremento de residuos sea un factor de gran preocupación para los empresarios del sector, debido a los costos que implica la disposición final de estos (Yepes y Orozco, 2018). En el caso de la uchuva, no es excluyente la situación, por este motivo se ha realizado diferentes propuestas de manejo de residuos a través de programas de compostaje, recirculación, incineración etc. Sin embargo, estas alternativas generan un alto costo económico para las empresas y esto conlleva a un aumento de precio para el consumidor final. (Peñaranda, Montenegro, Gómez y Giraldo Abad, 2017). Por otro lado, están las alternativas del uso residuos agroindustriales y su transformación en productos de valor, un caso particular es el glicerol, como residuo de la producción de biodiésel a partir aceite de palma. El glicerol como fuente de carbono, alcanza su transformación hasta la producción de 1,3-propanodiol (1,3-PD). El 1,3-propanodiol es de gran interés a nivel industrial, gracias a sus potenciales propiedades a escala comercial. Leja Czaczyk, y Myszk (2011); Chen Liu (2011), particularmente para producir monómeros de plásti-

cos con propiedades especiales, como lo es el co-polímero (politri-metilentereftalato) (PTT) y el (etileno tereftaleno) (PET), además es usado como intermedio químico en la síntesis de compuestos para las industrias textiles, farmacéuticas y de alimentos. Domínguez Ferreira (2013).

Así mismo, muchas fibras, residuos de procesos agroindustriales, son utilizadas para la fabricación de productos textiles, algunos ejemplos son la fibra de coco, de piña, vástago de caña de azúcar, cáscara de banano, capachos de maíz, entre otros. Estas fibras vegetales tienen propiedades mecánicas como resistencia a la abrasión, la tracción,



capacidad de resiliencia, recuperación elástica, resistencia a la luz solar, elongación y se pueden procesar fácilmente para la elaboración de productos textiles orgánicos (Palacios, Mosquer y Zhapan, 2019).

2.2. Efecto ambiental de los desechos agroindustriales en Colombia

De acuerdo con el Plan de Acción para la Gestión Sostenible de Biomasa Residual, publicada en marzo del 2022 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022), Colombia tuvo en el 2014 una oferta de producción de alimentos de 28'000.000 ton, de las cuales se desperdició el 34% de la oferta nacional. Los desechos agroindustriales contienen pesticidas y fertilizantes que se convierten en flujos de masa residual afectando la potabilidad de las fuentes hídricas al aumentar el Carbón Orgánico Total (COT) y la demanda Química de oxígeno (DQO); por su parte, el aire se ve afectado por el aumento del CO₂ cuando la biomasa residual es quemada (Ramírez Hernández, 2015).

Adicionalmente, el uso inadecuado de los recursos naturales en las actividades agropecuarias se manifiesta en la inestabilidad de ciclos climáticos, erosión de suelos, sedimentación de cuerpos de agua, aprovechamiento y protección de la biodiversidad de los ecosistemas del país, etc. (Corporación Andina de Fomento, 2010). Por lo tanto, el aprovechamiento de los residuos agroindustriales representan una vía hacia la sustentabilidad del país, así como una oportunidad en la generación de nuevos productos de valor comercial (Vega Daza, 2024).

En el marco del aprovechamiento de cachos de uchuva, diferentes documentos sostienen que, los procedimientos de transformación de alimentos son en general los que menor utilización intensiva de energía y menor liberación de CO₂ presentan; y en particular el cacho de uchuva fue estudiado, junto con otros tres residuos (cáscara de arvejas y tusa de maíz), en una investigación, sobre sustratos, desarrollada en la sabana de Bogotá; el análisis arrojó que, el cacho de



uchuva es el mejor sustrato, adecuado y eficiente, representando un 76.1 % de eficacia orgánica y un rendimiento superior al control; con una rentabilidad de 39.03 Kg/m² y excelentes características organolépticas (Páez Cortés, 2017) (López, et al. 2006).

2.3. Desarrollo de materiales compostables

El compostaje consiste en una reducción microbiana cuyo producto es un humus, mediante un proceso llamado humificación que normalmente ocurre dentro del suelo. En general, las características químicas y físicas del compost varían de acuerdo con el material utilizado para obtenerlo, las condiciones de operación y su grado de descomposición. Algunas de las propiedades que distinguen al compost de otros materiales orgánicos son: color que va del café medio al café muy oscuro, baja relación carbono/nitrógeno, cambio continuo en sus propiedades físicas debido a la actividad microbiana y alta capacidad de absorción de agua. (Kreith y Tchobanoglous, 2002).

El desarrollo de nuevos materiales compostables están siendo estudiados ampliamente debido, a que, la aplicación de biosólidos directamente al suelo puede tener impactos adversos sobre la calidad del suelo y el crecimiento de las plantas. Con la descomposición de biosólidos y su humificación, el pozo de compost minimiza los impactos adversos. (Rattan Lal, 2004)

Esto obedeciendo a la Propuesta de Resolución del Parlamento Europeo, que en su documento *Sobre una Estrategia Europea para el Plástico en una Economía Circular* (2018)

Hace hincapié en que los plásticos biodegradables y compostables pueden servir de apoyo en la transición a una economía circular, pero ni pueden considerarse una solución a

los desechos marinos ni deberían servir para justificar aplicaciones de un solo uso innecesarias; solicita, por tanto, a la Comisión que establezca criterios claros en cuanto a los productos y aplicaciones útiles compuestos de plásticos biodegradables, incluidos los envases y los usos agrícolas; pide una mayor inversión en I+D al respecto; subraya que los plásticos biodegradables y los no biodegradables deben tratarse de forma diferente atendiendo a la adecuada gestión de los residuos.

Lo anterior, evidentemente abarca los desarrollos que se incluyen en la industria textil-cuero.

2.4. Materiales aglomerados

Dentro de los avances en la producción de materiales compostables se encuentran los productos aglomerados, que son una composición compacta de partículas, unidas entre sí, por algún tipo de resina, pegamento y otra sustancia, posteriormente prensada a temperatura y presión controlada formando una lámina o tablero según su uso final.

En los últimos 10 años la industria de los aglomerados ha tenido, a nivel mundial, un crecimiento anual de 5,7%. Su aumento se debe a que, se pueden obtener resistencias mecánicas por unidad de peso que aventaja a todos los materiales convencionales, se pueden fabricar piezas únicas de grandes dimensiones y de formas irregulares y su fabricación tiene un menor consumo energético y menores emisiones de anhídrido carbónico. (Paredes, 2012).

Los residuos agroindustriales más estudiados y empleados, en el mundo, para hacer biomateriales compuestos son el bambú, el algodón, lino, cáñamo, yute, sisal, kenaf, henequén, abacá, piña, coco, ramina, cascarilla de arroz. Sin dejar atrás el uso del plátano, para la fabricación de materiales compostables. En Colombia se ha realizado estudios sobre aglomerados con fibras naturales con guasca de plátano sin resina, cascarilla de arroz, cisco

del grano del café, guadua morena, residuos de productos agrícolas, caña brava y celulosa de Agave. Con resultados potenciales, en cuanto a su comercialización. (Gaitán, Fonthal y Ariza, 2016).

Hasta la fecha no hay registros de materiales aglomerados, a partir de residuos agroindustriales, con enfoque textil.

2.5. Nuevos desarrollos textiles a partir de desechos

A través de los años se ha desarrollado diferentes metodologías encaminadas al uso de fibras vegetales para el desarrollo de textiles; no obstante, en la actualidad se busca que estas fibras sean producto de desechos de la agroindustria. Uno de los principales motivos es dar al consumidor final un valor agregado en cuanto al desarrollo de nuevos materiales y la mitigación de efectos ambientales. (Hendriksz, 2017)

Dentro de los desechos agroindustriales que más se ha estudiado, en Colombia, para el desarrollo de fibras textiles se encuentra, la extracción de fibras a partir de desechos de coco, piña, caña de azúcar, cáscara de banana y capacho de maíz. Zhapán, Michelle y Mosquera Jessica (2019). Adicionalmente, se ha realizado estudios en fibras de fique, yute, lino y algodón para determinar la composición de grupos funcionales y su potencial para ser empleadas como refuerzos en matrices poliméricas. (Suarez., et al. 2017).

Según Mendoza y Moreno (2019), se han realizado diferentes estudios en la Universidad Nacional Heredia, Costa Rica y la Universidad de Alicante, España, sobre la utilización de las fibras de piña como material de refuerzo en resinas de poliéster, partiendo del interés hacia el desarrollo de materiales compuestos, reforzados con fibras naturales. En este estudio se evaluó el grado de refor-

zamiento de las fibras de rastrojo de piña sin tratamiento, en una matriz de resina poliéster no saturado de uso comercial.

2.6. Patentabilidad y propiedad industrial. ambito nacional

En Colombia la propiedad industrial está regida por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), quien es la máxima autoridad en términos de asignaciones, otorgamientos y aspectos legales de propiedad



industrial, en cuanto a diseños industriales, marcas, patentes de invención, patentes de modelo de utilidad, etc. De acuerdo con lo anterior, todo registro de una creación se debe realizar mediante la SIC.

Dentro de los registros encontrados sobre la obtención de materiales aglomerados a partir de residuos agroindustriales, se encuentran: 33 casos relacionados a solicitudes de patentes por materiales aglomerados, de los cuales 4 fueron concedidos, uno es de dominio público, 4 están bajo estudio de fondo y 10 ha caducado. Son de especial interés las patentes bajo estudio de fondo, porque se refieren a materiales a partir de residuos agroindustriales de guadua, coco, borra de café y pasto elefante. (SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (SIC), 2020)

Dentro de los registros de nuevos materiales textiles, en Colombia. La SIC registra 89 casos asociados, de estos se encuentran: 6 casos bajo examen de fondo, 16 concedidos, 13 de dominio público y 16 caducados. De este grupo, 10 casos tienen que ver con fibras vegetales y residuos agroindustriales.

2.7. Uso de los residuos de uchuva

La uchuva (*Physalis peruviana*) es un fruto naranja y jugoso cubierto por un capacho (una cáscara parecida al papel), hasta la fecha son muy pocos los reportes realizados sobre esta fruta. De acuerdo con (Mokhtar, Swailam, & Embaby, 2018), Colombia es el primer productor de Uchuva, le sigue Sudáfrica, particularmente es muy consumido el jugo de uchuva en Egipto en donde se realizaron estudios del uso los residuos de esta fruta, en este estudio se pulverizaron los desechos y se extrajo el aceite contenido en el polvo previamente obtenido, posteriormente, se realizó el análisis del valor nutricional de estos aceites. El estudio de Mokhtar et al., 2018, se realizó

por el método de evaporización, no se reportó que se hubiesen basado en la metodología de otro autor. Sin embargo, (Ramadan & Moursel, 2009), ya habían publicado el potencial de las semillas y la cáscara de Uchuva para ser usada en la extracción de aceite comestible.

En el panorama colombiano, (Páez Cortés, 2017), realizaron estudios a los residuos de uchuva para la obtención de Biogás, aunque en este estudio no se reporta qué residuos de la fruta fue utilizado, sí se especifica la fermentación como método inicial para la obtención de Biogás con fines de uso doméstico. Actualmente, no se reportan estudios sobre el capacho de uchuva y su uso como materia prima para el desarrollo de nuevos productos.

3. Metodología

Este trabajo se basó en la metodología de búsqueda bibliográfica de (Hernández-Muñoz, y otros, 2022), que se emplea para artículos de revisión narrativa. Este artículo es de índole cualitativo, y fueron utilizadas fuentes de información documental como Scielo y Redalyc, se consultó Google Académico y los directorios Dialnet y Latindex.

La metodología se realizó en las siguientes fases:

FASE I: Se partió de las necesidades manifestadas por los sectores, textil-Cuero y agroindustrial, en reuniones y mesas de concertación promovidas por el Centro de Manufactura en Textil y Cuero (CMTC), la Asociación Nacional de Comercio Exterior (ANALDEX) y la Cámara de Comercio de Bogotá; en donde se expuso la falta de revisiones bibliográficas encaminadas a demostrar que el uso de residuos agroindustriales, para el desarrollo de nuevos materiales, es una tendencia latente de innovación tecnológica.

FASE II: Se inició la vigilancia tecnológica para la recopilación de datos de pertinencia investigativa. Se priorizó la revisión documental sobre: “Residuos de capacho de uchuva efecto ambiental y usos comerciales”. Para la búsqueda se emplearon los siguientes parámetros:

- Palabras Clave: agroindustria, efectos, desechos, productos.
- Subtemas: Efectos ambientales, procesos de reciclaje, procesos compostables.
- Palabras clave por subtema: Residuos, compostaje, desechos, usos comerciales.

FASE III: Se continuó con el proceso de vigilancia tecnológica. Las revisiones realizadas, se basaron en dos temas que fueron planteados en el plan de desarrollo de gestión del proyecto. Los temas fueron: “Fibras vegetales de uso textil” y “Características fitológicas del capacho de uchuva”. Para la búsqueda se tuvo en cuenta:

- Palabras Clave: fibras vegetales, composición del capacho de la chuva, uso textil, cuero vegetal, compostaje.
- Subtemas: extracción de fibras, fibras vegetales, capachos vegetales, usos de fibras en textiles.
- Palabras clave por subtema: fibras, fibras vegetales, capachos vegetales, usos de fibras en textiles.

FASE IV: Las revisiones realizadas se basaron en tres temas que fueron planteados de acuerdo con la pertinencia investigativa detectada en las dos fases anteriores. Los temas fueron: “Celulosa a partir de capachos vegetales” y “formación de hilos y/o láminas

a partir de piña” y “formación de hilos y/o láminas a partir algodón”. Para la búsqueda se tuvo en cuenta:

- Palabras Clave: aglomerados, celulosa, algodón, fibra de piña.
- Subtemas: obtención de fibras, hilos vegetales, celulosa vegetal, obtención de celulosa.
- Palabras clave por subtema: hilos, láminas, piña, algodón.

FASE V: En esta fase las revisiones se basaron en los derechos industriales que fueron planteados en el plan de desarrollo de gestión del proyecto. Los temas fueron: Patentes en aglomerados textiles a partir de residuos agroindustriales. Para la búsqueda se tuvo en cuenta:

- Palabras Clave: Patentes, propiedad industrial, patentes, aglomerados, Patentes textiles.
- Subtemas: aglomerados, aglomerantes, residuos agroindustriales, textiles no tejidos, textiles invenciones.
- Palabras clave por subtema: cascarillas, vegetales, materiales, aglutinantes, principios activos, materias primas, innovación.

3. Análisis y reflexiones

El desarrollo de productos aglomerados, a partir de residuos agroindustriales, ha tenido un vasto y evidente crecimiento en los últimos años. Motiva esta situación, una necesidad urgente de generar productos a bajo costo, con un valor agregado ante sus consumidores que no tengan efectos adversos en el medio ambiente. En pocas palabras, que sean sustentables, porque, este es un término



que ha tomado cada vez más fuerza debido a las implicaciones ambientales que generan las industrias (Vega Daza, 2024).

Dentro de las implicaciones ambientales encontradas en los sectores textil-cuero y agroindustrial, se evidencia, el deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas nacionales, una pérdida sustancial de las capacidades productivas de la tierra y un alto grado de contaminación en los efluentes hídricos. De acuerdo con las pesquisas bibliográficas se hace énfasis, en que, una de las principales causas, de estos efectos, es la ausencia de buenas prácticas manufactureras y productivas de esos dos sectores. No obstante, la causa principal es el destino final de los residuos que se producen, debido a que, el crecimiento de residuos es directamente proporcional al crecimiento de la demanda de los productos, tanto en la agroindustria, como en el sector textil-cuero (Althuri, Tiwari, Gowda, Moyong, & Venkata, 2020).

Así las cosas, es urgente aumentar los desarrollos y la innovación tecnológica encami-

nada a evitar los desechos, transformando la mayor parte de residuos en subproductos de valor industrial. Lo anterior es algo que se ha venido realizando desde muchas proyecciones productivas; sin embargo, en la mayoría de las situaciones estudiadas, los subproductos generan un mayor impacto al ser transformados para su comercialización, que cuando se desechan como residuos convencionales. Por lo tanto, la innovación tecnológica debe tener una mayor conciencia de los productos que se generen a partir de los residuos industriales, pues estos deben contribuir a favorecer la mitigación de efectos negativos y no a aumentarlos (Ramírez Hernández, 2015). Con todo lo anterior, cabe preguntarse si ¿Las empresas deberían estar obligadas a dar una descripción transparente de los productos que el consumidor va a adquirir, en cuanto, a su tiempo de descomposición y sus efectos en el medio ambiente? Teniendo en cuenta, que, según los recursos bibliográficos, es muy diferente un producto aglomerado biodegradable a uno compostable y estos términos no son ampliamente aclarados por las industrias productoras.

En términos generales los productos aglomerados resultan ser una buena estrategia para el uso de residuos con fines comerciales, siempre y cuando estos, a su vez, sean una contribución a la mitigación de efectos adversos en el medio ambiente y la economía del país. Hasta la fecha de escritura de este documento no se encontró referencias bibliográficas sobre el uso de capacho de uchuva para la producción de materiales textiles.

4. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo de materiales aglomerados se ha convertido en una de las soluciones sostenibles para la transformación de residuos agrí-

colas. Por este motivo, se propone realizar una mayor exploración a los cachos que son desechados en el proceso de exportación de uchuva y su posible transformación en materiales aglomerados que tenga las características apropiadas para ser usado en aplicaciones textiles.

Es importante realizar investigaciones futuras sobre la matriz de composición de los ca-

pachos de uchuvas, así como de sus propiedades mecánicas y fisicoquímicas, con el fin de evaluar el potencial del este residuo como materia prima en la elaboración de nuevos productos de uso comercial.

Colombia es el primer productor de uchuva a nivel mundial, lo que representa una gran oportunidad de desarrollo e innovación en torno a los residuos postcosecha de esta fruta.

Referencias

- Althuri, A., Tiwari, O. N., Gowda, V. T., Moyong, M. & Venkata, S. (2020). Small/Medium scale textile processing industries: case study, sustainable interventions and remediation. *Indian Chemical Engineer*, 64(1), 1-19. <https://doi.org/10.1080/00194506.2020.1821795>
- Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo. (1987/08/04). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Oslo, Noruega: Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo.
- Corporación Andina de Fomento -CAF. (2010/07/15). *Nota de análisis Sectorial: Agricultura y Desarrollo Rural*. <http://www.fao.org/3/a-ak167s.pdf>
- Domingues Ferreira, F. (2013/06). *Bioconversao do glicerola 1,3-propanodiol para aplicacao na obtencao do poli(tereftalato de trimetileno)*. Tese de Doutorado. Universidad Federal de Pernambuco, Brasil. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10368>
- Gaitán, A., Fonthal, G. y Ariza Calderón, H. (2016). Fabricación y propiedades físicas de aglomerados de Pennisetum purpureum schum, Philodendron longirrhizum y Musa acuminata. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(1), 5-11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542016000100001&script=sci_arttext&tlng=en
- Hendriksz, V. (2017). *Innovación en Textiles Sustentables: Banana fiebre. FASHION UNITED*. <https://fashionunited.es/noticias/moda/innovacion-en-textiles-sustentables-banana-fibre/2017090824373>
- Hernández-Muñoz, A. E. et al. (2022). Proceso para la realización de una revisión bibliográfica en investigaciones clínicas. *Digital Ciencia@ UAQRO*, 15(1), 50-61. <https://revistas.uaq.mx/index.php/ciencia/article/view/686>
- IMB Institute for Business Value. (2020). *Research Insights: Meet the 2020 consumer driving change. Why brands must deliver on omnipresence, agility and sustainability*. <https://www.ibm.com/downloads/cas/EXK4XKX8>
- Jiménez, T. (2017/10/03). *La industria textil solo recicla el 20% de la ropa que produce*. <https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/agua-medioambiente/noticias/8648445/10/17/La-industria-textil-solo-recicla-el-20-de-la-ropa.html>
- Kreith, F. & Tchobanoglous, G. (2002). *Handbook of Solid Waste Management*. McGraw-hill.
- Leja, K., Czaczyk, K. & Myska, K. (2011). The use of microorganisms in 1,3-Propanediol production. *African Journal of Microbiology Research*, 5(26), 4652-4658. https://www.researchgate.net/publication/228535467_The_use_of_microorganisms_in_1_3-Propanediol_production

- López Ríos, C. A., Zuluaga Meneses, A., Herrera Penagos, S. N., Ruiz Colorado, A. A. y Medina, V. I. (2006). Producción de Ácido Cítrico con *Aspergillus Niger* NRRL2270 a Partir de Suero de Leche. *DYNA*, 73(150), 39-57. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532006000300004&script=sci_arttext
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022/03/29). *Plan de Acción para la Gestión Sostenible de la Biomasa Residual*. <https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/04/Plan-de-Accion-para-la-Gestion-Sostenible-de-la-Biomasa-Residual.pdf>
- Mokhtar, S. M., Swailam, H. M. y Embaby, H. E. (2018). Physicochemical properties, nutritional value and techno-functional properties of goldenberry (*Physalis peruviana*) waste powder concise title: Composition of goldenberry juice waste. *Food Chemistry*, 248, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.117>
- Mendoza Vega, Y. P. y Moreno Ariza, S. (2019). *Producción de fibra artesanal a partir de subproductos de la piña, para la producción de textiles biodegradables*. (Trabajo de grado). Pregrado Administración de Empresas, Universidad Santo Tomás, Villavicencio, Colombia. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/18146?show=full>
- Páez Cortés, J. S. (2017). *Análisis de la capacidad de fermentación de los residuos de uchuva (physalis peruviana) para la obtención de biogás*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad de los Andes. <http://hdl.handle.net/1992/61455>
- Palacios Ochoa, R. C., Mosquera Solano, J. E. y Zhapan Fajardo, M. Y. (2019). *Obtención de Fibras Textiles a Partir de Residuos Agrícolas*. (Trabajo de grado). Diseñador de Textiles y de Moda, Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9144>
- Paredes Salinas, J. G. (2012). *Estudio de polímeros híbridos estratificados de matriz poliéster reforzada con fibra de vidrio y cabuya como material alternativo y su incidencia en las propiedades mecánicas en guardachoques para buses*. (Tesis de Maestría) Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Maestría en Diseño Mecánico). <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2609>
- Parlamento Europeo. (2018). *Sobre una estrategia europea para el plástico en una economía circular*. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0262_ES.html?redirect
- Peñaranda González, L. V., Montenegro Gómez, S. P. y Giraldo Abad, P. A. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental - UNAD*, 8(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285350>
- Ramadan, M. F. & Moersel, J. (2009). Oil extractability from enzymatically treated goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pomace: range of operational variables. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(3), 435-444. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01511.x>
- Ramírez Hernández, O. (2015). Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(3), 293-310. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992015000300009&script=sci_arttext
- Rattan Lal. (2004). Composting. En, R. Stapleton (Eds.). *Pollution A to Z*. Vol. 1. (pp. 105-108). New York, USA: Macmillan Reference USA.
- Suarez Castañeda, J. L., Restrepo Montoya, J. W., Quinchía Figueroa, A. y Mercado, F. (2017). Fibras vegetales colombianas como refuerzo en compuestos de matriz polimérica. *Tecnura*, 21(51), 55-66. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2017000100004&script=sci_arttext
- Superintendencia de Industria y Comercio -SIC. (2020). *Búsqueda de solicitudes de Patente/Modelo de Utilidad/PCT/Esquemas de Trazado*. <https://sipi.sic.gov.co/sipi/Extra/IP/PT/Qbe.aspx?sid=637325173172503790>

- Trade, C. (2023/02/09). *Industria textil colombiana y su crecimiento a través de la innovación y la competitividad*. <https://procolombia.co/colombiatrader/exportador/articulos/industria-textil-colombiana-y-su-crecimiento-traves-de-la-innovacion-y-la-competitividad>
- Vega Daza, M. A. (2024). *Propuesta de aprovechamiento de residuos agroindustriales para la generación de biofertilizantes en el Departamento de Cundinamarca*. (Trabajo de Grado). Ingeniería Industrial, Fundación Universidad de América. Bogotá D.C., Colombia: Universidad de América. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/9420>
- Yepes, S. M., Montoya Naranjo, L. J. y Orozco Sánchez, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales – frutas –en Medellín y el Sur del Valle del Aburrá. *Revista Facultad Nacional de Agronomía -Medellín*, 61(1), 11. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914077018.pdf>
- Zaharia, C. & Suteu, D. (2012). *Textile Organic Dyes –Characteristics, Polluting Effects and Separation/Elimination Procedures from Industrial Effluents – A Critical Overview*. <http://www.flagshipdhaka.com/water-waste-water/ecr/pdf/22.pdf>

CRÉDITOS FOTOGRAFÍAS

- p. 5. https://www.freepik.es/foto-gratis/espino-cerval_6819243.htm#fromView=search&page=1&position=39&uuid=bdd7dc55-6c7c-48e7-a298-81bacbb91841
- p. 6. https://www.freepik.es/foto-gratis/cerrar-manos-sosteniendo-tazon_14351734.htm#fromView=search&page=1&position=1&uuid=ff002c2b-ae14-4683-a368-31
- p. 8. https://www.freepik.es/foto-gratis/persona-colorear-pano-hojas-cerca_10876538.htm#fromView=search&page=1&position=14&uuid=65108a3a-1076-4a26-8045-2e6b08dc1e9f
- p. 11. https://www.freepik.es/foto-gratis/ave-america-sur-habitat-natural_16206310.htm#fromView=search&page=1&position=10&uuid=1f7b0b8d-e460-415d-b291-4902037a8a7d



PROMPT

"Imagina una ilustración hiperrealista donde se muestre como una impresora 3D realiza un MUG usando como filamento bagazo de cafe; de fondo, una oficina convencional. Colores: cafe, marron, beige, blanco y verde". Generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

ARTÍCULOS

Desarrollo de material compuesto sostenible empleando ácido poliláctico reforzado con borra de café para manufactura aditiva

Development of Sustainable Composite Material Using Polylactic Acid Reinforced with Spent Coffee Grounds for Additive Manufacturing

Ivonne Andrea Lozano

Centro de Materiales y Ensayos, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Distrito Capital, Bogotá D.C., Colombia. Aprendiz, Técnico en Alistamiento de Laboratorios de Análisis y Ensayos para la Industria.

✉ ivonnea_lozano@soy.sena.edu.co

Nury Lysseth Carreno

Centro de Materiales y Ensayos, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Distrito Capital, Bogotá D.C., Colombia. Msc. en Ciencias- Bioquímica.

✉ nlcarreno@sena.edu.co

Freddy Alexander Arévalo

Centro de Materiales y Ensayos, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Distrito Capital, Bogotá D.C., Colombia. Técnico en Modelado 3D para la Industria

✉ faarevalo@sena.edu.co

Hivo Alfonso Patarroyo

Centro de Materiales y Ensayos, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Distrito Capital, Bogotá D.C., Colombia. Ingeniero Metalúrgico

✉ hpatarroyo@sena.edu.co

María Isabel Arévalo

Centro de Materiales y Ensayos, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Distrito Capital, Bogotá D.C., Colombia. Ingeniera Química.

✉ miarevalo@sena.edu.co

Financiación

Este artículo es producto del proyecto de investigación *Fabricación de medios para eliminación de contaminantes en aguas empleando materiales de origen natural y tecnologías emergentes SGPS-12195-2024*, SENNOVA CME.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo?

Lozano, I. A. et al. (2024). Desarrollo de material compuesto sostenible empleando Ácido poliláctico reforzado con Borra de Café para manufactura aditiva. *Innmoda Lab*, (8), 23-35. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/6993>

RESUMEN

En la actualidad se presentan grandes problemas medioambientales que son causados por diversos factores, pero principalmente por la mala disposición y no aprovechamiento de los residuos generados en los procesos industriales. Por lo anterior se han adelantado estrategias que buscan materiales de origen natural y aprovechen este tipo de residuos. La borra de café (BC), es un residuo orgánico el cual es desechado comúnmente en los hogares e industrias, sin evaluarse el daño medioambiental que causa el proceso de descomposición de este residuo, del cual se destaca la emisión de metano, un gas efecto invernadero. Este estudio tiene como propósito obtener un material empleado la borra de café (BC) generada en la empresa CYGNI Ingeniería S.A.S.; para lo cual se determinó el contenido de humedad $2,96 \pm 0,12$ %, cenizas $1,50 \pm 0,02$ %, materia volátil $5,30 \pm 0,98$ y carbono fijo $90,00 \pm 0,01$; además, se realizó análisis de granulometría obteniendo un tamaño de partícula entre $710 \mu\text{m}$ – $500 \mu\text{m}$; posteriormente se prepararon dos materiales en diferentes porcentajes (5% y 15%) de BC, se obtuvieron pellets los cuales tuvieron valores de humedad en porcentaje de $2,35 \pm 0,05$ (5%); $4,19 \pm 0,06$ (15%) y cenizas en porcentaje de $0,05 \pm 0,04$ (5%), $0,21 \pm 0,04$ (15%). Finalmente se realizaron ensayos de impresión usando los pellets. Los resultados obtenidos en este trabajo contribuyen a identificar las características de residuos como la Borra de Café, con la finalidad de usarlos en la producción de materiales sostenibles.

Palabras clave: Café, ácido poliláctico, caracterización, polímeros, residuos, impresión 3D.

ABSTRACT

At present, there are major environmental problems that are caused by various factors, but mainly due to poor disposal and non-use of waste generated in industrial processes. For this reason, strategies have been advanced that seek materials of natural origin and take advantage of this type of waste. Coffee grounds (BC) are an organic waste that is commonly discarded in households and industries, without evaluating the environmental damage caused by the decomposition process of this waste, which overlays methane emissions a greenhouse gas. The purpose of this study is to obtain a material using the coffee grounds (BC) generated by the company CYGNI Ingeniería S.A.S.; for which the moisture content was 2.96 ± 0.12 %, ash 1.50 ± 0.02 %, volatile matter 5.30 ± 0.98 and fixed carbon 90.00 ± 0.01 % were determined. Furthermore, a particle size analysis was carried out, obtaining a particle size between $710 \mu\text{m}$ – $500 \mu\text{m}$; subsequently, two materials were prepared in different percentages of BC (5% and 15%), pellets were obtained which had moisture values of 2.35 ± 0.05 (5%); 4.5 ± 0.05 (5%); 4.19 ± 0.06 (15%) and ashes of 0.05 ± 0.04 (5%) and 0.21 ± 0.04 (15%). Finally, printing tests were carried out using the pellets. The results obtained in this work contribute to identify the characteristics of waste such as Coffee grounds, in order to use them in the production of sustainable materials.

Keywords: Coffee, polylactic acid, characterization, polymers, waste, 3D printing.

1. Introducción

El café es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial, según datos de la Organización Internacional del Café (ICO); para el año (2022) se observó un aumento del 3% en comparación con el año 2021 (ICO, 2023), aspecto que se relaciona con la producción mundial de café, ya que para el período 2020 fue de 175 millones de sacos (60 Kilogramos), siendo el principal productor Brasil con 69 millones de sacos, seguido por Vietnam con 29,2 millones de sacos, Indonesia y Colombia se ubicaron en tercer y cuarto lugar con 12,0 y 10,7 millones de sacos, respectivamente (Ramírez & Riaño, 2022).

En la mayoría de las preparaciones de café se genera la borra de café (BC) como residuo. Murthy & Madhava (2012), reportaron, que por cada tonelada de producción de café se producen 650 Kg de BC. Este es un material compostable y se ha encontrado que puede utilizarse como fertilizante, elemento de limpieza en utensilios de cocina, atrapa olores, además puede contribuir al cuidado de la piel y cabello (Las casas, 2021). BC es considerado como un residuo que se deposita con los desechos no aprovechables, y actualmente se pueden encontrar alternativas por parte de las empresas generadoras de BC para utilizarla como abono, como es el caso de la cadena de cafeterías Starbucks (HAZ, 2020) quienes regalan la BC a los clientes que deseen llevarla; por otro lado, la cadena de Tostado Café y Pan, de Colombia y la Unidad Administrativa de Servicios Públicos -UAESP- desarrollaron una alianza que transforma la BC en abono (Silva, 2021); además, Juan Valdez (Colombia) aprovecha este material en el municipio de San Francisco (Cundinamarca, Colombia) donde la utilizan para hacer abono y cultivar hongos Orellana (Juan Valdez, 2023).

Según Ballesteros y colaboradores, la composición de la borra de café consiste principalmente en hemicelulosa (35 - 45 %), lignina (20 - 25%), celulosa (10 - 15%), proteína (15% - 20%), lípidos (2-5%), cenizas (1 - 3%) y sustancias activas (1 - 2 %) (Ballesteros et al; 2014), en base a estos datos, se ha explorado el uso de éste material en campos como la biorrefinería (Karmee et al., 2018; Vardon et al., 2013), biocarbón (Nguyen et al., 2022) y biopolímeros (García- García et al., 2015; Saratale et al., 2020); en esta última área de estudio se busca contar con materias primas que tengan altos contenidos de polisacáridos con el fin de utilizarlo en la fabricación de materiales biodegradables, ya que se pueden obtener de fuentes renovables, abundantes y económicas.

Los polisacáridos más utilizados para este tipo de aplicaciones son la celulosa, el almidón, el quitosano entre otros. Por lo tanto, la BC puede considerarse una materia prima útil para diferentes campos, especialmente en la agroindustria; Un ejemplo de la aplicación su aplicación es la obtención de filamentos plásticos a partir de una fracción rica en polisacáridos realizada por Batista y colaboradores en el año 2020, quienes publicaron que las propiedades de las películas plásticas obtenidas a partir de BC, tuvieron propiedades comparables a otras películas obtenidas a partir de polisacáridos (Batista et al., 2020).

No obstante, las investigaciones que se centran en la implementación de la BC para la generación de nuevos materiales aún son limitadas, haciendo que no se aproveche todo su potencial en áreas como la ingeniería y la ciencia de los materiales. Por lo tanto, en esta investigación se buscó conocer la viabilidad de su implementación para la genera-

ción de un material compuesto que pueda ser empleado en los procesos de transformación de polímeros como lo es la impresión 3D, así como generar la caracterización de este residuo y los pellets generados a partir del mismo.

2. Metodología

2.1. Materiales

Las materias primas utilizadas en este trabajo fueron el ácido poliláctico (PLA) marca *Nature Works Ingeo*™ lote ID2928B132 presentación granulada para extrusión, con temperatura de fusión 210°C (410°F) y densidad 1,24 g/cm³. La borra de Café (BC) suministrada por empresa aliada CYGNI Ingeniería S.A.S., tenía aproximadamente 50% de humedad.

2.1. Equipos

Los equipos empleados en esta investigación son: **A)** Horno mufla marca Thermo Scientific **B)** Equipo de tamizaje Gilson con capacidad para 10 tamices, se utiliza-

ron las mallas de la 14 a la 230; **C)** Balanza analítica marca Vibra sensibilidad 0,1g; **D)** Línea de extrusión pelletizado de doble husillo referencia PLA-30-30; **E)** Equipo de manufactura aditiva Tumaker NX Pro-Pellets; **F)** Máquina universal de ensayos marca Besmak con celda de 5 toneladas; **G)** Durómetro para polímeros marca Check-Line con indentador para escala Shore D (Figura 1).

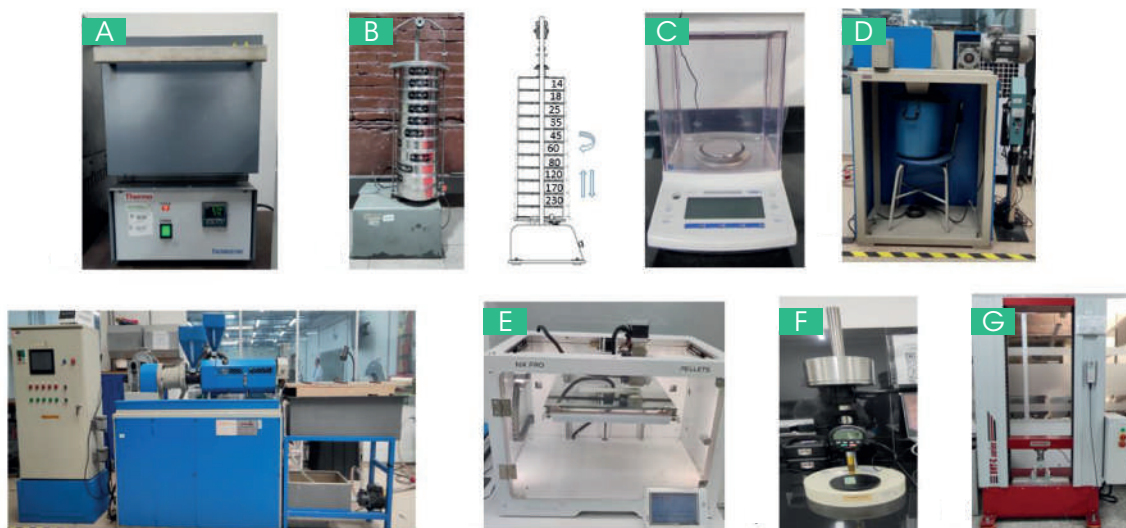
2.3. Caracterización de la BC

Para caracterizar la BC se determinó el contenido de humedad teniendo en cuenta lo descrito en la ASTM E871-19, cenizas de acuerdo con ASTM E1755-01, materia volátil de acuerdo con ASTM E872-82, carbono total, y se realizó análisis granulométrico de acuerdo con la norma ASTM E-11 para determinar el tamaño de partícula.

2.3.1. Humedad

Inicialmente se determinó la masa de cada uno de los crisoles limpios, vacíos y secos, posteriormente se pesó aproximadamente 1g

Figura 1. Equipos de utilizados para desarrollo de la metodología



Fuente: elaboración propia.

de muestra en cada crisol, ya que el ensayo se realizó por triplicado. Las muestras se secaron a 103°C durante 16 horas, y se determinó la masa final, para garantizar que las muestras se habían secado completamente, se llevaron al horno mufla durante 1 hora a 103°C y se pesaron nuevamente, este último paso se realizó 3 veces con el fin de garantizar que la diferencia entre los pesos determinados fuera menor al 2%.

2.3.2. Cenizas

Para determinar el contenido de cenizas se utilizaron las muestras secas obtenidas en la determinación de humedad numeral *II-III-I*, posteriormente se llevaron al horno mufla a 575 ± 25 °C durante 3 horas. Al finalizar este tiempo, se pesaron en frío, se llevaron nuevamente horno mufla a 575 ± 25 °C durante 1 hora, este último paso se repitió una vez y se verificó que la diferencia de los pesos obtenidos no fuera mayor de 0,3 mg.

El análisis estadístico de los datos de humedad y cenizas se realizó en base al promedio de las lecturas, por tanto, se incluyó la determinación de la media y la desviación estándar de los resultados obtenidos.

2.3.3. Materia Volátil

Una vez obtenidas las cenizas, se dispusieron en crisoles con tapa los cuales se pesaron previamente, se ajustó la temperatura del horno mufla a 950 °C y se dejaron los crisoles con la muestra durante 7 minutos, transcurrido este tiempo, se sacaron los crisoles y se dejaron enfriar a temperatura ambiente en el desecador. Finalmente se determinó la masa final y se calculó el porcentaje de material volátil.

2.3.4. Determinación de carbono fijo

La determinación de carbono se realizó teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los numerales *II-III-I*, *II-III-II*, *II-III-III*, *I-III-IV* y empleando la ecuación 1.

$$\% \text{ Carbono fijo} = 100 - \% \text{ Humedad} - \% \text{ Cenizas} - \% \text{ Materia Volátil} \text{ (Eq.1)}$$

2.3.5. Análisis granulométrico

Para el análisis de granulometría, se emplearon aproximadamente 800 g de borra de café, materia prima suministrada por la empresa CYGNI Ingeniería S.A.S., se utilizó dicha cantidad de BC con el fin de contar con la cantidad necesaria para la preparación de los dos tratamientos propuestos en el numeral *II-IV*. El tamizado se realizó durante un período de 20 minutos, transcurrido el cual se procedió a recolectar las muestras retenidas en cada tamiz, las cuales fueron pesadas y almacenadas en bolsas Ziploc para su uso en los procesos posteriores. Para la preparación de los tratamientos se utilizó el tamaño de partícula del cual se contaba con mayor cantidad.

2.4. Extrusión – pelletizado

Se prepararon dos tratamientos al 5 % y 15% de BC, teniendo en cuenta el trabajo publicado por Murillo y colaboradores en el año 2023 (Murillo et al., 2023), quienes realizaron preparaciones en porcentajes del 0% al 10%, empleando solamente la BC con tamaño medio de partícula de 0,36 mm obtenida en el numeral *II-III-V*. Cada una de las mezclas se ingresó de manera manual a la tolva de alimentación de la extrusora, donde los tornillos impulsan el material y cada zona de temperatura le brinda la energía necesaria para que cambie de estado sólido a viscoelástico según los parámetros de la Tabla 1, permitiendo que pueda expulsarse por las boquillas de

extrusión, obteniendo así hilos que son enfriados mediante agua a temperatura ambiente (20°C) para ser cortados en formas de pellets de aproximadamente 5 mm.

2.5. Caracterización de pellets

Para caracterizar los pellets se determinó el contenido de humedad y cenizas siguiendo los mismos parámetros descritos en los numerales II-III-I y II-III-II.

2.6. Pruebas de impresión 3D

Dado que esta investigación se centra en la empleabilidad de residuos orgánicos para procesos de manufactura aditiva, después de obtenidos los pellets del material compuesto de los dos tratamientos, fueron empleados para alimentar la impresora 3D, con la cual se generaron figuras geométricas específicamente rectángulos; a fin de conocer el comportamiento del material. Para ello se emplearon los parámetros que

se muestran en la Tabla 2. Se trabajó inicialmente con condiciones de temperatura estándar establecidas en trabajos previos y posteriormente fue necesario variar la temperatura de la boquilla para facilitar el proceso de impresión.

3. Resultados y análisis

3.1. Caracterización borra de café

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de la caracterización BC utilizada, se observa que la BC presenta una humedad de $2,96 \pm 0,12$; cenizas $1,50 \pm 0,02$; Materia volátil $5,30 \pm 0,98$ y carbono fijo $90,00 \pm 0,01$. Al comparar los datos obtenidos con trabajos de otros autores como Urribarri *et al.* (2014), quienes reportaron la humedad de borra de café $10,49 \pm 0,09$, y Narváez y Villota, (2018), cuyo contenido de humedad de borra de café sin secar es de $95,8 \pm 1,93$; se puede sugerir que la BC que se empleó en esta investigación

Tabla 1. Condiciones de extrusión de PLA/BC

Zona	1	2	3	4	5	Frecuencia de halador (Hz)	Frecuencia de tornillo (Hz)
Temperatura °C	100	150	150	100	130	30	80

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Parámetros de impresión 3D para los tratamientos

Tratamiento	Porcentaje de extrusión (%)	Temperatura de boquilla (°C)	Temperatura de cama (°C)	Temperatura de compartimiento (°C)
PLA+BC 5%	100	200	60	145
PLA+BC 15%	100	190	60	145

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Caracterización Borra de café

Parámetro	Contenido %
Humedad	$2,96 \pm 0,12$
Cenizas	$1,50 \pm 0,02$
Materia Volátil	$5,30 \pm 0,98$
Carbono fijo	$90,00 \pm 0,01$

Fuente: elaboración propia.

posiblemente tuvo un proceso previo o una condición de almacenamiento diferente, antes de ingresar al laboratorio el cual retiro parte de la humedad que esta tenía, por lo tanto cuando se determinó su porcentaje de humedad se reportó menos que la de los autores mencionados.

La humedad desempeña un valor importante debido a que valores bajos facilitan la compactación de las materias primas y la estabilidad de los pellets (González Castillo et al., 2014), ya que al contar con bajos valores de humedad en las materias primas utilizadas se facilitará la adhesión de las mismas a la matriz polimérica, que para nuestro caso es PLA; lo que indica que la BC empleada en este trabajo de investigación permitirá obtener pellets con características adecuadas y que a su vez facilite la alimentación continua de la impresora 3D.

Al analizar el valor de carbono fijo obtenido de la BC, se evidencia que es alto, ya que se estimó en 90% como se describe en la tabla 3.; al relacionarlo con la composición de la BC, se puede sugerir que dicho porcentaje es significativamente alto por el contenido de polisacáridos, ya que, según Batista et al., 2020, el 50% de BC corresponde a polisacáridos entre los que podemos encontrar celulosa, galactomananos y arabinogalactanos (Batista et al; 2020). Esto es importante ya que la presencia de estos compuestos puede afectar la compatibilidad y adherencia de los refuerzos a la matriz polimérica, dado que se ha demostrado la necesidad de realizar modificaciones a los materiales, así como lo menciona Gama et al., 2022, quienes mencionan que la modificación de la BC, puede mejorar la compatibilidad de la matriz y contribuye a obtener mejores resultados en las pruebas mecánicas de tensión y flexión, (Gama et al., 2022), por lo que se puede sugerir que al modificar la BC previo a su uso

podría facilitar la adhesión de la BC a la matriz polimérica.

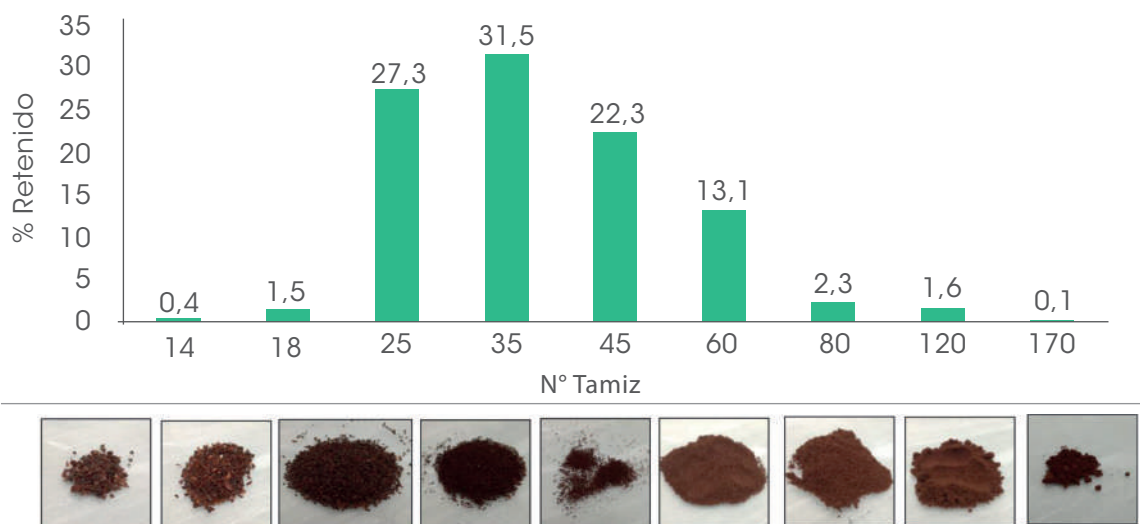
En cuanto al contenido de material volátil se observa que es relativamente bajo, aunque si se compara con la humedad presente es más alto. Dicho valor es crucial ya que en el estudio realizado por (Arredondo et al. 2022) se menciona que la presencia de altos niveles de materiales volátiles puede generar mayores porosidades en los materiales, que para lo que se desea en esta investigación sería negativo porque afectaría directamente la calidad del material obtenido en los procesos posteriores de extrusión y manufactura aditiva.

Por otro parte en la Figura 2 se ilustran los resultados obtenidos en el análisis granulométrico para la BC, el rango de los porcentajes de retención de las partículas de BC está entre $0,03 \pm 0,04$ y $18,77 \pm 1,23$, siendo el mayor este último en el que se evidencia que el mayor porcentaje retenido corresponde al tamiz número 35 obteniendo 233,80 g.

Se realizó un análisis comparativo con el estudio de (Zarate y Montalvo 2023), quienes llevaron a cabo una prueba de granulometría de BC-H₂O, sometiendo el material a un secado a 45 °C. Su análisis reveló un tamaño de partícula entre 500 µm y 250 µm, con una humedad de 63,7 %. En contraste, nuestros ensayos con BC implicaron un secado a 60 °C, obteniendo un tamaño de partícula de 710 µm – 500 µm correspondiente al tamiz empleado (Tabla 4), con una humedad de 2,96 %.

Lo anterior muestra que es muy común encontrar tamaños de partículas similares independientemente de la muestra de BC, esto permite asegurar la reproducibilidad del material que se elaboró sin necesidad de generar proceso de disminución de partículas a la materia prima.

Figura 2. Grafica de granulometría



Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Datos de tamizado borra de café

N° TAMÍZ	APERTURA DEL TAMÍZ (µm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO
14	14097,00	2,90	0,20 ± 0,14
18	1000,76	11,30	0,76 ± 0,05
25	706,12	202,40	12,92 ± 0,21
35	485,14	233,80	18,77 ± 1,23
45	353,06	165,60	11,31 ± 2,46
60	248,92	97,00	6,16 ± 1,27
80	177,80	17,40	1,15 ± 1,06
120	124,46	11,60	0,49 ± 0,66
170	88,90	0,50	0,03 ± 0,04

Fuente: elaboración propia.

3.2. Extrusión-pelletizado

En la Figura 3 se ilustra los pellets obtenidos en el proceso de extrusión para los tratamientos establecidos. En la Figura 3A se observa que al adicionar el 5% de BC se obtiene una superficie más uniforme en comparación con la que presenta el tratamiento del 15% (Figura 3B). Este comportamiento puede deberse a que como se ha mencionado anteriormente, el contenido de humedad, material volátil y carbono fijo contribuye a

que se aumente la porosidad causada por los vapores generados al someter la BC a altas temperaturas.

Adicionalmente se observa que los pellets del 15 % de BC presentan una mejor homogeneidad en cuanto a tamaño, esto puede deberse a que generalmente, las partículas adicionadas a un material aumentan la dureza de este (Adeleke et al., 2023), por lo tanto, se fragilizan haciendo que el proceso de pelletizado sea más sencillo.

Figura 3. Pellets obtenidos proceso de extrusión



Nota: A) Tratamiento 5%, B) Tratamiento 15% BC.

Fuente: elaboración propia.

3.4. Caracterización de pellets

Según la norma ÖNORM M 7135, citada por (González Castillo *et al.* 2014), el porcentaje de humedad de los pellets debe ser igual o inferior al 18,0%. Al comparar nuestros datos con los del artículo mencionado, se puede observar que nuestros resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos. Mientras que su muestra presentaba un 8,56% de humedad, los pellets elaborados en la investigación arrojaron un valor de $2,35 \pm 0,05$, lo que permite sugerir que la humedad de los pellets cumpliría con la norma antes mencionada.

En el caso de la determinación de cenizas se hizo la comparación con la investigación que realizó (Narváez y Villota-Erazo 2018), donde se reporta un porcentaje de 37,3 mientras que en los resultados que se obtuvieron se evidencia un menor porcentaje (Tabla 5), lo que concuerda con lo esperado dado que al ser un material compuesto elaborado de materias primas que se obtienen de fuentes naturales su contenido de materia orgánica debe ser alto.

Tabla 5. Resultados de la caracterización de los pellets obtenidos

Tratamiento	5%	15%
Humedad	$2,35 \pm 0,05$	$4,19 \pm 0,06$
Cenizas	$0,05 \pm 0,04$	$0,21 \pm 0,04$

Fuente: elaboración propia.

3.5. Pruebas de Impresión 3D

En la Figura 4 se muestra los resultados de las impresiones realizadas con los tratamientos elaborados. Dado que el tamaño de partícula que se empleo es de $710 \mu\text{m} - 500 \mu\text{m}$ no es posible emplear una boquilla de impresión tradicional la cual ronda alrededor de los 0.8 mm, esto a fin de evitar atascamientos en la salida del equipo (Hermann, S. 2021)., por lo tanto, se empleó una boquilla de 2 mm.

Al observar la Figura 4 se evidencia que al aumentar la cantidad de refuerzo de BC la resolución de la impresión disminuye, este factor puede mejorar si se emplean la BC en tamaños inferiores, como por ejemplo los que reporta Hermann en el año 2021. No obstante, ambos tratamientos fueron fácilmente procesables

Figura 4. Pruebas de impresión con BC



Nota: A) Tratamiento 5% vista superior, B) Tratamiento 5% vista lateral, C) Tratamiento 15% vista superior, D) Tratamiento 15% vista lateral

Fuente: elaboración propia.

mediante manufactura aditiva, sin importar la orientación del relleno (concéntrico o a 45°), mostrando así que puede ser empleado en dicha técnica siendo una solución no solamente ambiental sino de economía circular.

En el proceso de impresión 3D de ambos tratamientos, se evidenció que al finalizar la impresión y proceder a despegar la pieza de la cama de impresión el material tenía un comportamiento flexible, lo que implicó en que este se deformara como se muestra en las Figuras 4B y 4D. Por lo tanto, es importante dejar que la pieza se enfríe totalmente antes de ser retirada de la superficie de impresión.

Aunque en este trabajo no se evaluó la afectación a las propiedades térmicas y mecánicas que la BC puede generar en el material, se espera que al emplear este material como refuerzo se mejoren las propiedades del PLA (Chang *et al.*, 2019).

4. Conclusiones

En conclusión, el proceso de secado de la borra de café es fundamental para asegurar que los filamentos obtenidos disminuyan la porosidad y se aumente la calidad del material, sin embargo, es importante tener en cuenta que en el caso de la BC empleada para la investigación la

porosidad que presenta el material puede ser causada por material volátil y no necesariamente solo por la humedad. Aunque en este estudio se empleó el tamaño de partícula de la BC entre 710 μm - 500 μm debido a que en el análisis granulométrico fue en el que mayormente se retuvo material, es recomendable emplear tamaños de grano inferiores a fin de mejorar la calidad de impresión. Adicionalmente, se observó que al incorporar un 5% de borra de café en la mezcla con PLA, los pellets resultantes presentan una superficie lisa y un color café claro, características que pueden ser ventajosas para aplicaciones estéticas y funcionales. Sin embargo, al aumentar la proporción de borra de café al 15%, los pellets adquieren una textura más rugosa y un color más oscuro. Este cambio en las propiedades físicas resalta la importancia de optimizar tanto la proporción de borra de café como el proceso de mezcla y tamizaje; así como la necesidad de modificar la BC para mejorar las características estéticas y mecánicas del material. En conjunto, estos resultados no solo contribuyen a una mejor comprensión de la borra de café como materia prima para biocompuestos, sino que también abren la puerta a futuras investigaciones que podrían explorar su utilización en aplicaciones industriales, promoviendo así un enfoque más sostenible en el uso de residuos.

Referencias

- Adeleke, A. A., Ikubanni, P. P., Odusote, J. K., Kolawole, L. T., Orhadahwe, T. A. & Lawal, M. (2023). Physico-mechanical properties of polymer matrix composite material reinforced with carbonized cassava back peel and iron fillings. *Acta Metallurgica Slovaca*, 29(4), 181–186. <https://doi.org/10.36547/ams.29.4.1914>
- Arredondo-Ferrer, E., Buitrago-Sierra, R. y López, D. (2022). Materiales carbonosos jerarquizados derivados de la borra de café para su aplicación en supercondensadores. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(178), 233–247. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1585>
- Ballesteros, L. F., Cerqueira, M. A., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2015). Characterization of polysaccharides extracted from spent coffee grounds by alkali pretreatment. *Carbohydrate Polymers*, 127, 347–354. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.03.047>
- Batista, M. J. P. A., Ávila, A. F., Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2020). Polysaccharide-rich fraction of spent coffee grounds as promising biomaterial for films fabrication. *Carbohydrate Polymers*, 233(115851), 115851. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.115851>
- Chang, Y.-C. et al. (2019). No such thing as trash: A 3D-printable polymer composite composed of oil-extracted spent coffee grounds and polylactic acid with enhanced impact toughness. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 7(18), 15304–15310. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b02527>
- Gama, N., Ferreira, A. & Evtuguin, D. V. (2022). New poly(lactic acid) composites produced from coffee beverage wastes. *Journal of Applied Polymer Science*, 139(1), 51434. <https://doi.org/10.1002/app.51434>
- García-García, D., Carbonell, A., Samper, M. D., García-Sanoguera, D., & Balart, R. (2015). Green composites based on polypropylene matrix and hydrophobized spend coffee ground (SCG) powder. *Composites. Part B, Engineering*, 78, 256–265. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2015.03.080>
- González Castillo, Y. A., González Castillo, Y. A., Rincón Rincón, S. N., Camargo Vargas, G. de J., Dévora Isiordia, G. E., & Sierra Vargas, F. E. (2014). Caracterización de Materiales lignocelulósicos residuales de palma de aceite y palma de coco para la fabricación de pellets. *Avances Investigación en Ingeniería*, 11(1), 83–91. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.304>
- HAZ. (2020/01/13). Starbucks regala posos de café para hacer compost casero y reutilizar los residuos. *Revista Haz*. <https://hazrevista.org/innovacion-social/2020/01/starbucks-regala-posos-de-cafe-para-hacer-compost-casero-y-reutilizar-los-residuos/>
- Hermann, S. (2021/08/28). *Eco PLA filament with Spent Coffee Grounds*. CNC Kitchen. <https://www.cnckitchen.com/blog/eco-pla-filament-with-spent-coffee-grounds>
- ICO. (2023). *Coffee market report*. <https://icocoffee.org/resources/coffee-market-report-statistics-section>
- Juan Valdez (2023). *Día de la tierra*. *Día de la tierra – Juan Valdez*. (n.d.). <https://juanvaldez.com/dia-de-la-tierra/%C2%A0%C2%A0>
- Karmee, S. K. (2018). A spent coffee grounds based biorefinery to produce biofuels, biopolymers, antioxidants and biocomposites. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 72, 240–254. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.042>
- Lascasas, S. (2021). 10 usos para aprovechar los residuos del café. *Cafés El Criollo; El Criollo*. <https://cafeselcriollo.com/listados/diez-usos-para-aprovechar-los-residuos-del-cafe/>

- Murillo Usuga, C.A., del Valle Tirado, S., Volkmar Vélez, D., y Zapata Henao, L. F. (2023). Fabricación de filamentos de impresión 3D con ácido poliláctico comercial y reciclado rellenos con residuos de café. *Revista ION*, 36(2), 7-13. <https://doi.org/10.18273/revion.v36n2-2023001>
- Murthy, P. S. & Madhava Naidu, M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation, and Recycling*, 66, 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
- Narváez, M., & Villota, M. (2018). Caracterización Fisicoquímica de la Borra de Café proveniente de la hacienda Supracafé en el municipio de Cajibío, Departamento del Cauca. [Corporación Universitaria Autónoma del Cauca]. <https://repositorio.uniautonoma.edu.co/bitstream/handle/123456789/306/T%20IA-M%20065%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nguyen, V.-T. et al. (2022). Adsorption of norfloxacin from aqueous solution on biochar derived from spent coffee ground: Master variables and response surface method optimized adsorption process. *Chemosphere*, 288(Pt 2), 132577. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132577>
- Ramírez Pinzón, F. C. y Riaño Galán, Y. F. (2022/02/04). *Propuesta técnico-financiera para la producción de pellets de borra de café utilizando aceite vegetal como aglomerante a nivel planta piloto*. Fundación Universidad de América <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8847>
- Saratale, G. D., Bhosale, R., Shobana, S., Banu, J. R., Pugazhendhi, A., Mahmoud, E. & Kumar, G. (2020). A review on valorization of spent coffee grounds (SCG) towards biopolymers and biocatalysts production. *Bioresource Technology*, 314, 123800.
- Silva, D. (2021). *La UAESP y Tostao se unen para aprovechar los residuos del café*. <https://www.uaesp.gov.co/noticias/la-uaesp-y-tostao-se-unen-aprovechar-los-residuos-del-cafe>
- Urribarrí, A. et al. (2014). Evaluación del potencial de la borra de café como materia prima para la producción de biodiesel. *Multiciencias*, 14(2), 129–139. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90432601006.pdf>
- Zarate, F. A. R. y Montalvo, F. D. (2023). *Capacidad de la borra de café para remover cobre y plomo del lixiviado generado en la celda transitoria de Rupa Rupa – Tingo María - 2023*. (Trabajo de Grado) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Ingeniería Ambiental, Perú. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/d09e5b15-8c72-42d5-b70c-8312096b057b>



CRÉDITOS FOTOGRAFÍA: autor.



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

ECOBRIEF. Una propuesta metodológica en donde converge estética, funcionalidad y sostenibilidad

ECOBRIEF. A methodological proposal where aesthetics, functionality and sustainability converge

Brian Daniel Uyazan Oviedo

Investigador experto, SENNOVA, Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC.
Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Distrito Capital, Bogotá, Colombia.
Diseñador Industrial, Tecnólogo en Diseño de Calzado y Marroquinería.

✉ duyazan@sena.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0009-0002-3507-0933>

Financiación

Este artículo es resultado del proyecto de investigación SGPS 12985-2024 "Desarrollo de una propuesta de calzado sostenible con materiales construidos con fibras naturales para el fomento de moda circular" financiado por SENNOVA CMTC.

Conflicto de interés

El autor de este artículo declara que no existe ningún conflicto de interés en la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo?

Uyazan Oviedo, B. D. (2024). ECOBRIEF. Una propuesta metodológica en donde converge estética, funcionalidad y sostenibilidad. *Innmoda Lab*, (8), 36-64. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/6994>

RESUMEN

El sector del calzado y la marroquinería enfrenta graves problemáticas derivadas del modelo de economía lineal, caracterizado por un uso desmedido de materiales sintéticos que, bajo términos mal empleados como “cueros veganos”, se comercializan como sostenibles sin cumplir realmente con criterios ambientales. Esta ausencia de materiales verdaderamente sostenibles evidencia la necesidad de replantear las prácticas actuales de diseño y producción. A pesar del crecimiento en la demanda de productos sostenibles y las exigencias de consumidores más conscientes, tanto desde la academia como desde las empresas resulta complejo implementar herramientas que permitan desarrollar y prototipar productos sostenibles de manera eficiente y alineada con las necesidades del mercado. En este contexto, la metodología del ecobrief surge como una solución innovadora. Esta herramienta propone un enfoque integral que, a través de distintas fases, incorpora estética, funcionalidad y sostenibilidad en el diseño de productos de moda en el sector del calzado y la marroquinería. Los resultados demuestran que puede facilitar la transición hacia modelos más prácticos, ofreciendo un marco para la creación de productos alineados con los principios de la economía circular y las expectativas del consumidor moderno.

Palabras clave: ecobrief, calzado, marroquinería, materiales sostenibles; economía circular.

ABSTRACT

The footwear and leather goods sector faces serious problems arising from the linear economy model, characterized by an excessive use of synthetic materials that, under misused terms such as “vegan leathers”, are marketed as sustainable without actually meeting environmental criteria. This absence of truly sustainable materials highlights the need to rethink current design and production practices. Despite the growth in demand for sustainable products and the demands of more conscious consumers, both from academia and from companies it is difficult to implement tools that allow the development and prototyping of sustainable products in an efficient manner and aligned with market needs. In this context, the ecobrief methodology emerges as an innovative solution. This tool proposes a comprehensive approach that, through different phases, incorporates aesthetics, functionality and sustainability in the design of fashion products in the footwear and leather goods sector. The results demonstrate that the ecobrief can facilitate the transition towards more practical models, offering a practical framework for the creation of products aligned with the principles of the circular economy and the expectations of the modern consumer.

Keywords: ecobrief, footwear, Leather goods, Sustainable Materials, Circular Economy.

1. Introducción

El impacto ambiental de la industria del calzado y la marroquinería sigue siendo un desafío ignorado. Según el informe de (Quantis, 2018), De los 23 mil millones de zapatos producidos anualmente en el mundo, cerca de 22 mil millones terminan en vertederos, perpetuando un modelo insostenible. Esto pone en evidencia la urgente necesidad de replantear los enfoques actuales de diseño y producción ya que el problema del uso no controlado de materiales no renovables y sintéticos en la fabricación de calzado y marroquinería también impacta en la ciudad de Bogotá D.C.

De acuerdo con el texto de la Situación actual de los plásticos en Colombia y su impacto en el medio ambiente, elaborado por la clínica jurídica MASP de Uniandes y Greenpeace Colombia, “cada hogar colombiano genera casi 4,5 kilos de basura al día y, cada 24 horas, solo en Bogotá, se eliminan casi 6.300 toneladas de residuos.” De este total, el 56 % corresponde a plásticos de distinto tipo, lo que lo convierte en el componente más dominante de la basura generada en la capital del país. Este escenario no solo pone de manifiesto la grave crisis ambiental que se enfrenta, sino también la relevancia de abordar los sectores que contribuyen de manera significativa a esta problemática, entre ellos, la industria del calzado. (Consultorio Jurídico y Clínicas Jurídicas, 2019)

El vínculo entre los residuos plásticos y esta industria es directo y alarmante. Los principales materiales utilizados para la fabricación de suelas de zapatos, como el poliuretano (PU), el etileno-acetato de vinilo (EVA) y el cloruro de polivinilo (PVC), son productos petroquímicos derivados del petróleo. Aunque estos materiales plásticos se valoran por su bajo costo, durabilidad y resistencia, su impacto ambiental es significativo, ya que no son biodegradables y per-

manecen en el medio ambiente durante décadas después de que el producto ha sido desechado.

Tal como explica Gofran en Mongabay-India, “una gran cantidad de subproductos del petróleo, disponibles en grandes cantidades y a bajo precio, los convierte en una excelente fuente de materias primas de fácil acceso para suelas de zapatos y otros productos como capelladas.” (Rajina, 2024) Sin embargo, esta dependencia de los plásticos no solo perpetúa un modelo de consumo insostenible, sino que también contribuye a la crisis global de contaminación por residuos.

A pesar de que el mundo ha presenciado un cambio significativo en los hábitos de consumo, impulsado por una mayor conciencia sobre la sostenibilidad y el impacto ambiental de nuestras decisiones de compra, este viraje aún no se refleja en la industria de la moda, aun teniendo en cuenta que los consumidores están exigiendo productos que no solo sean estéticamente atractivos y funcionales, sino también responsables con el medio ambiente (Escuela de negocios & Camara Sevilla, 2023). La realidad muestra una desconexión preocupante entre las expectativas del mercado y las prácticas industriales.

Por ejemplo, grandes marcas internacionales lanzan colecciones denominadas “sostenibles” o “verdes”, mientras siguen produciendo en masa prendas y accesorios con materiales sintéticos, como poliéster, que representan más del 50 % de los tejidos empleados a nivel mundial. Este material, derivado del petróleo, no solo requiere grandes cantidades de energía en su producción, sino que también contribuye a la contaminación de los océanos con micro plásticos que desprenden las prendas durante el lavado. En el caso del calzado, se estima que alrededor del 70 % de los zapatos producidos anualmente contienen materiales sintéticos en

su composición, principalmente en las suelas y los revestimientos internos. Un ejemplo específico es el uso extendido del etileno-acetato de vinilo (EVA) en las suelas de zapatillas deportivas, que, aunque ligero y resistente, tarda cientos de años en degradarse. Además, productos como bolsos y carteras, promocionados como alternativas económicas al cuero, suelen estar hechos de poliuretano (PU) o PVC, materiales que también generan altos niveles de emisiones tóxicas durante su fabricación. (Quantis, 2018)

En Colombia, este sector ha mostrado un crecimiento constante, con una producción anual que supera los 120 millones de pares de zapatos. Sin embargo, este crecimiento también trae consigo desafíos ambientales. La fabricación de calzado convencional está implicando el uso de materiales sintéticos y procesos de producción que generan altos niveles de residuos y emisiones de carbono. Según datos de la Asociación Colombiana de Industriales del Calzado, el Cuero y sus Manufacturas (ACICAM), la industria del calzado es responsable de una porción considerable de los desechos industriales del país, con un impacto ambiental que incluye la contaminación del agua y la emisión de gases de efecto invernadero (Cortes Borda & Martínez Díaz, 2017).

De modo que las tendencias de moda actuales están orientadas hacia la innovación de materiales sostenibles, algunos son biodegradables, como por ejemplo el cáñamo, el corcho y el fique los cuales requieren menos recursos y generan menos contaminación durante su procesamiento en comparación con insumos sintéticos derivados del petróleo. Al adoptar materiales responsables con el medio ambiente, las marcas pueden reducir significativamente su huella ambiental y contribuir a la creación de un ciclo de vida más sostenible para los productos

Por otra parte, el consumidor moderno está cada vez más informado y exige transparencia y responsabilidad por parte de las marcas. En el artículo *El 61% de los millennials, dispuestos a pagar más por productos sostenibles y ecológicos* se menciona que:

El cambio en los hábitos de consumo y la apuesta por la economía circular están rediseñando las reglas del juego en la toma de decisiones de los consumidores. Las generaciones más jóvenes son las más comprometidas con la ecología y el medio ambiente. Según recoge el estudio GlobalWebindex, 6 de cada 10 millennials (22-35 años) están dispuestos a pagar un ticket mayor por productos ecológicos y sostenibles, seguidos por el 58% de la Generación Z (16-21) y el 55% de la Generación X (36-54). Casi la mitad (46%) de los Baby Boomers (55-64), serían favorables de incrementar el gasto por productos más eco-friendly (Compromiso RSE, 2020).

La demanda por productos ecológicos ha llevado a las marcas a reconsiderar sus métodos de producción, buscando minimizar el impacto ambiental y adoptar prácticas más sostenibles.

Ahora bien, este documento tiene como principal objetivo el brindar una herramienta metodológica y conceptual a los productores del sector del cuero y sus manufacturas orientándolos hacia la implementación de buenas prácticas en moda sostenible, economía circular y el uso de materiales sostenibles a través de la metodología ecobrief, en el que se introducen pasos clave para integrar criterios de sostenibilidad, estética y funcionalidad en el diseño de productos con el ánimo de insertar dinámicas de consumo responsable en el sector de la moda, cada vez más populares en la población.

2. Marco teórico

Los métodos y herramientas de diseño sostenible abundan, pero su aplicación en la práctica sigue siendo deficiente. Como indican Faludi *et al.*, (2020), aunque estas metodologías están

bien documentadas, su adopción a gran escala sigue siendo marginal, lo que refleja una desconexión entre la teoría y la práctica en el ámbito del diseño sostenible.

El *fast fashion* ha transformado radicalmente la industria de la moda, promoviendo un modelo de producción y consumo que se caracteriza por la alta rotación de productos y el acceso a prendas a precios bajos. Esta aceleración ha impulsado a los consumidores a comprar más y frecuentemente, con una menor preocupación por la durabilidad o el impacto ambiental de los productos que adquieren. Como resultado, la vida útil de los productos ha disminuido, lo que genera un alto volumen de desechos textiles y un aumento en el uso de materiales no renovables. (Fuertes, 2024)

Este rápido crecimiento de la producción de ropa y calzado, impulsado por el aumento de la riqueza y el consumo en las naciones en desarrollo, es una consecuencia de la “moda rápida”, que se ha definido como “un modelo de negocio basado en ofrecer a los consumidores novedades frecuentes en forma de productos de bajo precio y que marcan tendencia” (Niinimäki *et al.*, 2020). Esta tendencia masiva de consumo, impulsada por el *fast fashion*, ha contribuido a una sobreexplotación de recursos y a prácticas de producción poco éticas, afectando tanto al medio ambiente como a las comunidades involucradas en la cadena de valor.

En este contexto, la industria del calzado y marroquinería no ha sido ajena a estos problemas; al igual que en la moda textil, los productos de calzado a menudo son diseñados sin tener en cuenta su impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida. De acuerdo con Ellen MacArthur

Desde el principio me di cuenta de que la forma en que nuestra economía actual utiliza materiales

hasta agotarlos. Tratamos de utilizar menos cada año, porque sabemos que esos recursos son finitos, pero al final se agotarán por completo. Y en un mundo con una población en aumento que tiene una demanda cada vez mayor de recursos, ese sistema [lineal] no tiene sentido. No puede sumar. (Gong & Whelton, 2019)

En este punto es importante tener en cuenta los conceptos de economía lineal y economía circular: La economía lineal actual, basada en “tomar, hacer, desechar” se basa en grandes cantidades de materias y energía baratas y de fácil acceso, ha sido el elemento fundamental del desarrollo industrial y ha generado un nivel de crecimiento sin precedentes. Sin embargo, el incremento de la volatilidad de los precios, los riesgos de la cadena de suministro y las crecientes presiones han alertado a los líderes empresariales y los responsables políticos sobre la necesidad de repensar el uso de las materias y la energía; para muchos, es el momento adecuado para aprovechar las ventajas potenciales de una economía circular. (Ellen Macarthur Foundation, 2012) (Figura 1).

En contraposición, una economía circular es aquella que es restaurativa y regenerativa, y busca que los productos, componentes y materias mantengan su utilidad y valor máximos en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos. Este nuevo modelo económico trata en definitiva de desvincular el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos. Este enfoque aborda los crecientes desafíos relacionados con los recursos a los que se enfrentan las empresas y las economías, y podría generar crecimiento, crear empleo y reducir los efectos medioambientales, incluidas las emisiones de carbono. Dado que cada vez son más las voces que abogan por un nuevo modelo económico basado en el pensamiento de sistemas, una conjunción favorable sin precedentes de actores tecnológicos y sociales puede hacer posible ahora la transición a una economía circular. (Ellen Macarthur Foundation, 2012)

El esquema presentado a continuación hace referencia al cambio que se ha empezado hacer desde el ciclo de la moda sostenible una tendencia en desarrollo en la industria de la moda que pone énfasis en la responsabilidad social y ambiental en cada etapa

del ciclo de vida de la ropa. Esta estrategia tiene en cuenta los efectos ambientales del abastecimiento de materias primas, los procedimientos de fabricación, las estrategias de distribución y la eliminación al final de su vida útil (Figura 2).

Figura 1. Modelo Economía Lineal



Fuente: Ellen Macarthur Foundation (2012).

Figura 2. Modelo de economía circular



Fuente: Manrique (2024).

La moda sostenible busca reducir el daño ambiental y promover las buenas prácticas en la ética laboral, como pagar a los trabajadores de manera justa y brindar óptimas condiciones laborales en toda la cadena de suministro. La necesidad de alternativas sostenibles ha aumentado en los últimos años debido a la conciencia y la preocupación de los consumidores por los efectos sociales y ambientales negativos de la moda rápida (Figura 3).

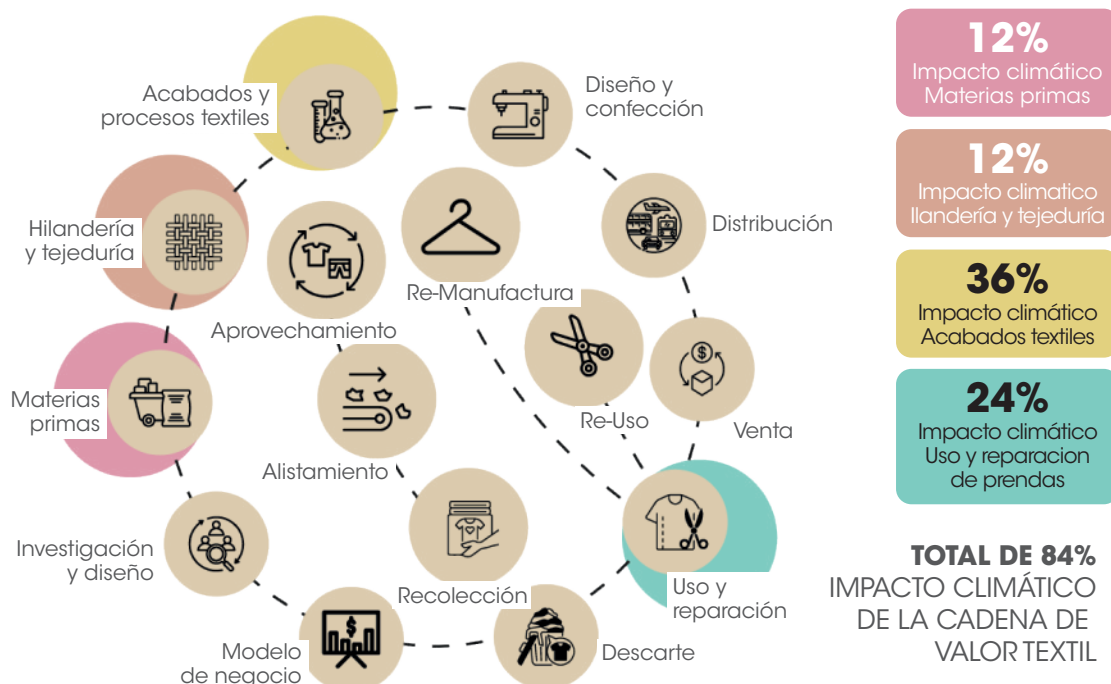
Durante la fabricación de productos de moda como ropa, calzado y accesorios, varias etapas del proceso son responsables de un impacto significativo en medio ambiente. El análisis de estas etapas revela cómo contri-

buyen al cambio climático y la urgencia de abordar estas prácticas (Manrique, 2024).

La comprensión de estas etapas permite evidenciar las profundas intersecciones entre los impactos de la industria de la moda y las prácticas en la fabricación de calzado y marroquinería. Cada fase del ciclo de vida de los productos refleja desafíos particulares que son críticos para el sector objeto de estudio:

Materias primas (12%): En la industria del calzado y la marroquinería, el uso de cuero es uno de los aspectos más relevantes. Este material, frecuentemente proveniente de Brasil, no solo está vinculado a la deforestación del

Figura 3. Etapas más contaminantes en el modelo de economía circular



Amazonas, sino que también conlleva un alto consumo de agua y productos químicos durante su procesamiento. Asimismo, el uso de alternativas sintéticas como poliuretano y PVC genera impactos significativos debido a los procesos petroquímicos necesarios para su obtención, que incrementan las emisiones de gases de efecto invernadero.

Hilandería y tejeduría (12%): En esta etapa, la creación de componentes textiles como forros y cordonerías es clave en la industria del calzado. Por ejemplo, la fabricación de fibras sintéticas para estos elementos requiere maquinaria especializada y altos niveles de energía, lo que aumenta la huella de carbono del producto final. En contraste, opciones como hilazas de algodón sostenible representan una oportunidad para reducir este impacto, aunque su adopción aún es limitada debido a costos y disponibilidad.

Acabados textiles (36%): El teñido y los tratamientos superficiales de materiales empleados en la fabricación de calzado y marroquinería son particularmente problemáticos. En muchos casos, los procesos de acabado de cueros, textiles, y suelas emplean productos químicos tóxicos que generan residuos peligrosos, los cuales suelen ser vertidos en cuerpos de agua sin un tratamiento adecuado. Esto no solo afecta la calidad del agua, sino también los ecosistemas locales y la salud de las comunidades cercanas.

Uso y reparación (24%): Aunque los productos de calzado y marroquinería son diseñados para durar, la realidad es que la obsolescencia programada, dificulta reparar ciertos componentes lo que generan un ciclo continuo de desecho y compra de nuevos artículos. Por ejemplo, suelas fabricadas con EVA o PU, aunque resistentes, son difíciles de reparar o reciclar, lo que limita las inicia-

tivas de economía circular en este sector. Sin embargo, la tendencia hacia diseños modulares y reparables está empezando a abrir un camino hacia una mayor sostenibilidad.

Cada una de estas etapas evidencia la necesidad de transformar las prácticas actuales en la industria del calzado y la marroquinería, adoptando materiales más sostenibles, procesos de producción amigables con el medio ambiente y un enfoque que priorice la funcionalidad y durabilidad, todo ello dentro del marco de una economía circular.

3. Metodología

Se plantea entonces una propuesta metodológica práctica y adaptable diseñada para integrar de manera efectiva estética, funcionalidad y sostenibilidad, en el diseño y la producción de calzado y marroquinería. Su enfoque sencillo y versátil permite su aplicación tanto en entornos académicos como empresariales, ofreciendo una comprensión accesible para diversos perfiles. Además, facilita procesos rápidos de prototipado, convirtiéndola en una solución ideal para quienes buscan innovar en la creación de productos sostenibles sin sacrificar eficiencia ni creatividad.

En consecuencia, contribuir a mitigar las etapas más contaminantes dentro del marco de la moda circular, el equipo de investigación de SENNOVA del Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC- realizó un proceso de investigación integral. Esta se basó en los principios de sostenibilidad y diseño aplicado al desarrollo de propuestas innovadoras en calzado y marroquinería.

La metodología adoptó un enfoque de investigación mixta que combinó revisión documental, trabajo de campo y experimen-

tación práctica. A través de este enfoque, se buscó integrar conocimientos teóricos y prácticas aplicadas que guiaran cada etapa del proyecto. El proceso metodológico fue organizado en cuatro etapas principales, las cuales se detallan a continuación:

3.1. Etapa 1: Construcción conceptual y análisis preliminar

La primera fase del proyecto se centró en consolidar una base teórica y práctica sólida, a través de la exploración detallada de fuentes bibliográficas relacionadas con materiales sostenibles, teniendo en cuenta el gran debate que hay sobre el uso del cuero animal y las alternativas sintéticas al cuero, como el poliuretano que vienen utilizándose hace varios años como alternativa “más sostenible”. Esta afirmación está muy cuestionada debido a que el material es proveniente del petróleo y el uso y la eliminación del mencionado material plantea sus propios problemas ambientales.

Como consecuencia esta alternativa denominada “piel vegana” se posiciona hoy como

la opción favorita de material aplicado en varias prendas y accesorios de moda, pero no todas las alternativas son iguales, ni su producción está libre de debate.

Esta perspectiva permitió definir una estructura teórica a través del proyecto GREEN-MATSHOE, cuyo objetivo es desarrollar materiales sostenibles para el calzado basados en fibras recicladas y acabados ecológicos, la guía elaborada por el (Centro Tecnológico de Calzado INESCOP, 2021) se ha convertido en una referencia clave. Esta nos ofrece información esencial para comprender el proceso de selección de materiales y ayuda a distinguir entre varios tipos, con el fin de minimizar el impacto ambiental en la industria del calzado la cual incluyó nueve términos clave (Figura 4).

El documento también establece una definición clara de lo que constituye un material sostenible. Estos son aquellos materiales que, a lo largo de todo su ciclo de vida, cumplen con criterios específicos que aseguran un impacto ambiental reducido, como se muestra en la Figura 5.

Figura 4. Terminología de Materiales Sostenibles



Fuente: INESCOP (2021).

Figura 5. Componentes de materiales sostenibles



Fuente: INESCOP (2021).

Simultáneamente se llevaron a cabo visitas estratégicas a proveedores locales con el objetivo de recolectar muestras representativas de materiales con potencial sostenible. Estas muestras fueron sometidas a un análisis riguroso, que incluyó tanto la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) como pruebas de laboratorio enfocadas en evaluar propiedades clave, como su composición y desempeño mecánico, garantizando su viabilidad para aplicaciones en la industria del calzado y la marroquinería.

El análisis de sostenibilidad se realizó utilizando la metodología ACV desarrollada por el instructor Jhowan Blanco del CMTC, una herramienta avanzada que evalúa el impacto ambiental de materiales y productos a lo largo de todas sus fases, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. Este enfoque se fundamenta en principios de ecodiseño, con el propósito de minimizar los impactos ambientales negativos durante el ciclo de vida del producto. En este contexto, Blanco integró el Eco-Indicator 99, (Goedkoop et al., s.f.). Método simplificado que permite interpretar y comparar resulta-

dos de forma práctica mediante indicadores cuantificables, facilitando la toma de decisiones sostenibles en el diseño de productos. Además, se empleó la herramienta Umberto, que posibilita la simulación de flujos de materiales y energía para realizar un análisis exhaustivo de los procesos productivos.

La combinación de las herramientas Eco-indicator 99 y Umberto permitió al instructor Jhowan Blanco desarrollar una herramienta práctica y eficiente para el análisis del ciclo de vida (ACV) aplicada al sector de la moda. Esta herramienta se materializa en un formato en Excel estructurado en dos partes principales:

3.1.1. Informe cualitativo

Incluye apartados para registrar información clave sobre el producto o servicio, como:

- Generalidades: Nombre, sector, subsector y descripción del producto.
- Fases del ciclo de vida: Obtención de materias primas, procesos productivos, distribución y transporte, uso/consumo, y final de vida útil.

3.1.2. Informe cuantitativo

Extiende los apartados mencionados, pero con un enfoque numérico. En este se detallan:

- Materiales o procesos involucrados.
- Cantidad empleada.
- Indicadores ambientales derivados del Eco-indicator 99.
- Resultados ponderados por fase del ciclo de vida.

Al diligenciar el formato, se generan resultados visuales, como diagramas de barras, que representan los impactos ambientales en cada etapa. Estos resultados son complementados con una descripción interpretativa realizada por un profesional en ingeniería ambiental, facilitando su comprensión.

El análisis del ciclo de vida (ACV) de los materiales evaluados permitió identificar hallazgos destacados y comparativos entre ellos. Fibra de plátano, Carbó y Fique, provenientes de fuentes renovables, demostraron mediante pruebas de laboratorio FTIR tener mínimas

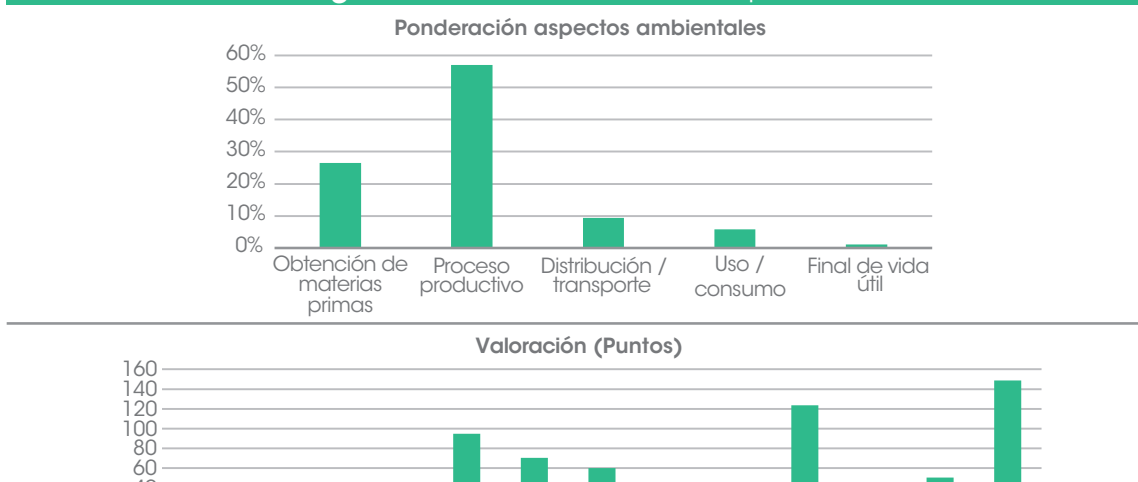
cantidades de componentes plásticos. En contraste, Flavedo mostró una menor presencia de plásticos en comparación con Recos, que evidenció una alta proporción de derivados plásticos. A continuación, se destacan los hallazgos más destacados de cada material:

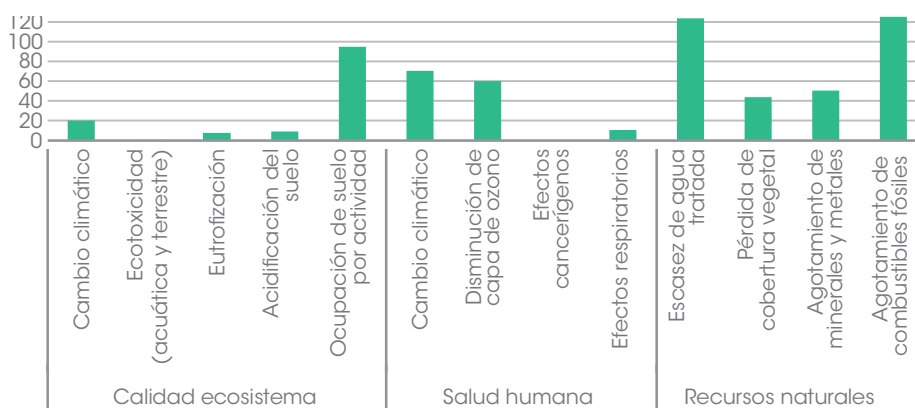
Fibra de plátano

Material desarrollado a partir de la planta herbácea perenne de gran tamaño, se le considera una hierba porque sus partes aéreas mueren y caen al suelo cuando termina la estación de cultivo. Es perenne porque de la base de la planta surge un brote llamado hijo, que reemplaza a la planta madre, desarrollada por el instructor Juan Manuel Díaz del CMTC.

Concentró impactos ambientales en el proceso productivo (57%) debido al consumo de agua, energía y productos químicos, mientras que la obtención de materias primas representó el 27% por la explotación de recursos vegetales. Las categorías de impacto más relevantes incluyeron el agotamiento de recursos naturales, cambio climático y pérdida de cobertura vegetal (Figura 6 y 7).

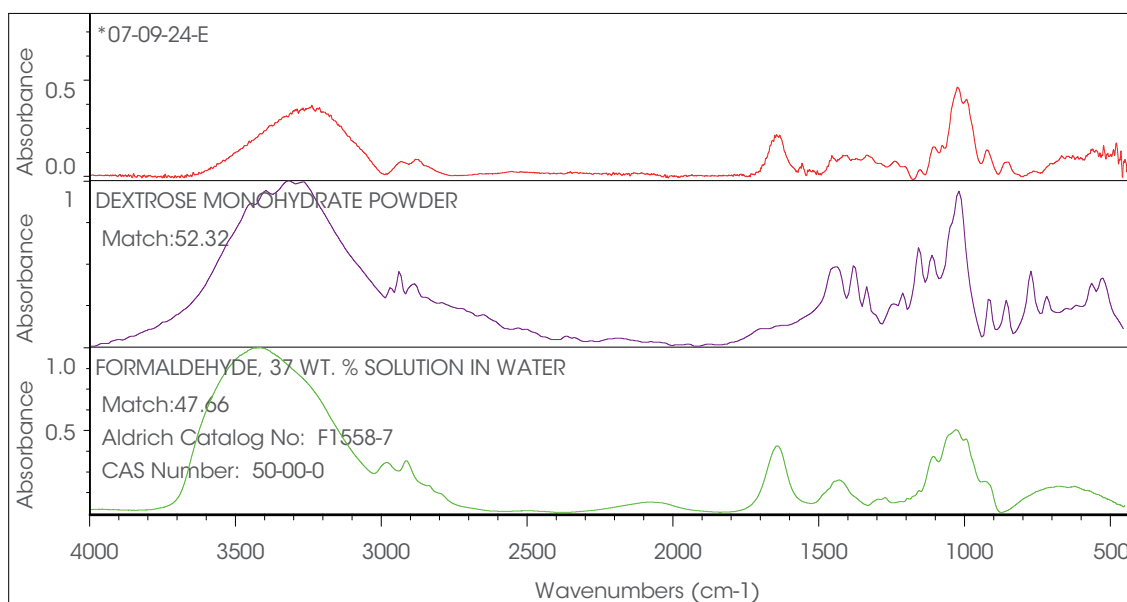
Figura 6. Resultados ACV Fibra de plátano





Fuente: elaboración propia.

Figura 7. FTIR Fibra de plátano



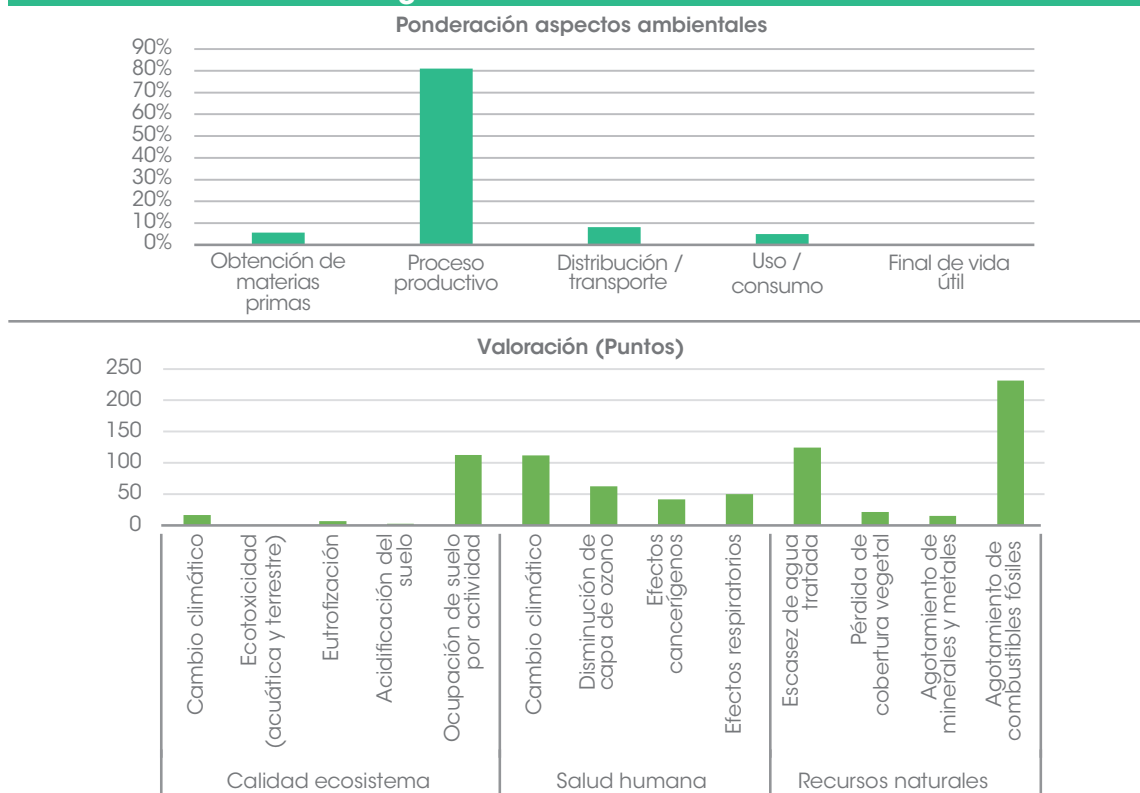
Fuente: Informe de resultados Laboratorio SENA-CMTC 07-09-24.

Carbo

Material que combina alginato de sodio, glicerina, aceite de soja, carbón activado y agua que resulta en una solución gelatinosa para luego verterse en moldes, y luego secar a baja temperatura para generar láminas de bioplástico. Este procedimiento no utiliza productos químicos tóxicos fue creado por David Cabra.

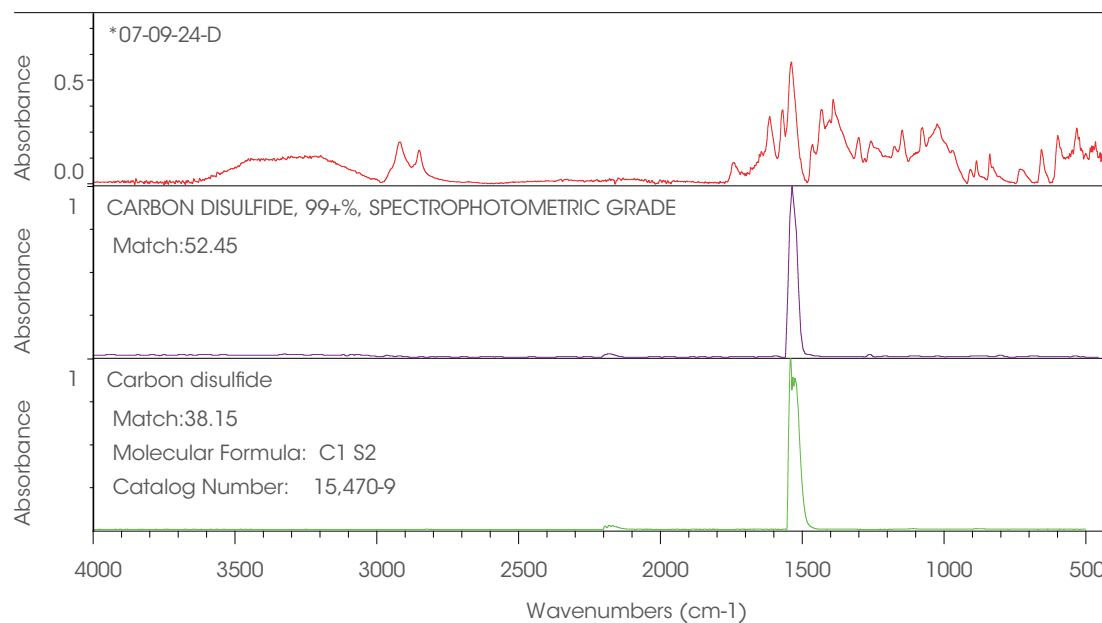
Presentó un alto impacto en el proceso productivo (81%), asociado al uso intensivo de agua y energía en el tinturado, seguido por distribución/transporte (8%). Los principales impactos fueron el agotamiento de combustibles fósiles y efectos respiratorios (Figura 8 y 9).

Figura 8. Resultados ACV Carbo



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. FTIR Carbo



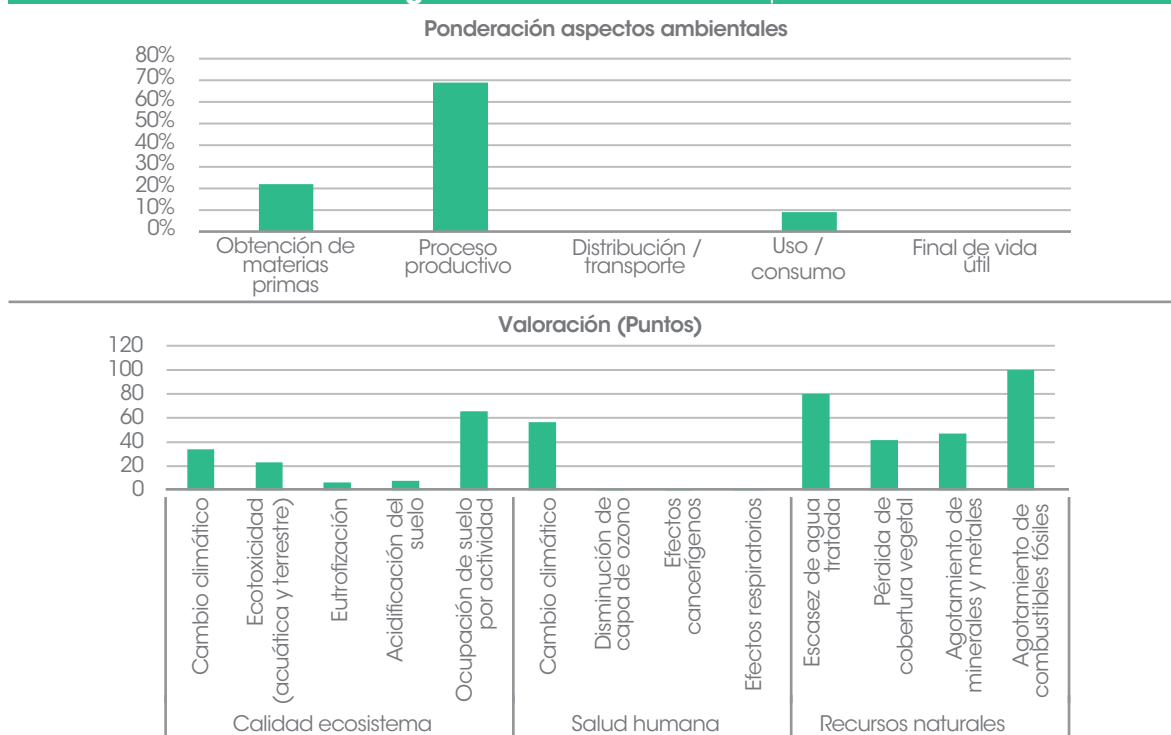
Fuente: Informe de resultados Laboratorio SENA-CMTC 07-09-24

Fique artesanal

Producido por la marca Cultura Material, es una fibra vegetal proveniente de las hojas de la planta Furcraea, se destaca por ser biodegradable, ligera y capaz de proporcionar una textura única y rústica a los productos.

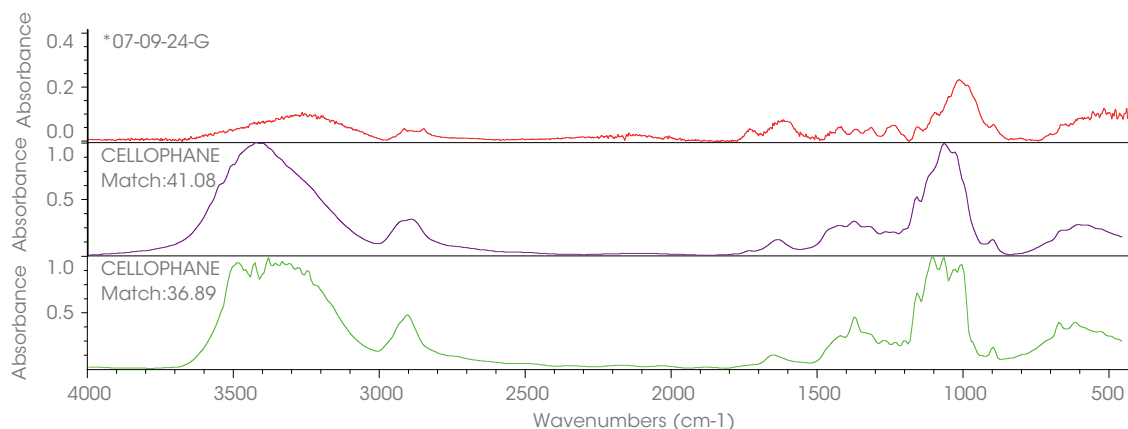
Mostró un impacto destacado en el proceso productivo (69%) y en la obtención de materias primas (22%) por el aprovechamiento vegetal. Los daños más significativos incluyeron el agotamiento de combustibles fósiles, cambio climático y ocupación del suelo agrícola (Figura 10 y 11).

Figura 10. Resultados ACV Fique



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. FTIR Fique



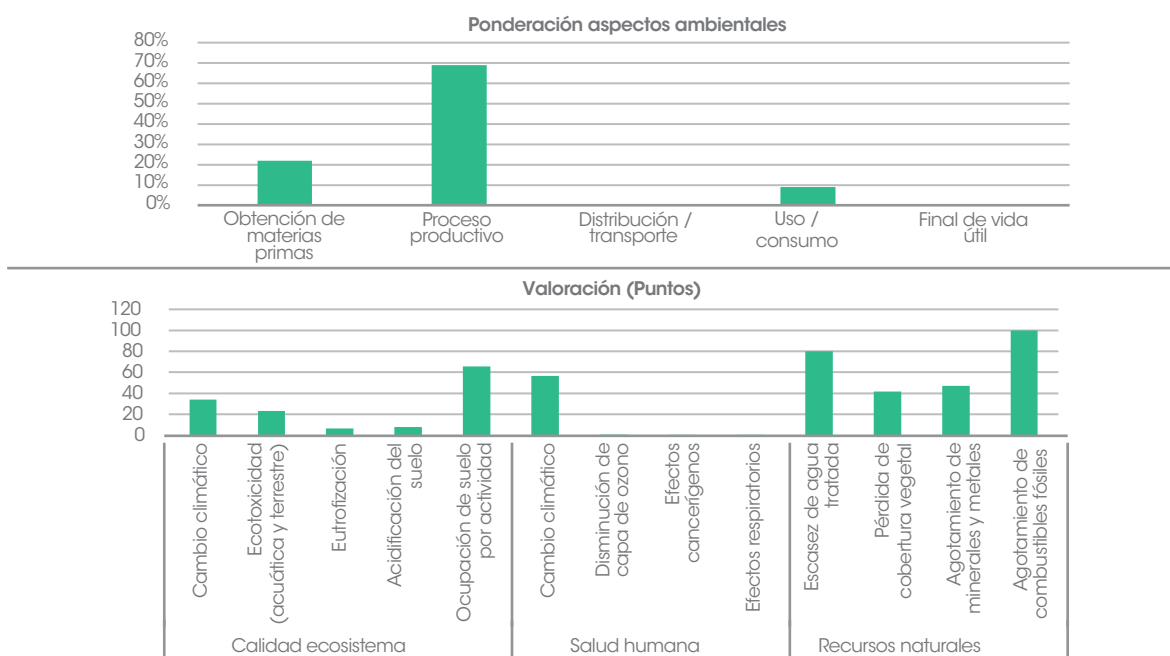
Fuente: Informe de resultados Laboratorio SENA-CMTC 07-09-24

Flavedo

Un innovador material Compuesto a base de cáscara de naranja, almidones, pigmentos orgánicos o naturales, resinas PVC plastificantes orgánicos tela algodón 100 %, es un producto con una composición orgánica compostable del 62 % creado por Imag Piel.

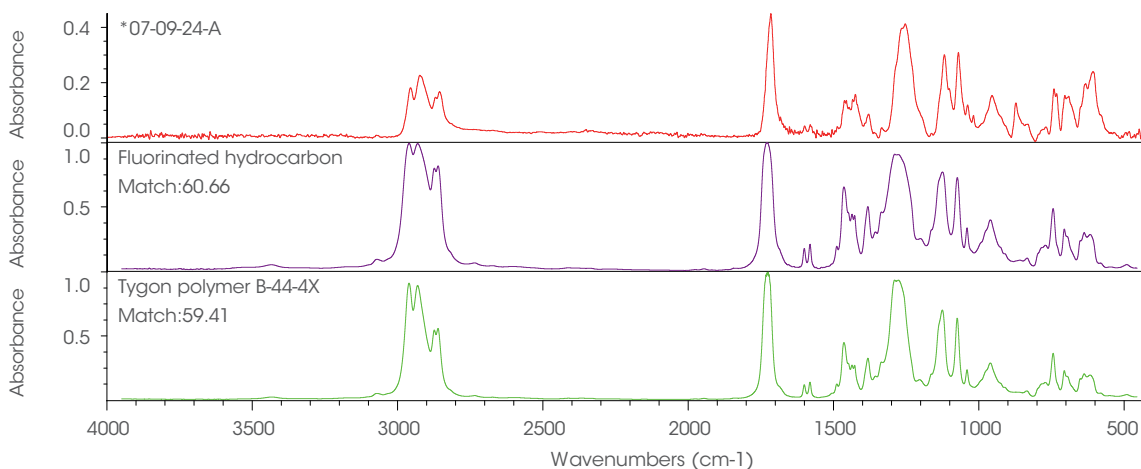
Tuvo sus mayores impactos en las fases de uso/consumo (49%) y transporte (47%), relacionados con distancias recorridas y consumo de combustibles. Sus prácticas con materiales orgánicos redujeron significativamente los impactos en recursos naturales y ecosistemas (Figuras 12 y 13).

Figura 12. Resultados ACV Flavedo



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. FTIR Flavedo



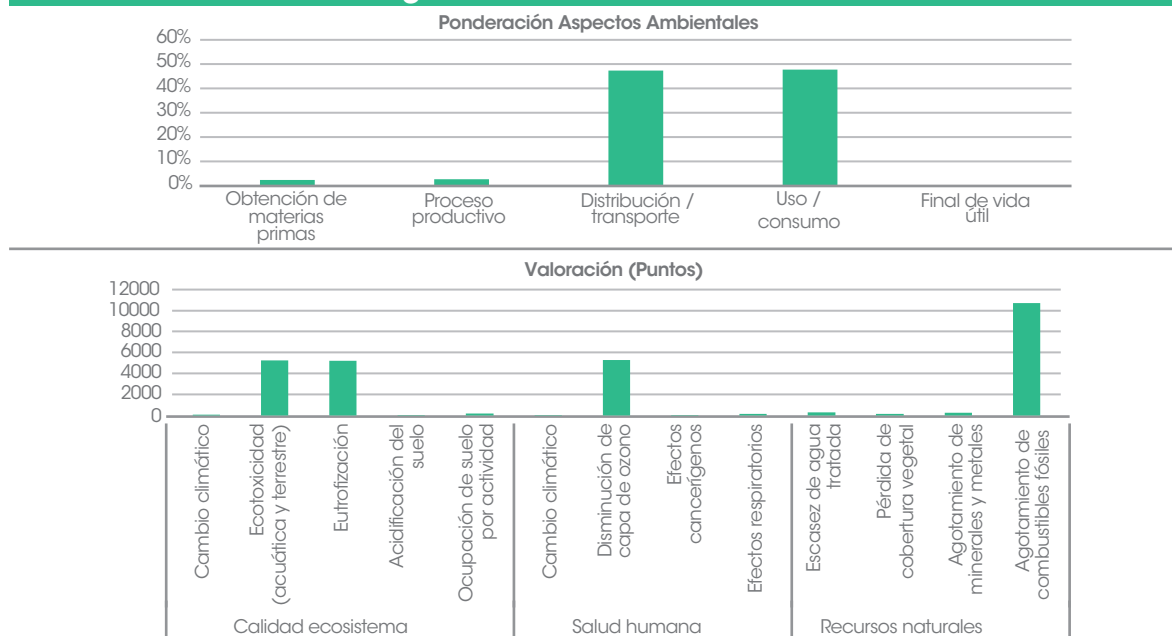
Fuente: Informe de resultados Laboratorio SENA-CMTC 07-09-24

Recos

Material desarrollado por la empresa mexicana Simil Cuero Plymouth a partir de algodón reciclado, poliéster recuperado y biopolímeros a base de trigo y maíz.

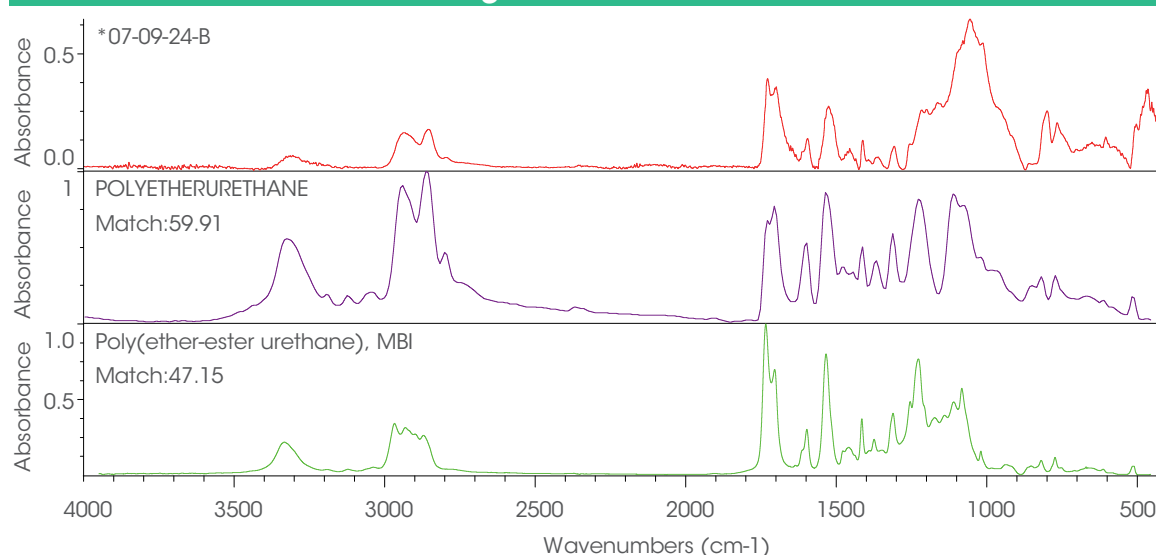
Similar a Flavedo, presentó impactos concentrados en uso/consumo (48%) y transporte (47%), también ligados al uso de combustibles. Sin embargo, su mayor contenido plástico aumentó su impacto ambiental en comparación con flavedo (Figuras 14 y 15).

Figura 14. Resultados ACV Recos



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. FTIR Recos



Fuente: Informe de resultados Laboratorio SENA-CMTC 07-09-24

En síntesis, la Fibra de plátano, Carbó y Fique sobresalen como opciones más sostenibles debido a sus fuentes renovables y bajos niveles de componentes plásticos, mientras que Flavedo, aunque menos plástico que Recos, mantiene un perfil ambiental mejorado gracias a prácticas ecológicas. Por el contrario, Recos se posiciona como el material con mayores impactos ambientales por su composición plástica y uso intensivo de combustibles.

Al comparar las muestras, se encontró reticencia por parte de los creadores en compartir información detallada sobre la composición de sus productos. Esta falta de transparencia representa un obstáculo para la trazabilidad y dificulta la alineación con un compromiso ambiental claro.

A pesar de los desafíos asociados con los materiales sostenibles, los resultados obtenidos destacan su excelente potencial estético y su menor impacto ambiental, especialmente en la fase de obtención de materias primas, en comparación con los materiales sintéticos convencionales. Aunque sus procesos productivos requieren un consumo significativo de energía y agua, este es considerablemente menor frente a alternativas tradicionales. Las pruebas de laboratorio, como FTIR, solidez de color a la transpiración, al frote y resistencia a la abrasión, evidenciaron que Recos y Flavedo tuvieron los mejores comportamientos en dichas evaluaciones. Por su parte, el Fique demostró un excelente desempeño, aunque no es adecuado para todas las aplicaciones en calzado. En tanto, la Fibra de plátano y Carbó, si bien poseen una apariencia novedosa, requieren mejoras en sus características mecánicas. Sin embargo, su potencial innovador y sostenible los hace valiosos para su integración en los prototipos y para continuar explorando su desarrollo.

Ahora bien, es fundamental destacar la relevancia de investigar tanto las tendencias globales como los enfoques innovadores en la industria, especialmente aquellos que priorizan propuestas sostenibles y regenerativas. Este análisis no solo ofrece inspiración para el desarrollo de productos atemporales que reduzcan la huella ambiental, sino que también promueve prácticas responsables en toda la cadena de valor. Además, la implementación de encuestas dirigidas al consumidor final permitió captar sus expectativas y preferencias, estableciendo una alineación estratégica entre las necesidades del mercado y las propuestas diseñadas. Este enfoque refuerza la importancia de integrar materiales sostenibles en productos que no solo respondan a las demandas ambientales, sino que también sean coherentes con las aspiraciones de un consumidor cada vez más consciente.

3.2. Etapa 2: Diseño conceptual y desarrollo creativo

En esta segunda etapa, se construyó un concepto de diseño que conjugó funcionalidad, estética y sostenibilidad, tomando como referencia los hallazgos de la fase inicial. Se seleccionaron los materiales identificados como más prometedores y se definió una paleta cromática que reflejara la conexión con el estilo casual e informal, alineándose con un universo de vestuario sostenible.

A partir de estos insumos, se elaboraron diez propuestas iniciales mediante bocetos e ilustraciones que incorporaron criterios de ecodiseño. Estas ideas evolucionaron con el apoyo de herramientas avanzadas como inteligencia artificial, que aportó realismo a las representaciones visuales, y software especializado en modelado 3D, que generó renders detallados de las propuestas finales. Como resultado las tecnologías facilitaron una representación clara y precisa de los componentes de cada diseño.

3.3. Etapa 3: Prototipado y validación técnica

La tercera fase se enfocó en llevar las propuestas conceptuales a la realidad, a través de la construcción de prototipos físicos. Este proceso combinó técnicas tradicionales de manufactura artesanal con innovaciones tecnológicas como la impresión 3D, que optimizó la producción de componentes clave.

Los prototipos fueron desarrollados con el apoyo técnico de instructores especializados y evaluados a través de pruebas técnicas y de percepción. Estos ensayos permitieron valorar aspectos como confort, durabilidad y funcionalidad, asegurando la calidad de los productos y detectando oportunidades de mejora.

4. Resultados

Dentro de este orden de ideas la herramienta metodológica planteada se consolida como un puente entre el marco teórico y la metodología previamente expuesta, resultando en el desarrollo del ecobrief, un enfoque estructurado que sintetiza la estética, la fun-

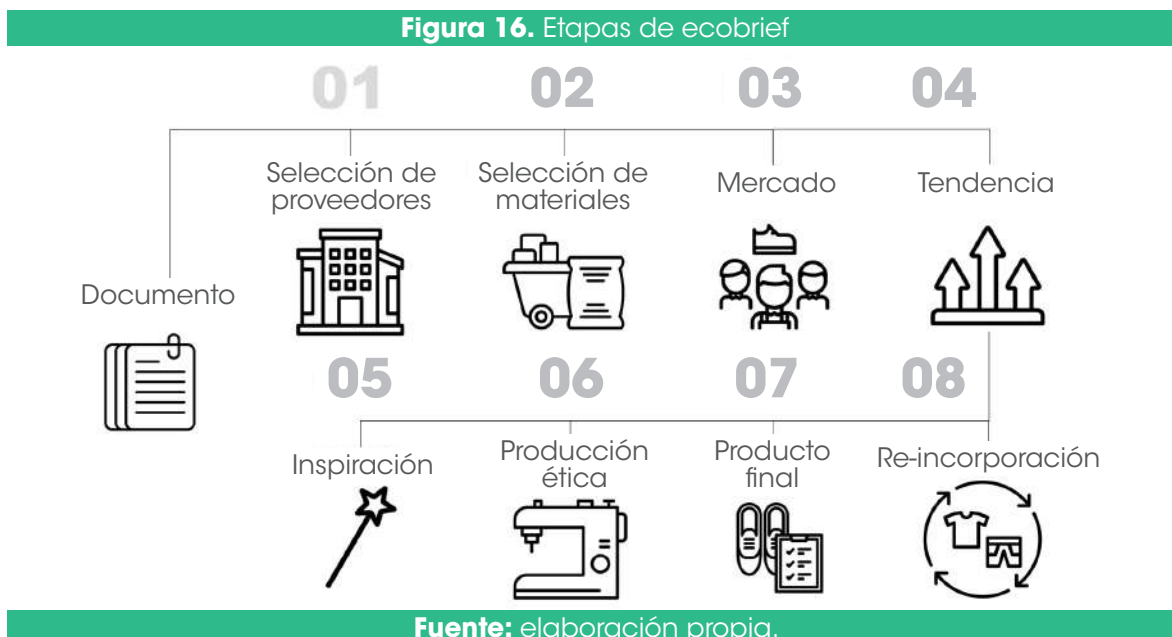
cionalidad y la sostenibilidad en cada etapa del diseño y producción de productos de moda sostenible como el calzado y la marroquinería.

El ecobrief, basado en principios de sostenibilidad, se alinea perfectamente con las necesidades de la industria, al tiempo que responde a las exigencias de consumidores cada vez más conscientes. Este resultado no solo traduce la teoría en práctica, sino que también proporciona un modelo flexible y aplicable en diferentes contextos, ya sea académico o empresarial (Figura 16).

4.1. Etapas del Ecobrief

4.1.1. Selección de Proveedores

Basada en el análisis de proveedores locales planteados en la metodología se seleccionó a empresas que operan bajo prácticas éticas, garantizando procesos transparentes y un compromiso con la sostenibilidad, se encontró que solo un número reducido de mar-



cas están elaborando materiales sostenibles, entre ellas están Cultura Material (Fique), ImagPiel (Flavedo) y Simil Cuero Plymouth (Flavedo) estas dos últimas comercializan sus productos a nivel nacional e internacional los cuales son conscientes de sus progresos y dificultades al desarrollar innovaciones en materiales.

Ahora bien, en las demás visitas concertadas con otros proveedores, surgió un problema común: el uso de un discurso confuso o incluso engañoso sobre la sostenibilidad de los materiales. Varios proveedores locales, realizaban una fuerte insistencia en catalogar sus productos como sostenibles y libres de crueldad animal, estos argumentos se basaban únicamente en que tenían un bajo impacto ambiental por la ausencia de materiales animales o naturales, abandonando otros aspectos esenciales de la responsabilidad ambiental, como resultado se evidenciaba la falta de implementación de metodologías y herramientas de diseño sostenible; De acuerdo con (Choi & Lee, 2021) . En muchos casos, las empresas que se autodenominan sostenibles lo hacen porque afirman ser parte de la “moda vegana”, caracterizada por no usar cuero, lana, seda o pieles, y porque no experimentan con animales.

4.1.2. Selección de Materiales

De acuerdo con los resultados del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y las pruebas de laboratorio, se priorizó el uso de fibras naturales, recicladas y degradables, optimizando criterios de durabilidad y accesibilidad, con un enfoque claro en la reducción del impacto ambiental. Como parte de esta priorización, se seleccionó la Fibra de plátano, debido a su mayor disponibilidad y acceso en comparación con materiales como Carbo y Fique. Este material fue desarrollado directamente

en el CMTC, lo que facilitó la obtención de muestras y su integración en el proceso.

Por otro lado, gracias a un convenio con la Universidad ECCI, se incorporó una suela fabricada en caucho natural y mucílago de café, un material innovador que combina sostenibilidad y funcionalidad. Como opción para el forro, se seleccionó un material a base de algodón con propiedades antibacterianas, asegurando tanto el confort como la higiene del producto.

Estas primeras selecciones de materiales constituyen una base fundamental para su posterior aplicación en el diseño de productos de calzado y marroquinería, garantizando un enfoque alineado con los conceptos de sostenibilidad y moda circular.

4.1.3. Análisis de Mercado

La necesidad de ofrecer a los consumidores nuevos productos en cada temporada, exige planificación, investigación, análisis, evaluación, por supuesto inspiración, creatividad, capacidad de coordinación y de interpretación de las tendencias que detectan patrones de comportamiento, predicen y orientan el comportamiento de consumo (Moscoso Barcia, 2022)

Por tal razón en el marco del International Footwear & Leather Goods de julio de 2024 que tuvo lugar en Bogotá D.C, se llevó a cabo una encuesta a 163 asistentes del evento para identificar las necesidades, inquietudes y preferencias del mercado en relación con productos de calzado y marroquinería sostenibles. Los resultados aportaron información clave:

- El 37% de los encuestados pertenece al grupo de 25 a 35 años, siendo este segmento el más interesado en consumir

productos sostenibles de calzado y marroquinería.

- El 52% considera que la comodidad es el factor más importante al momento de elegir calzado.
- El 34% da importancia a la reparación del calzado, motivados por aspectos como economía, sostenibilidad, valor sentimental, estética y estilo.
- El 45% señala el desgaste como la principal razón de reemplazo, destacando problemas como el deterioro de la suela, desgaste de la capellada y pérdida de soporte o amortiguación.
- El 48% considera relevante generar impacto positivo mediante la compra de calzado que apoye causas sociales y ambientales, promueva empleos dignos, preserve recursos naturales y respalde a artesanos locales.
- Un 62% muestra interés en adquirir calzado y marroquinería elaborados con materiales sostenibles.
- El 81% prefiere los tenis, valorando su versatilidad para diferentes contextos, desde actividades deportivas hasta situaciones casuales y de moda.

Estos resultados subrayan la necesidad de desarrollar productos que combinen comodidad, durabilidad y capacidad de reparación, alineándose con las expectativas del mercado y fomentando un impacto positivo tanto social como ambiental. La información obtenida sirve como base para orientar las decisiones de diseño y producción en las siguientes etapas dentro del ecobrief.

4.1.4. Investigación de Tendencias

En esta etapa, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la evolución de la moda sostenible, proyectando las preferencias del mercado hacia 2025-2026. Este ejercicio permitió diseñar productos que no solo respondan a estilos de vida emergentes, sino que también integren valores de sostenibilidad y transparencia, cada vez más demandados por los consumidores. Como resultado estos fueron los principales hallazgos:

- Las tendencias actuales y futuras se orientan hacia productos y servicios que no solo reduzcan el impacto ambiental, sino que también restauren el equilibrio emocional de los consumidores, generando un sentido de paz y conexión con el entorno.
- Estas tendencias están estructuradas en torno a los pilares de consideración, empatía y respeto, que guiaron tanto el desarrollo técnico de los materiales como el diseño conceptual de los productos. Estos valores se reflejan en cada etapa del proceso, desde la selección de materiales hasta la comunicación con los consumidores. (Pinker Moda, 2023)
- La transparencia en los procesos de las marcas y sus proveedores es un aspecto fundamental. Los consumidores demandan mayor claridad sobre el origen de los materiales, las condiciones laborales y los impactos ambientales de los productos que adquieren. Este enfoque permite construir confianza y fidelidad hacia las marcas comprometidas con prácticas responsables.
- Las tendencias proyectadas destacan la necesidad de crear diseños que equilibren estética, funcionalidad y sostenibilidad. Estas propuestas se centran en soluciones inno-

vadoras, como materiales reciclados, biodegradables y procesos de producción éticos, que minimicen la presión sobre los recursos naturales.(Alibaba, 2024)

- Se identificó que los nuevos productos deben estar alineados con iniciativas que promuevan la preservación ambiental y fomenten el uso de tecnologías limpias en la industria de la moda.

En conclusión, la etapa aporta una base sólida para el diseño de productos que no solo sean sostenibles y funcionales, sino que también respondan a las expectativas de transparencia que el mercado exige, proyectándose como una opción ética y vanguardista hacia el futuro.

4.1.5. Inspiración Visual

Posteriormente se creó un *moodboard* visual que sintetizó las ideas clave y funcionó como

una guía conceptual y creativa para el concepto de diseño.

Este enfoque fue clave en el desarrollo de la herramienta visual creativa que conecta la estética del producto con la sostenibilidad; permitiendo entrelazar las texturas y colores de los materiales sostenibles seleccionados para el desarrollo de los prototipos, fomentando una conexión profunda entre el usuario y los recursos naturales de los que provienen los materiales (Figura 17).

En esta misma etapa se realiza una conceptualización por medio de la bocetación, donde surgieron varias ideas para bolsos y tenis. A partir de las propuestas planteadas, se seleccionaron los modelos que serían construidos aplicando la selección de materiales. Con la ayuda de software de modelado 3D, se obtuvo una visualización precisa de las aplicaciones del diseño, mientras que

Figura 17. Moodboard de inspiración



Fuente: elaboración propia.

las primeras pruebas de impresión 3D permitieron crear apliques como las cordonerías. Este enfoque busca mezclar técnicas tradicionales de construcción de calzado con nuevas tecnologías, utilizando materiales como PLA en la impresión 3D, que ha mostrado un gran potencial en aplicaciones de calzado. (Quiroga Vergel *et al.*, 2022) (Figuras 18 y 19).

4.1.6. Producción Ética

En esta etapa se integraron técnicas artesanales y tecnológicas para garantizar un equilibrio entre sostenibilidad, funcionalidad e innovación. Se adoptó la técnica tradicional del gallineto o paño inglés, realizada manualmente con hilaza de algodón, seleccionada como alternativa a la fibra de plátano debido a problemas de suministro. Bajo la dirección de la instructora Luz Stella Morales, y con la participación del aprendiz Gregorio Baquero, se construyó un telar artesanal que no solo permitió la creación del textil, sino también una valiosa transferencia de conocimientos, fortaleciendo las capacidades técnicas del equipo. Paralelamente, se aplicaron técnicas

de impresión 3D en la fabricación de cordonerías de material reciclado PLA, que aportaron personalización, diseño y funcionalidad, reduciendo el desperdicio de materiales. Este enfoque híbrido fusionó la herencia artesanal con la innovación tecnológica, reflejando un compromiso con los principios de la moda circular y la sostenibilidad en cada etapa del proceso productivo (Figuras 20 y 21).

4.1.7. Desarrollo del Producto Final

En la etapa de producto final, bajo la guía del instructor Pedro Olmos, se seleccionaron cuidadosamente la horma y la suela más adecuadas para garantizar un encaje perfecto y optimizar la construcción del calzado. Se realizaron camisas de comprobación y perfiles para verificar ajustes, y tras su aprobación, se trazaron y cortaron los moldes necesarios. El instructor Hernán Jiménez lideró las etapas de costura, armado y montaje, asegurando la funcionalidad y calidad del calzado según los estándares del proyecto. En el desarrollo de marroquinería, la instructora Sandra Velázquez dirigió las fases de diseño, corte, ensam-

Figura 18. Modelado 3d de propuesta de calzado y marroquinería



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Modelado 3d de propuesta de calzado



Fuente: elaboración propia.

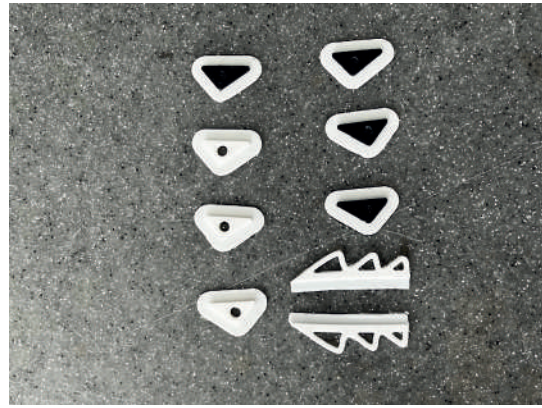
ble y acabados, alineando cada detalle con los principios de sostenibilidad y estética del proyecto. Finalmente, se llevó a cabo una sesión fotográfica con un enfoque minimalista y sostenible que destacó los valores diferenciadores de los prototipos, integrando elementos comerciales para su posicionamiento estratégico en el mercado.

Figura 20. Técnica de paño ingles elaborada en telar



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Cordoneras elaboradas en impresión 3D



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Productos finales



Fuente: elaboración propia.

4.1.8. Reincorporación al ciclo productivo

Esta etapa es un proceso de evolución y validación donde se integren estrategias para el fin de vida útil, como el reciclaje, reutilización y reparación promoviendo la circularidad y reduciendo el impacto ecológico. En esta etapa, los productos finales se someterían a pruebas específicas de degradabilidad y desintegración, con evaluaciones proyectadas a 3, 6 y 12 meses en ambientes controlados de descomposición. Estos análisis permitirían identificar el comportamiento de los materiales y ajustar su diseño para maximizar su sostenibilidad. Esta etapa cierra la implementación del ecobrief, consolidando su aplicabilidad práctica tanto en entornos académicos como empresariales, y demostrando su efectividad para desarrollar productos de calzado y marroquinería sostenibles en un periodo de 7 meses. Este tiempo es adecuado para que las empresas de moda proyecten colecciones sostenibles, ralentizando el consumo y fomentando productos atemporales e innovadores.

Por último, esta etapa no se considera conclusiva, sino evolutiva. Los resultados obtenidos servirán como base para explorar y definir nuevas etapas que puedan enriquecer la metodología, asegurando que el ecobrief se mantenga como una herramienta versátil y en constante mejora, capaz de responder a los desafíos dinámicos de la industria de la moda sostenible.

5. Discusión

La metodología ecobrief representa un cambio fundamental en el desarrollo de productos de moda sostenible, y como se ha mencionado anteriormente ofrece múltiples bondades en términos de innovación y estética. Más allá del sector del calzado y la ma-

rrroquinería, el ecobrief tiene el potencial de impactar positivamente en otros segmentos de la moda, como la confección de textiles, prendas y joyería. Su implementación fomenta la creación de productos atemporales, reparables y con materiales renovables.

En este sentido, la educación y la concienciación desempeñan un papel clave en la adopción de otras metodologías de diseño como el ecodiseño lo cual no es mal visto. Sin embargo, las empresas como los programas académicos deben priorizar la formación de diseñadores y fabricantes en prácticas sostenibles, incentivando un cambio cultural dentro de la industria mucho más rápido y urgente con el uso del ecobrief. Esto no solo responde a la demanda de consumidores más conscientes, sino que enfrenta la producción masiva del *fast fashion*, así mismo prepara al sector para enfrentar regulaciones cada vez más estrictas en términos de transparencia y sostenibilidad.

Un ejemplo notable de estas regulaciones es la controversia en torno al uso del término “cuero vegano”. Aunque comercialmente atractivo, su asociación con materiales sintéticos no biodegradables plantea un dilema ético y ambiental. Regulaciones internacionales, como las implementadas en 2018 por Portugal y Francia donde solicitaron la prohibición del uso de términos como “cuero vegano” o “cuero de piña”, alegando que no son equivalentes al cuero animal.(Presidência do Conselho de Ministros, 2022). En 2019, la Federación Alemana del Cuero también solicitó medidas similares, mientras que, en 2020, el gobierno italiano modificó su legislación para prohibir el uso de los términos “piel” y “cuero”, incluso como prefijos o sufijos, en materiales no derivados de animales, como es el caso del “eco-cuero”. (Xicota, 2020).

Estas regulaciones internacionales evidencian la necesidad de transparencia y precisión en la terminología que se utiliza para describir materiales. Por lo tanto, es vital que la industria del calzado y la marroquinería en Colombia, así como en otras partes del mundo, adopte prácticas y terminologías claras y responsables que no solo respeten el medio ambiente, sino también la confianza de los consumidores la cual refuerza la importancia de una terminología precisa que no induzca a error a los consumidores. En este contexto, el ecobrief surge como una metodología esencial para garantizar la coherencia entre los valores de sostenibilidad y las prácticas de diseño, reduciendo la contradicción entre lo que se promociona y lo que realmente se ofrece.

No obstante, si se parte de la comprensión del ecodiseño como una filosofía que introduce los criterios ambientales en el diseño de un producto, junto con los aspectos convencionales como los costos, la estética, la utilidad y la durabilidad como lo definió Comisión Mundial para el Ambiente y el Desarrollo en 1987, una forma de progreso que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer las suyas (Fernández, 2018). En este sentido, el ecobrief se estructura como una evolución a partir de la necesidad de adoptar un enfoque de diseño más consciente y responsable de acuerdo a las nuevas tendencias y hábitos de consumo.

5.1. Diferencias entre el ecobrief y el brief tradicional

El ecobrief se distingue del brief tradicional al incorporar un enfoque integral que prioriza la sostenibilidad y la economía circular. Mientras que el brief convencional se enfoca en los objetivos creativos, funcionales y estéticos, (Santos, 2022) el ecobrief va más allá,

integrando criterios ambientales desde la selección de materiales hasta la planificación del fin de vida útil del producto.

A diferencia del brief tradicional, que tiende a operar dentro de un modelo lineal de diseño y producción, el ecobrief fomenta un ciclo regenerativo que busca maximizar la reutilización de recursos y minimizar el desperdicio. Además, promueve el uso de materiales locales y renovables, reduciendo la dependencia de recursos finitos y los impactos negativos asociados con procesos no sostenibles.

Por otra parte, el ecobrief no compromete la creatividad ni la estética. En cambio, fusiona la responsabilidad ambiental con la innovación, permitiendo a los diseñadores crear productos que no solo cumplan con las expectativas funcionales y estéticas, sino que también respondan a las preocupaciones ambientales y éticas de los consumidores modernos.

En definitiva, el ecobrief no solo es una herramienta adaptada a las necesidades del presente, sino que también anticipa los desafíos del futuro, posicionándose como un elemento transformador para el sector de la moda y su transición hacia prácticas más responsables y sostenibles.

5.2. Marketing y comunicación sostenible

A lo largo de los años, ha habido un aumento en la adopción de prácticas de marketing sostenible por parte de las empresas, un ejemplo es Veja, compañía francesa que produce en Brasil zapatillas ecológicas, es reconocida por su modelo de producción sostenible y las prácticas de comercio justo, haciendo tangibles cambios significativos en el sector y en la forma en que vivimos, producimos, comercializamos y consumimos.

Los usuarios parecen estar impulsados por algo más que consideraciones racionales a la hora de comprar priorizando cada vez más los factores ideológicos y simbólicos. Según un estudio de (Neha *et al.*, 2024) una encuesta aplicada a los consumidores de IBM Global más de la mitad de los encuestados, es decir, el 51%, afirmó que la sostenibilidad ambiental se ha vuelto más importantes para ellos que hace un año. El mismo estudio realizado en 2021 encontró que el 50% de los clientes estaban dispuestos a pagar más por empresas o productos que apoyan la sostenibilidad. Además, la encuesta reveló que, en 2022, casi la mitad de los consumidores, es decir, el 49%, ya había pagado una prima media del 59% para los productos con una etiqueta respetuosa con el medio ambiente o con conciencia social en el año anterior. Por lo tanto, implementar prácticas de marketing sostenibles es esencial para los especialistas en marketing que deseen establecer marcas que puedan sostenerse en el largo plazo, centrándose en generar confianza en la marca e imagen como lo sugiere (Khandai *et al.*, 2023).

6. Conclusiones

Es importante señalar que el ecobrief está alineado con los valores de la economía circular, que busca principalmente seleccionar materiales de bajo impacto ambiental y minimizar el desperdicio a lo largo del ciclo de vida de un producto. En lugar de depender de recursos finitos y procesos lineales de producción, la metodología fomenta la regeneración y la recuperación de materiales, asegurando que los productos diseñados bajo la herramienta tengan un impacto ambiental significativamente menor (Repsol, 2024).

Ecobrief es una herramienta rápida para la creación de productos sostenibles, las em-

presas que adopten esta metodología podrán realizar un proceso de prototipado y de acuerdo a los resultados mejoraran su posición para responder a las exigencias del mercado y contribuir a un futuro más ecológico, mientras que aquellos que continúen operando bajo modelos tradicionales corren el riesgo de quedarse rezagados en un mundo cada vez más consciente del impacto ambiental.

El dilema entre el cuero natural y los materiales sintéticos sigue siendo un tema de debate dentro del sector. Es en este contexto el ecobrief cobra relevancia, proponiendo una terminología asertiva que no solo se centre en estigmatizar el uso de materiales de origen animal o sintéticos, sino también en la toma de decisiones de la selección consciente de materiales y procesos.

El ecobrief, se alinea con las expectativas de consumidores cada vez más informados y preocupados por el impacto de sus decisiones de compra.

Las empresas deben ser radicalmente claras en su comunicación de sostenibilidad para ganar la confianza de los consumidores y demostrar un compromiso auténtico con la responsabilidad ambiental.

Finalmente establece una base sólida para que las marcas construyan confianza y se posicionen como líderes en la transición hacia una moda más sostenible y ética. La necesidad que la industria colombiana, y del mundo, adopte estos principios es clara: solo mediante prácticas responsables y un uso preciso de la terminología se podrá garantizar un futuro donde el diseño, la sostenibilidad y la ética vayan de la mano.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración del diseñador David Cabra y a las marcas como Nuvant, Cultura Material e Imag Piel quienes participaron activamente en esta investigación, ofreciendo muestras de materiales innovadores y sostenibles que enriquecieron pro-

fundamente nuestro estudio. La generosidad y disposición de estos colaboradores han sido esenciales para validar y analizar los impactos ambientales de estos materiales en cada fase de producción, y sin duda, su apoyo ha sido clave para avanzar en la búsqueda de una moda más ética y sostenible.

Referencias

- Alibaba, R. (2024, June 16). *4 grandes ideas que transformarán la moda en 2026*. <https://reads.alibaba.com/es/4-big-ideas-transforming-fashion-in-2026/>
- Centro Tecnológico de Calzado INESCOP. (2021). *Materiales Sostenibles La guía que te ayudará a impulsar la sostenibilidad del calzado a través de sus materiales*. https://www.inescop.es/images/Proyectos/Regionales/2021/GREENMATSHOE_II/GUIA_MATERIALES_SOSTENIBLES_INESCOP.pdf
- Choi, Y. H., & Lee, K. H. (2021). Ethical consumers' awareness of vegan materials: Focused on fake fur and fake leather. *Sustainability (Switzerland)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/su13010436>
- Compromiso RSE. (2020, February 17). *El 61% de los millennials, dispuestos a pagar más por productos sostenibles y ecológicos*. <https://www.Compromisorse.Com/Rse/2020/02/17/El-61-de-Los-Millennials-Dispuestos-a-Pagar-Mas-Por-Productos-Sostenibles-y-Ecologicos/>
- Consultorio Jurídico y Clínicas Jurídicas. (2019, November 19). *Situación actual de los plásticos en Colombia y su impacto en el medio ambiente*. <https://Derecho.Uniandes.Edu.Co/Informe-Situacion-Actual-de-Los-Plasticos-En-Colombia/>
- Cortes Borda, B. S. y Martínez Díaz, S. M. (2017). *Gestión ambiental empresarial en el sector de cuero en Bogotá como estrategia competitiva para ingresar al mercado europeo* [UNIVERSITARIA AGUSTINIANA]. <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/285/CortesBorda-BrayanSmith-2017.PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Presidência do Conselho de Ministros, Brasil. (2022/01/04). Decreto-Lei n.º 3. *Diário da República*, 1 serie. <https://files.diariodarepublica.pt/1s/2022/01/00200/0001500018.pdf?lang=E>
- Ellen Macarthur Foundation (2012). *Hacia Una Economía Circular*. Fundación Ellen MacArthur. <http://repositorio.ampf.org.ar/greenstone/sites/localsite/collect/economia/index/assoc/D219.dir/hacia-una-economia-circular.pdf>
- Escuela de negocios, & Camara Sevilla. (2023, October 24). *El Desafío de la Moda Rápida: Cómo las Marcas afrontan la Sostenibilidad*. <https://En.Camaradesevilla.Com/Moda-Rapida/>
- Faludi, J., Hoffenson, S., Kwok, S. Y., Saidani, M., Hallstedt, S. I., Telenko, C., & Martinez, V. (2020). A research roadmap for sustainable design methods and tools. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/su12198174>
- Fernandez, C. (2018). *Conceptos Básicos de Ecodiseño* (Vol. 1, pp. 2–10). chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/http://www.ecosign-project.eu/wp-content/uploads/2018/09/BASIC_UNIT07_ES_Lecture.pdf

- Fuertes, K. (2024). *Estudio de biotextiles como alternativa sostenible en la industria de la moda en España* [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://repositorio.upct.es/server/api/core/bitstreams/42422c57-e787-42c9-af3f-1674e20e7cd3/content
- Goedkoop, M., Effting, S. y Collignon, M. (s.f.). *Anexo Eco-Indicador “99 Método para evaluar el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida*.
- Gong, Y. & Whelton, J. (2019). In Conversation: Ellen MacArthur: From Linear to Circular. *She Ji*, 5(3).
- Khandai, S., Mathew, J., Yadav, R., Kataria, S. & Kohli, H. (2023). Ensuring brand loyalty for firms practising sustainable marketing: a roadmap. *Society and Business Review*, 18(2). <https://doi.org/10.1108/SBR-10-2021-0189>
- Manrique, L. (2024). *Presentación Taller Materiales Bajo Impacto*. <https://es.lauramanriquemartinez.com/>
- Moscoso Barcia, Y. M. (2022). De círculo vicioso a moda circular. *Cuadernos Del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 152. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi152.6687>
- Neha, Joshi, P. & Kumar, N. (2024). Sustainable Marketing Initiatives and Consumer Perception of Fast Fashion Brands. *Textile and Leather Review*, 7. <https://doi.org/10.31881/TLR.2023.170>
- Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. In *Nature Reviews Earth and Environment* (Vol. 1, Issue 4). <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>
- Pinker Moda. (2023, November 14). *AEC y WGSN presentan las tendencias PV 2025*. <https://pinkermoda.com/aec-y-wgsn-tendencias-pv-2025/>
- Quantis. (2018). Measuring Fashion: Insights from the Environmental Impact of the Global Apparel and Footwear Industries study. *Quantis*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://quantis.com/wp-content/uploads/2018/03/measuringfashion_globalimpactstudy_full-report_quantis_cwf_2018a.pdf
- Quiroga Vergel, Á. V., Cruz Villabón, Y. C., Rojas Sánchez, K. N., Salsarriaga Porras, V. J. y Gomez Villalobos, I. T. (2022). Obtención de filamentos de ABS mezclado con PLA, Almidón, Figue y PP para impresión 3D. *Revista Sennova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*. <https://doi.org/10.23850/23899573.5355>
- Raina, S. (2024, January 25). *Bringing circularity in the footwear industry*. <https://india.mongabay.com/2024/01/bringing-circularity-in-the-footwear-industry/>
- Repsol. (2024). *Ciclo de vida de un producto Sostenibilidad y producción pueden ir de la mano*. https://www.repsol.com/Es/Energia-Futuro/Futuro-Planeta/Ciclo-de-Vida-de-Un-Producto/Index.Cshtml?Gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwm5e5BhCWARIsANwm06juwJ279wS-10e7Py4Zl9RkGGHmcc0Hkcdhf-72FCGVXBLdrTQI3kIaAo24EALw_wcB
- Santos, D. (2022, March 31). *Qué es un brief, para qué sirve y qué tipos existen*. <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-un-brief>
- Xicota, E. (2020, April 6). *El cuero, impactos y alternativas más sostenibles*. <https://www.esterxicota.com/cuero-impactos-alternativas-moda-sostenible/#:~:Text=En%20febrero%20de%202022%2C%20el,De%20pr%3A1cticas%20que%20puedan%20distorsionarla>



PROMPT

"Imagina una ilustración hiperrealista donde se represente en una balanza con libros en uno de sus brazos representando la educación universitaria y una fábrica en otro de sus brazos representando la oferta laboral. La balanza debe estar ubicada sobre un escritorio, teniendo de fondo una oficina. Colores: verde, azul, grises y blanco".

Generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

ARTÍCULOS

Modelo de articulación interinstitucional enfocado hacia la coincidencia de los perfiles profesionales esperados por el sector empresarial

Inter-Institutional Articulation Model Focused on Aligning Professional Profiles Expected by the Business Sector

Edith Johanna Díaz Cañas

Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá D.C., Colombia. Investigadora grupos GIMBA Y GIMAT. Magíster en Innovación.

✉ edithdiazc11@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4381-8211>

Juan David Niño Lizcano

Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá D.C., Colombia. Ingeniero químico, Universidad Industrial de Santander. Magíster en Innovación, Fundación Universitaria del Área Andina.

✉ jnino39@estudiantes.areandina.edu.co

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0723-2317>

Carlos Arturo Tapia Lasso

Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá D.C., Colombia. Especialización en Gerencia informática, Corporación Universitaria Remington.

✉ ctapia6@estudiantes.areandina.edu.co

ORCID <https://orcid.org/0009-0005-3905-6188>

Blanca Aurora Cañas Medina

Docente, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, SENA, Distrito Capital, Bogotá D.C., Colombia. Máster en Dirección de Recursos Humanos, Barcelona. España.

✉ bacme01@yahoo.com

ORCID <https://orcid.org/0009-0002-9966-1548>

Doris Amparo Babativa Novoa

Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá D.C., Colombia. Doctoranda en psicología Universidad Católica de Colombia.

✉ dbabativa@areandina.edu.co

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0597-0615>

Financiación

Este trabajo no contó con financiación externa, los costos fueron asumidos por los autores.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses en la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo?

Díaz Cañas, E. J. *et al.* (2024). Modelo de articulación interinstitucional enfocado hacia la coincidencia de los perfiles profesionales esperados por el sector empresarial. *Innmoda Lab*, (8), 65-83. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/6995>

RESUMEN

Se propone un modelo de articulación interinstitucional con énfasis en innovación que promueva la coincidencia entre los perfiles de los egresados universitarios de carreras administrativas y las expectativas profesionales esperadas por el sector empresarial. Esta investigación se realizó a través de fuentes de información documental y de campo, asociadas a la revisión de bases de datos, índices de ofertas laborales en Colombia, colocación de profesionales de acuerdo con el nivel académico y la relación entre recién egresados y su ingreso al mercado laboral. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas, mapeo de expectativas laborales, perfiles de egresados y análisis de tendencias. A partir de esta investigación se identificó la aproximación que tiene la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Financieras de Una IES frente al modelo propuesto en esta investigación.

Palabras clave: modelo de articulación, articulación interinstitucional, interacción universidad-empresa.

ABSTRACT

An inter-institutional articulation model is proposed, with an emphasis on innovation, which promotes the match between the profiles of university graduates of administrative career programs and the professional expectations in the business sector. This research was carried out through documentary and field information sources, combined with the review of databases, indices of job offers in Colombia, placement of professionals according to academic level and the relationship between recent graduates and their entry into the labour market. Semi-structured interviews, mapping of job expectations and graduate profiles and trend analysis were used. Based on this research, the approach of the programs of Administrative, Economic and Financial Sciences of the Colombian Higher Education Institutions (HEI) to the model proposed in this research was identified.

Keywords: Professional Profiles, university programs, articulation model, employability.

1. Introducción

La expansión a nivel mundial de la revolución industrial entre los siglos XIX y XX despertó la necesidad de integrar el conocimiento, a través de la universidad, con la industria. Las principales razones de este engranaje se basaron en los rápidos avances tecnológicos que abrieron camino, dando como resultado un aumento de producción y manufactura que requería de conocimiento y experiencia especializada (Mascarenhas, Ferreira y Marques, 2018); por lo tanto, la creación de nuevas industrias y sectores productivos, que buscaban conocimientos técnicos y avanzados llevó a una mayor demanda de la educación superior, promoviendo la creación de nuevos centros de investigación científica y capacitación tecnológica que colaborarían estrechamente con las empresas y su crecimiento. (Rosenberg, 1982; Ankrah y Omar, 2015).

Desde entonces, las naciones han enfocado sus esfuerzos en generar un mejor aprovechamiento de conocimiento académico para beneficio de las empresas. En el caso particular de América Latina, se han postulado diferentes estrategias de articulación y coincidencia de perfiles laborales entre la academia y la industria; uno de los más conocidos es Botana y Sábato (1993), con su modelo de triple hélice, apoyada por otros autores como Etzkowitz y Leydesdorff (1996 y 2000), y Esser, *et al.*, (1996) que la definen como modelo de la teoría de competitividad sistémica.

Partiendo de estos modelos, y teniendo en cuenta los compromisos que Colombia asumió al integrarse en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la educación de calidad y su articulación con el mundo del trabajo son aspectos que deben abordarse para el cumplimiento

de dichas metas. Este Organismo Internacional se centra en ayudar a las naciones a identificar y desarrollar las habilidades que impulsan mejores trabajos y mejores vidas, como pilar en la construcción de una economía estable para el 2030 (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2022).

Siendo así, este artículo comparte el análisis teórico, el diseño metodológico propuesto y los resultados encontrados en la investigación propuesta como caso de estudio en Colombia, con la cooperación de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Financieras de una Institución de Educación superior – IES, con la cual se buscó identificar los elementos necesarios que debe contener un modelo de articulación interinstitucional, enfocado hacia la innovación, y que contribuya a la coincidencia entre las expectativas del sector empresarial y los perfiles profesionales de los egresados.

Para tal fin, se realizó una revisión de las bases de datos asociadas a los índices de colocación de profesionales de acuerdo con el nivel académico y la relación entre recién egresados y su ingreso al mercado laboral. Posteriormente, se le aplicaron entrevistas semiestructuradas a un grupo de expertos, donde la información recolectada fue analizada mediante ATLAS.ti; logrando así, identificar cada una de las variables y elementos de mayor importancia que deben estar presentes en un modelo de articulación interinstitucional, permitiendo la coincidencia de los perfiles de egresados con los esperados por el sector empresarial.

2. Marco teórico

La revolución industrial fue un factor determinante en la expansión económica de Europa, promoviendo la innovación empre-

sarial y el conocimiento científico; los países que tuvieron liderazgo en la articulación entre academia y empresa fueron Reino Unido, Alemania, Japón y Estados Unidos. Alemania inició un sistema de educación dual entre industria y academia en la universidad de Berlín, fundada en 1799, otras universidades como la École Polytechnique, fundada en 1794 en Francia, y la Universidad de Glasgow en 1796, también fomentaron iniciativas de trabajo conjunto entre industria y academia para la construcción de perfiles laborales (Roy, 2021).

Por su parte, en América el modelo de articulación entre industria y universidad se desarrolló inicialmente en Estados Unidos a través de la Ley Bayh-Dole en 1980, comenzando por el programa Small Business Innovation Research (SBIR) y Harvard en 1987; luego, se extendió a Latinoamérica dando lugar en México a la creación del Acuerdo Nacional para la Modernización Tecnológica en 1992 y en Brasil mediante el programa Softex en 2000 (Pineda, Morales y Ortiz, 2011).

Los modelos que han surgido desde entonces y hasta ahora se basan en que la articulación entre empresa y universidad, para la coincidencia de perfiles, tiene tres principios: La universidad es responsable del conocimiento científico y tecnológico, las empresas son las responsables de la innovación y las nuevas tecnologías y los gobiernos, regulan el fortalecimiento de estas relaciones. (Facundo, García y Peña, 2020).

En este sentido, tal como lo mencionan Martínez, Lozano, Pimentel y García (2020), la educación se ha direccionado de acuerdo con las necesidades del mercado laboral y crecimiento económico de los países, haciendo necesaria la consolidación de ese vínculo de cooperación y articulación interinstitucional

entre las universidades y las empresas; de tal forma, que se permitiera el aprovechamiento de recursos y capacidades de ambas partes para la gestión de la docencia universitaria, la educación para la vida, la inserción al mercado de trabajo y la investigación, contribuyendo así al fortalecimiento del sector productivo y a la formación de profesionales que den respuesta a las necesidades del productivas de un país (Romero Torres, 2017).



Por ejemplo, Cedeño (2017) y Cedeño, Palacio y Calderón (2018), han propuesto un modelo con el cual han reconocido el establecimiento de relaciones entre la docencia universitaria (lo académico) con la práctica pre-profesional (lo laboral) y el trabajo de investigación, basado en las relaciones entre la profesionalización de los contenidos, con visión actual y prospectiva, y la realización de tareas profesionales contextualizadas que soporten las relaciones entre: formación inicial y seguimiento al graduado, título y ubicación laboral, formación inicial y movilidad profesional, proyectos de vinculación y estrategias de emprendimiento, gestión académica y el proceso de titulación, así como la tasa de retención y de titulación.

Alonso (2018) argumentó que el principio de la armonización de la academia con lo laboral debe estar fundamentado teórica y metodológicamente en cómo sistematizar el valor del trabajo y los trabajadores, fomentar el trabajo en equipo, el emprendimiento, la educación para y por el trabajo, así como el desarrollo de una conciencia de productores o prestadores de servicios en beneficio de la sociedad.

Estas investigaciones, consideraron como uno de los aspectos esenciales a incluir en los modelos, la integración de las mallas curriculares con las exigencias profesionales y la demanda de competencias exigidas por los sectores productivos, teniendo en cuenta los procesos investigativos en la solución de problemas profesionales. Así mismo, se ha considerado que el trabajo autónomo es una vía que permite la vinculación universidad-empresa para la formación profesional del estudiante. Siendo importante que los programas académicos estén en sintonía con la situación actual de los países, tomando en cuenta las demandas de las empresas sin desestimar las necesidades de la comunidad en general, ya sea impulsando el desarrollo social, comunitario, ambiental, entre otros (Alonso, *et. al.*, 2020)

2.1. Panorama colombiano

Colombia, al hacer parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), tiene como uno de sus retos mejorar la calidad de la educación, la generación de empleo y el crecimiento económico, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) calidad educativa (4) y trabajo decente (8) los cuales se alinean con esta investigación. Para alcanzar estas metas, el país ha implementado diversas estrategias nacionales, destacando el fortalecimiento de la colaboración entre universidades y empresas para reducir el número de trabajadores en situación de pobreza y pobreza extrema y, mejorar los procesos y calidad de la educación.

El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), en sus políticas nacionales de Emprendimiento y de Ciencia Tecnología e Innovación, reconoce el papel clave de las universidades como generado-



ras y difusoras de conocimiento, así como el potencial de las empresas como agentes de innovación y transformación productiva. En consecuencia, promueven el fortalecimiento de la articulación universidad-empresa mediante mecanismos asociados a alianzas estratégicas, redes de colaboración, proyectos conjuntos, transferencias de tecnología y programas de formación dual, con el fin de aprovechar las capacidades y recursos existentes, generar sinergias y complementariedades, impulsar la solución de problemas relevantes para el país y aumentar la competitividad y el bienestar social (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2020 y 2021).

El modelo dual o la llamada formación profesional dual en Alemania, Adoptado por Australia y Suiza, entendido como el sistema de aprendizaje para formar alumnos en profesiones y oficios mediante procesos en el que participan de forma coordinada la escuela y la empresa, se han convertido en el eje de la educación en una larga tradición de cooperación con las empresas, cuyo resultado es la disminución del desempleo especialmente de los jóvenes (Morales, 2014).

Por ejemplo, el Servicio Nacional de aprendizaje SENA, avanza en este sistema de educación. Permoda, se vincula a este sistema arrojando como resultado 1717 trabajadores graduados para el 2024. (Informe integrado de gestión, 2020).

No obstante, pese a los esfuerzos actuales del estado colombiano para consolidar y fortalecer la articulación universidad-empresa, subsisten diferentes retos relacionados con la financiación, falta de fluidez, constancia y dinamismo; ya que, ha sido incipiente, heterogénea, desarticulada y con escasa transferencia de conocimiento e innovación

(Melamed, *et. al*, 2019). Siendo necesario fortalecer la relación a través de políticas públicas que fomenten la inversión en I+D+i, la coordinación entre los actores del sistema nacional de innovación, la creación de confianza y alianzas estratégicas, y la adaptación de programas académicos a las necesidades del sector productivo.

Así mismo, Sanchez-Torres (2016) también concluyeron que es necesario fortalecer el vínculo entre los actores del sistema de innovación, fomentar la transferencia de conocimiento y tecnología, y generar una cultura de colaboración y confianza mutua. De manera similar, Sepúlveda (2017) señaló que, en Colombia, la relación universidad-empresa es débil y se limita principalmente a actividades de formación y consultoría, sin generar una transferencia efectiva de conocimiento e innovación. Por lo tanto, es necesario fomentar una cultura de innovación en las universidades y empresas, crear redes y espacios de colaboración, incentivar la movilidad del personal académico y empresarial, y diseñar políticas públicas que faciliten y estimulen la interacción entre los actores del sistema de innovación.

Por otra parte, en su estudio sobre la calidad de la relación universidad-empresa en una universidad pública en Colombia, Correa-Henao *et al.*, (2018) encontraron que los factores más relevantes para gestionar y establecer relaciones de largo plazo entre la universidad y las empresas son la satisfacción y el compromiso, permitiendo pasar de una transferencia tecnológica transaccional a una vista desde lo relacional.

Montoya Restrepo, *et al.*, (2020) analizaron la pertinencia de la política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en Colombia y concluyeron que es necesario fortalecer la

articulación universidad-empresa para generar un mayor impacto social y económico con los proyectos de CTI. En este sentido, Vélez, *et al.*, (2020) han destacado la importancia de implementar comunidades de innovación abierta para promover la colaboración y transferencia de conocimiento, fortaleciendo así la relación entre universidades y empresas, generar beneficios mutuos en términos de innovación y desarrollo de nuevos productos y servicios.

Toscano (2022), en su estudio sobre la relación universidad-empresa desde la perspectiva de la co-creación de valor, basándose en las teorías de los *stakeholders* y la lógica dominante del servicio, destacó que adoptar esta estrategia tiene beneficios para todos los actores involucrados, lo que se traduce en una mayor satisfacción, lealtad y calidad percibida de los productos o servicios. Además, se refleja en una mayor competitividad, innovación y rentabilidad para la empresa, en una mayor relevancia social, calidad académica e impacto científico para la universidad y en una mayor generación de empleo, desarrollo económico y bienestar social.

En este sentido, la relación universidad-empresa es fundamental para el desarrollo social y económico de Colombia, ya que permite generar innovación, conocimiento y soluciones a los problemas del mercado. Sin embargo, a pesar de los numerosos estudios realizados sobre este tema, se evidencia la falta de metodologías o modelos de articulación interinstitucional que promuevan la coincidencia entre los perfiles de los egresados universitarios y las expectativas profesionales del sector empresarial; por lo tanto, esta investigación se plantea como un aporte al ajuste de modelos interinstitucionales que fortalezcan los lazos entre universidades y empresa.

3. Metodología

La presente investigación adoptó un enfoque aplicado de carácter mixto con un alcance descriptivo, con el fin de comprender cuáles son los elementos que debe contener un modelo de articulación interinstitucional, enfocado hacia la innovación, que favorezca la coincidencia entre el perfil de los egresados con el esperado por las empresas. Se utilizaron fuentes de información documental asociadas a la revisión de bases de datos, índices de ofertas labores en Colombia, colocación de profesionales de acuerdo con el nivel académico. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a fuentes primarias, y los datos recolectados fueron analizados por medio de la herramienta ATLAS.ti de acuerdo con los procedimientos establecidos López Osa *et al.* (2022). Se realizó una correlación de aspectos recurrentes en todas las entrevistas, estos aspectos fueron codificados y relacionados en un documento de transcripción directa de cada una de las respuestas dadas por los expertos, a través de diagramas de sankey.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, la investigación se desarrolló a través de las siguientes fases:

Fase I: Se llevó a cabo la revisión documental y evidencia bibliográfica realizando un sondeo de antecedentes y estado del arte.

Fase II: Se realizó análisis de tendencias laborales, mediante el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y el Observatorio Laboral y Ocupacional Colombiano - SENA. Con ello se determinó la vinculación laboral de profesionales graduados y recién egresados, asignación salarial y la tendencia de ocupaciones para los años 2015 a 2021 (según

información disponible en cada uno de los observatorios).

Fase III: En esta fase se realizaron las entrevistas semiestructuradas y su respectivo análisis mediante AtlasTi para identificar los elementos que, a incorporar el modelo, las expectativas laborales de los empleadores con respecto a los perfiles de los graduados mediante la interpretación de diagramas de Sankey.

Fase IV: Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se realizó una propuesta de ajuste de modelo de articulación entre universidad-empresa desde la coincidencia de perfiles que propone al egresado como la vía de transferencia o gestión de conocimiento e innovación de acuerdo con las expectativas de los empleadores; como una aproximación a la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Financieras de una IES frente al modelo propuesto en esta investigación.

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis cuantitativo desarrollado a partir de la revisión de fuentes secundarias, como el Observatorio laboral para la Educación (OLE), el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), y el Observatorio laboral y ocupacional del Servicio Nacional de Aprendizaje (OLO).

4.1. Análisis de datos recopilados a través de los observatorios laborales

De acuerdo con el OLE y el SNIES, la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Financieras de la IES, objeto de estudio, tuvo un continuo aumento de ingreso de estudiantes entre el 2015 y 2020

tal como se observa en la Tabla 1, con un incremento porcentual promedio anual de 2,6% reflejado en aproximadamente 1.497 estudiantes en comparación con cada año inmediatamente anterior, donde para el último año registrado contó con un total 12.386 nuevos estudiantes de nivel universitario de los programas de formación relacionados con las áreas de conocimiento de economía, administración y contaduría, representando a su vez un aumento continuo de egresados, garantizando la oferta creciente de profesionales para estas áreas.

Así mismo, teniendo en cuenta la información presentada en el OLE, en la Figura 1 se observa que los profesionales de la IES, objeto de estudio, cuenta con una buena aceptación en el mercado laboral, donde la vinculación laboral promedio de los recién egresados de nivel universitario fue del 84,4%; sin embargo, entre el 2015 y el 2019 se presentó una tendencia decreciente que correspondió a una variación del -1%. Siendo así, se hace necesario reforzar las estrategias que fortalezcan a los egresados en cuanto a su posicionamiento laboral para los próximos años.

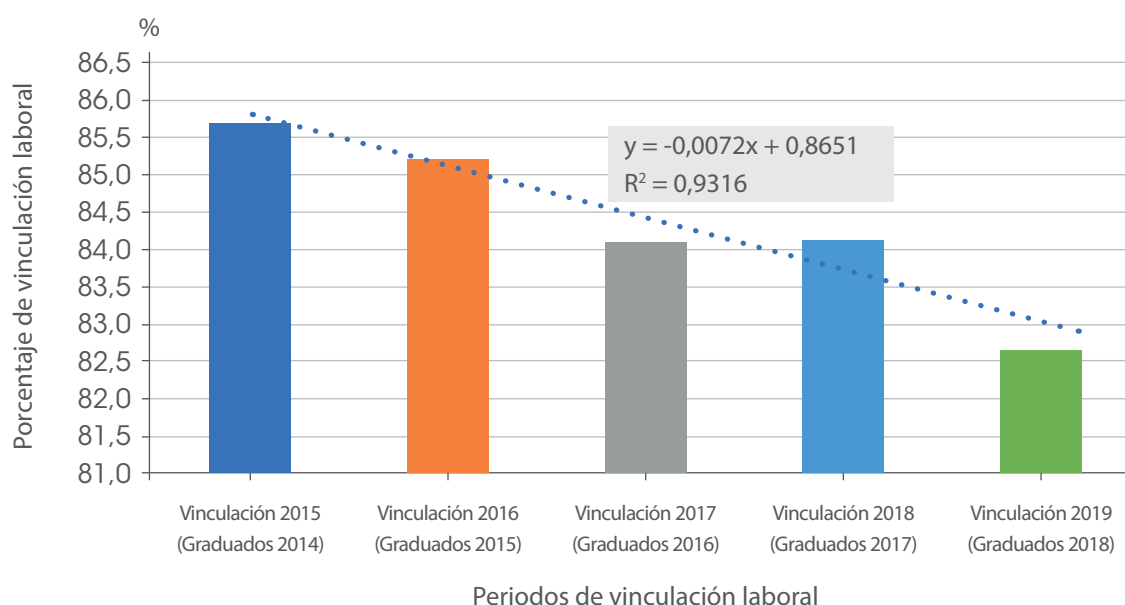
De acuerdo con el SNIES, los programas presenciales que oferta La IES relacionados con las áreas de conocimiento de interés son administración de empresas, finanzas y negocios internacionales, mercadeo y publicidad y contaduría pública; programas que en los últimos cinco años han tenido una cotización salarial de profesionales de entre 1 y 3 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV) con una agrupación del más del 50% de la población, como se observa en la figura 2, presentando una disminución en la agrupación de profesionales que cotizan salarios mayores a 3,5 SMMLV.

Tabla 1. Representación estadística del ingreso, deserción, graduación y vinculación laboral de estudiantes de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Financieras de una IES

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Estudiantes de nivel universitario	16604	20044	20844	24062	25632	29177
Ciencias económicas, administrativas y financieras.	29,5%	32,3%	36,3%	38,7%	40,5%	42,4%
Deserción	-	-	11,5%	9,8%	-	-
Graduados	2087	2678	3254	4023	4832	4925
Vinculación laboral de recién graduados	85,7%	85,2%	84,1%	84,1%	82,6%	-

Fuente: elaboración propia a partir de SNIES (2022).

Figura 1. Tendencia de vinculación laboral de egresados de la IES



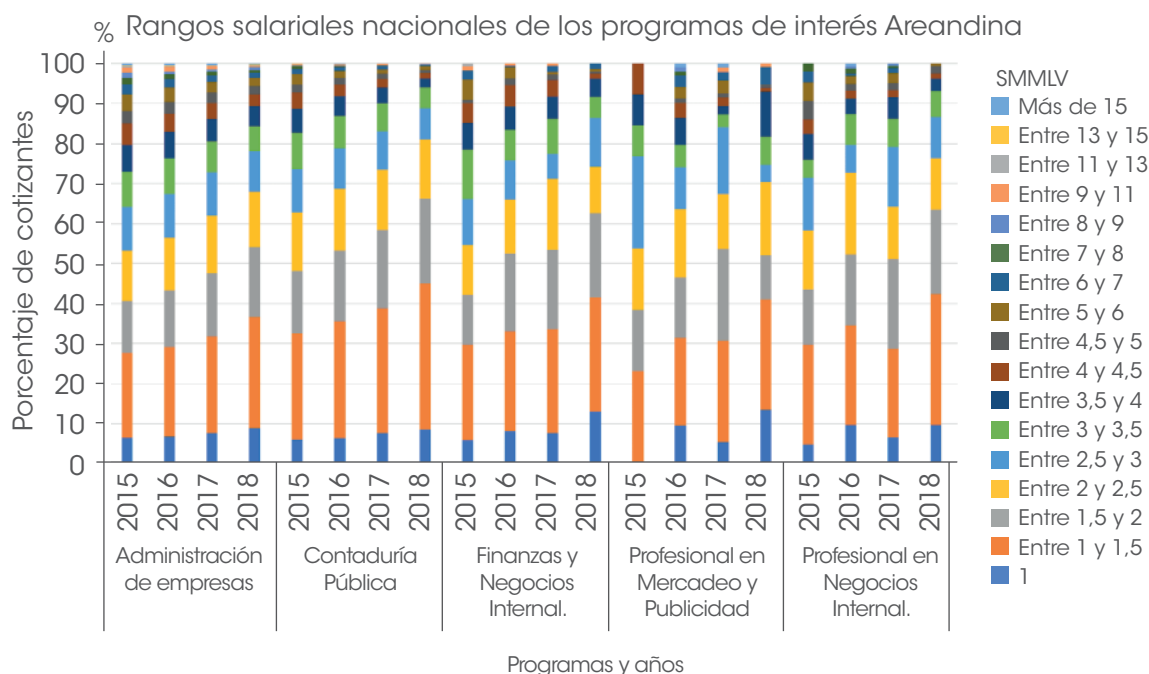
Fuente: elaboración propia a partir de SNIES (2022).

En las figuras 3 a la 5 se representan las tendencias del observatorio SENA entre los años 2019, 2020 y 2021 respecto a las ocupaciones más solicitadas por empresarios y menos registradas por personas que buscan empleo a nivel nacional. Teniendo en cuenta las cuatro carreras profesionales más representativas de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Financieras de la IES (Administración de empresas, mercadeo y

publicidad, contaduría pública y negocios internacionales).

En la figura 3, se observa que los cargos con mayor registro de personas que buscaron empleo entre el año 2019 fueron los relacionados con analistas y agentes de inversiones y finanzas con 1050 solicitudes de empleo para 3119 vacantes. Es de apreciar que este perfil es el que más se acerca a las cuatro carreras tenidas en cuenta para este análisis.

Figura 2. Tendencias de cotizaciones salariales programas de interés IES



Fuente: SNIES (2022).

Figura 3. Tendencia de las ocupaciones por empresarios y menos registradas por personas que buscaron empleo en el 2019

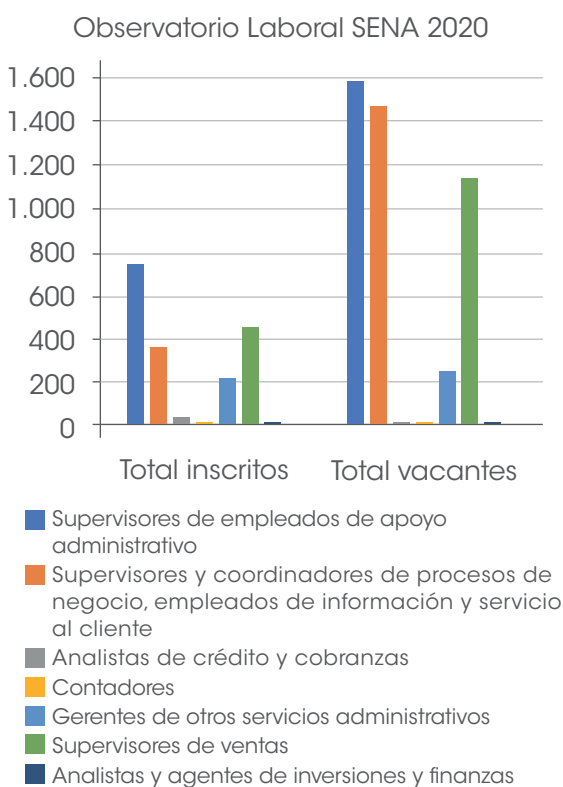


Fuente: OLO (2022).

En la figura 4, se observa que el perfil con mayor solicitud de ofertas laborales es el relacionado con supervisores de empleados de apoyo administrativo con 756 inscritos y 1614 vacantes. Por su parte, el de menor solicitud fueron los perfiles relacionados con Analistas de Crédito y Cobranzas, Contadores y, Analistas y Agentes de Inversiones y Finanzas; este último llama la atención porque la tendencia fue completamente opuesta a la tendencia del año 2019.

En la figura 5, se observa que para el 2021 la tendencia de solicitud de vacantes tiene el mismo comportamiento que en el 2019, predominan los perfiles relacionados con los analistas y agentes de inversiones y finanzas, pero se resalta que el número de solicitudes es de 1433 y el número de vacantes es de 1367, es decir que el número de solicitudes sobrepasa el número de vacantes. Lo anterior puede deberse a que no hay registros del comportamiento de este perfil en el 2019 y esto pudo llevar a un desbalance de este perfil.

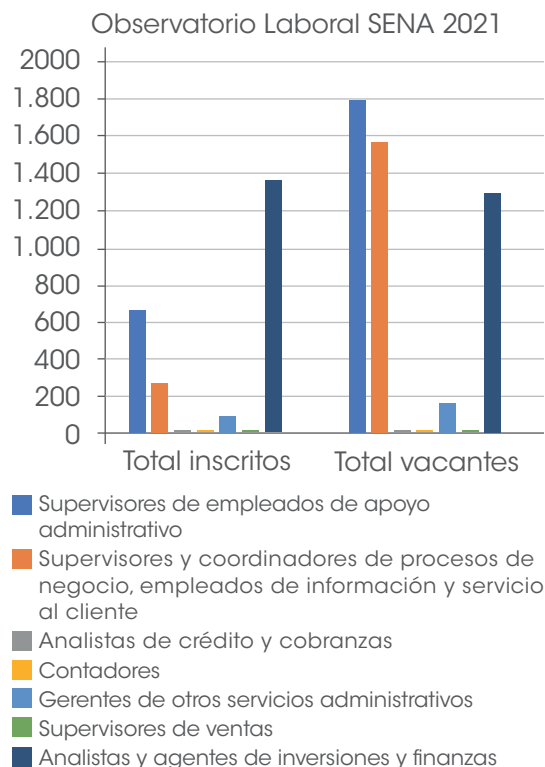
Figura 4. Tendencia de las ocupaciones por empresarios y menos registradas por personas que buscaron empleo en el 2020



Fuente: OLO (2022).

Respecto a los resultados, se observa que los perfiles relacionados con los analistas y agentes de inversiones y finanzas resalta en dos de los periodos seleccionados como los de mayor preferencia, tanto para los profesionales en busca de empleo como para las empresas que cuentan con vacantes disponibles. Por el contrario, los perfiles relacionados con Contadores y Analistas de Crédito y Cobranzas son los que menos solicitudes se registraron a través de los periodos analizados tanto de empresas como de personas que buscan empleo; este contexto invita a reflexionar acerca del desequilibrio entre la oferta de egresados y lo que realmente demandan las empresas, lo que posiblemente ocasiona que las personas se encuentren desempleadas o necesiten de más tiempo para encontrar un trabajo.

Figura 5. Tendencia de las ocupaciones por empresarios y menos registradas por personas que buscaron empleo en el 2021



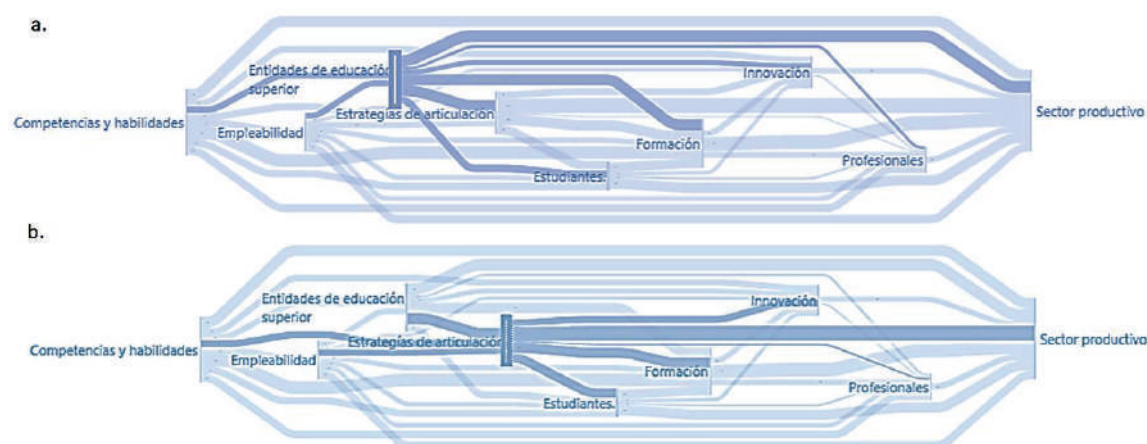
Fuente: OLO (2022).

4.2. Análisis de datos recopilados a través de entrevistas a expertos

A través de diagramas de sankey, se lograron identificar nueve categorías, que corresponden a: entidades de educación superior, sector productivo, estrategias de articulación, formación, estudiantes, competencias y habilidades profesionales, empleabilidad e innovación. Estas categorías están directamente relacionadas con los modelos de articulación entre universidades y sector productivo descritas en la literatura.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante AtlasTi, se pudo observar que las categorías centrales son estudiantes y formación, como se muestra en la figura 6. Lo que

Figura 6. Diagrama de sankey tomado del análisis de entrevistas a expertos realizada en ATLAS TI 9, para las categorías de entidades de educación superior y sector productivo



Nota de la figura: a. Relacionamiento entre entidades de educación superior y el sector productivo, b. Relacionamiento en las estrategias de articulación entre las entidades de educación superior y el sector productivo.

Fuente: elaboración propia.

permite inferir que la articulación entre universidades y sector productivo incide directamente en los estudiantes y su formación, lo cual es relevante para encontrar empleo después de graduarse de un programa de educación superior.

En la figura 6 a. Se observa que las entidades de educación superior tienen una incidencia directa sobre el sector productivo, en términos de articulación, y que su magnitud de relacionamiento es una de las mayores dentro del diagrama.

Así mismo, se evidencia que antes de llegar al sector productivo la educación, en términos de cercanía, pasa por las estrategias de articulación, los estudiantes, la formación, la innovación y los profesionales; las magnitudes de relacionamiento entre la innovación y los profesionales son las de menor peso dentro de esta categoría, por lo que se infiere que, aunque están directamente relacio-

nados se pueden fortalecer estas categorías por parte de las instituciones de educación superior. Por otro lado, las competencias y habilidades, junto con la empleabilidad van en contraflujo de la educación superior lo que puede significar una oportunidad de mejora en cuanto a las habilidades y competencias de los egresados. El contraflujo de la empleabilidad se podría explicar porque esta es una categoría que suele relacionarse con el sector productivo, más que con las entidades de educación superior.

Dentro de las estrategias de articulación representadas en la figura 6 b. Se puede observar que las entidades de educación superior y el sector productivo son las de mayor magnitud dentro de esta categoría; sin embargo, van en contraflujo, algo que es muy mencionado en los modelos de articulación en Latinoamérica, como uno de los aspectos que limita la coincidencia entre programas académicos y necesidades del sector productivo.

En esta categoría es importante observar que las estrategias de articulación son cercanas a los estudiantes, después a la formación, innovación y profesionales, dentro de estas categorías la menor magnitud es la de profesionales, lo que supone que las estrategias de articulación, desde la academia están encaminadas con gran fortaleza hacia los estudiantes, pero se debe fortalecer la articulación con los profesionales egresados.

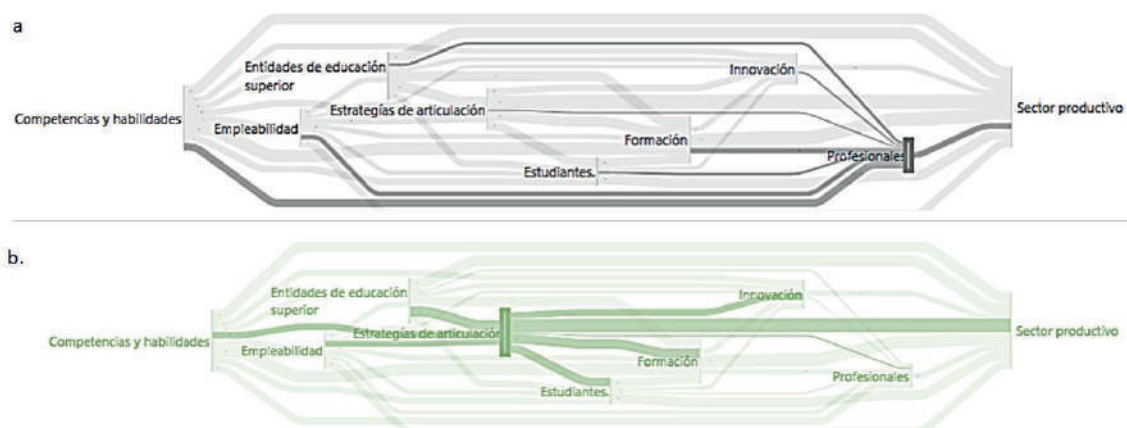
La categoría de los profesionales es la que tiene magnitudes más débiles o delgadas en su relacionamiento con las demás categorías, como se observa en la figura 7 a. No obstante, el sector productivo junto con las competencias y habilidades son las categorías de mayor magnitud en este relacionamiento. Sin embargo, el sector productivo va en contra flujo de las demás categorías, esto se puede explicar con el hecho de que en las entrevistas los profesionales fueron caracterizados como recién egresados, por lo cual el relacionamiento de los profesionales con el sector productivo se basa en las carac-

terísticas de admisión para profesionales con poca experiencia laboral, acercándose más a conocimientos académicos.

Respecto a la innovación, en la figura 7 b. Se observa que la innovación es una de las categorías con menor magnitud, tanto en su relacionamiento con las entidades de educación superior como en su relacionamiento con el sector productivo. Respecto a esto, el diagrama muestra que el sector productivo y los profesionales van en contra flujo de las entidades de educación superior, con relación a la formación de los estudiantes, lo que refuerza las teorías de modelos de articulación en Latinoamérica, respecto a una necesidad de mayor correspondencia de los perfiles de los egresados de educación superior, con relación al desarrollo de habilidades para su inserción al mercado laboral.

En el diagrama de Sankey, muestra que los profesionales o egresados tienen relacionamientos débiles con las entidades de educación superior, los estudiantes y la innova-

Figura 7. Diagrama de sankey tomado del análisis de entrevistas a expertos realizada en ATLAS TI 9, para las categorías de profesionales e innovación



Nota: a. Relacionamiento de los profesionales respecto a las otras categorías, b. Relacionamiento de la innovación respecto a las otras categorías

Fuente: elaboración propia.

ción, estos flujos débiles pueden obedecer a una pérdida de cohesión de los egresados con sus instituciones de educación superior después de graduarse y una posible oportunidad de mejora respecto al seguimiento de los perfiles de los egresados y su inserción en el sector productivo. Aspectos como la permanencia en las empresas, calidad de trabajo, proyección personal y adaptabilidad en el trabajo se podrían reforzar en términos de modelos de articulación entre universidad y empresa.

5. Discusión

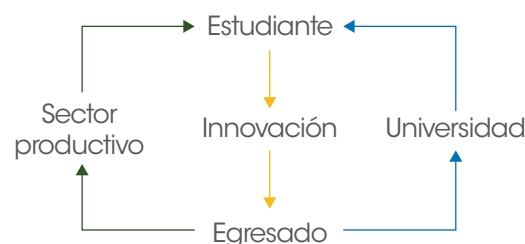
De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación realizada en este trabajo, el ajuste del modelo propuesto parte de la premisa expresada por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) haciéndose una adaptación al modelo de triángulo de Botana y Sábato (1993), expresado por el modelo de triple hélice como una interrelación entre universidad, estado y empresa que coexisten a través de programas de ciencia, Tecnología e innovación, conocido como CTI, a pesar de la independencia en la gestión y fomento de cada hélice.

Sin embargo, para el caso específico de Colombia es necesario hacer un ajuste adicional tomando como base el modelo de Cedeño (2017), y Cedeño, Palacio y Calderón (2018) que han enfatizado en la articulación entre academia-industria desde el enfoque de formación del profesional universitario como un pilar adicional de la intersección del triple hélice, siendo el egresado el eslabón que vincula la academia con la industria.

En este ajuste de modelo, tomando las políticas nacionales mencionadas en los antecedentes, se propone al egresado como la vía de transferencia o gestión de conocimiento y de innovación, desde la academia hacia la

industria (ver figura 6). En este modelo se plantea mantener la independencia de la gestión y fomento de la academia y la industria; también, se propone responder a las necesidades económicas, ambientales y de desarrollo sostenible del país, a través de los planes de gobierno en el marco de la innovación y el desarrollo tecnológico (Figura 8).

Figura 8. Esquema del ajuste de modelo de articulación interinstitucional enfocado hacia la coincidencia de los perfiles profesionales esperados por el sector empresarial



Fuente: elaboración propia.

Los pilares del ajuste del modelo de articulación interinstitucional enfocado hacia la coincidencia de los perfiles profesionales esperados por el sector empresarial, propuesto en este trabajo, son:

1. Autonomía de las instituciones de educación superior (IES) para la formación de profesionales, teniendo en cuenta la necesidad de soportar planes curriculares que garanticen la empleabilidad de sus egresados, a partir de prácticas profesionales, pasantías, cooperaciones industriales, emprendimientos, etc.
2. La autonomía de las empresas para la vinculación de egresados o estudiantes de acuerdo con sus perfiles profesionales y sus competencias particulares, teniendo en cuenta la curva de aprendizaje necesaria que tiene todo individuo al ingresar al

mundo laboral. Las empresas deben respetar todos los derechos laborales que tienen los trabajadores con o sin experiencia y favorecer los planes de desarrollo personal que tienen los egresados, por medio de las promociones y ascensos horizontales o verticales.

3. La construcción de planes de capacitación, tanto en la industria como en las empresas, sobre los planes de desarrollo nacional que permitan al egresado proponer ideas innovadoras que sean fácilmente avaladas por el gobierno nacional en el marco del crecimiento económico del país.
4. En todos los contextos se debe respetar las jerarquías con el fin de mantener el correcto direccionamiento en los procesos de vinculación del egresado a la vida laboral.

6. Conclusiones

Según los resultados obtenidos en la presente investigación, se observó una notable disparidad entre la oferta de programas académicos y las demandas del mercado laboral, esto resalta la necesidad de identificar las habilidades y competencias requeridas en los egresados universitarios según las demandas cambiantes del mercado laboral y en consecuencia realizar los ajustes o adaptaciones pertinentes a los planes de estudio académico, favoreciendo la coincidencia de los perfiles de los egresados y sus oportunidades de ingreso al mercado laboral.

Para lograr una coincidencia entre los perfiles profesionales requeridos por las empresas y los adquiridos en las universidades, es necesario determinar una ruta de trabajo en donde la innovación sea un punto central y común entre estudiantes, universidades y

empleadores. Este punto central se debería basar en las capacidades y habilidades a adquirir por el estudiante universitario que se desenvolverá en las empresas, el estudiante debe ser un actor proponente de innovación nutrido por la universidad y perfeccionado en el sector productivo.

Mediante esta investigación se pudo concluir que los modelos actuales de articulación universidad – empresa son una buena base para la determinación de estrategias de vinculación laboral para los profesionales recién egresados de instituciones de educación superior; sin embargo, la coincidencia de perfiles profesionales requeridos por las empresas respecto a los adquiridos en las universidades precisan de ajustes adicionales; para el caso de Colombia, el modelo de Cedeño (2017), presenta puntos favorables que pueden mejorar el factor de coincidencias en los perfiles profesionales.

En el caso del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), a través del Observatorio Laboral y Ocupacional (OLO) se hace un esfuerzo por conocer de cerca la constante problemática empresarial en la búsqueda de profesionales con las competencias necesarias, en su plataforma se destaca un análisis estadístico útil tanto para empresas como para la academia.

7. Recomendaciones

Finalmente, como parte del proceso de investigación, se propone la reproducción de esta propuesta en diferentes escuelas de la IES y en otras regiones del país, para complementar el análisis del fenómeno. También es importante, profundizar en el estudio de las políticas gubernamentales sobre el fomento de articulación de la IES – sector productivo.

En este sentido, es fundamental que la IES, la industria y el gobierno, fortalezcan sus lazos con estrategias de transferencia de conocimiento y con el fin de llevar a cabo relaciones de intercambio y cooperación interinstitucional, a través de la implementación de estrategias más dinámicas que cierren las brechas entre la academia y el sector empresarial.

También se hace útil expandir a las IES una mirada retrospectiva a modelos de formación dual puestos en marcha por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), proponiendo acciones que den cumplimiento a las estrategias expuestas en las mesas sectoriales del país implementándolas en la academia.

Referencias

- Alonso Betancourt, L. A., Moya Joniaux, C. A., Vera Crespo, M. D., Corral Joniaux, J. A. y Olaya Reyes, J. (2020). Vínculo universidad–empresa: vía para la formación profesional del estudiante. *Revista Espacios Venezuela*, 41(13). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n13/a20v41n13p14.pdf>
- Alonso, L. A. (2018/05/28). *Resultados del proyecto de investigación educacional: La formación laboral desde la integración Universidad – Escuela – Mundo Laboral*. En, VIII Evento Nacional de Formación Laboral e Investigaciones Educativas. Holguín, Cuba.
- Ankrah, S. & Omar, A. T. (2015). Universities–industry Collaboration: A Systematic Review. *Scandinavian Journal of Management*, 31(3), 387–408. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956522115000238>
- Botana, N. R. y Sábato, J. (1993). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 575, 21–44. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=41960>
- Cedeño, J. (2017). *El vínculo universidad – empresa en la formación inicial del Ingeniero en Comercio Exterior de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*. (Tesis doctoral). Universidad de Holguín, Cuba. <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/3554>
- Cedeño-Mejía, J. F., Palacio-Hanze, C. L. y Calderon-Zamora, M. (2018). Modelo de vinculación universidad–empresa en la formación inicial del profesional en el ecuador. *REFCalE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, 6(2), 133–148. <https://refcale.uileam.edu.ec/index.php/refcale/article/view/2568>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES. (2020). *Política nacional de ciencia, tecnología e innovación 2022-2031. Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES 4069)*. Bogotá, D.C., Colombia: Departamento Nacional de Planeación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4069.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES. (2021). *Política Nacional de Emprendimiento. Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES 4011)*. Bogotá, D.C., Colombia: Departamento Nacional de Planeación. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4011.pdf>
- Correa-Henao, S., Londoño Giraldo, B. y Tavera Mesías, J. F. (2018). Calidad de la Relación Universidad–Empresa en una Universidad Pública de Colombia. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13(3), 79–90. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000300079>
- Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D. & Meyer-Stamer, J. (1996). *Systemic Competitiveness, New Governance Patterns for Industrial Development*. Londres, UK: DIE.

- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (1996). A triple helix of academic–industry–government relations: Development models beyond ‘capitalism versus socialism’. *Current Science*, 7(8), 690–693. <https://dare.uva.nl/search?identifier=ec6b49fa-635e-4c95-8f63-2277d50e7c23>
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Facundo, Á. H., García, J. G. y Peña, J. I. (2020). El fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación en jóvenes hasta el nivel de pregrado. Experiencias de países de América Latina. *Papel Político*, 25. [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/PaPo/25%20\(2020\)/77764800021/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/PaPo/25%20(2020)/77764800021/)
- Lopezosa, C., Codina, L. y Freixa, P. (2022). *ATLAS.ti para entrevistas semiestructuradas: guía de uso para un análisis cualitativo eficaz*. Serie Editorial DigiDoc. DigiDoc Reports. <https://repositori.upf.edu/handle/10230/52848>
- Pedroso Martínez, M., Tarifa Lozano, L., Artola Pimentel, M. de L. y Rodríguez García, L. B. (2020). La integración universidad-empresa. Prioridad para el desarrollo de estos tiempos. En, J. C. Arboleda Aparicio (Eds.). *Libro de investigación: Educación y Pedagogía, 2020 “Universidad –sociedad: escenarios socioculturales en relación dinámica desde la actividad”* (pp. 155 – 164). New York – Cali, USA – Colombia: Editorial REDIPE. <https://redipe.org/wp-content/uploads/2021/04/cidep-2020-2-parte-x-matanzas.pdf>
- Mascarenhas, C., Ferreira, J. J. & Marques, C. (2018). University–industry cooperation: A systematic literature review and research agenda. *Science and Public Policy*, 45(5), 708–718. <https://academic.oup.com/spp/article-abstract/45/5/708/4829714?redirectedFrom=fulltext>
- Melamed-Varela, E., Navarro-Vargas, L., Blanco-Ariza, A. B., & Olivero-Vega, E. (2019). Vínculo Universidad-Empresa-Estado para el fomento de la innovación en sistemas regionales. *Revista de Estudios Regionales*, (114), 147–169. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7073533>
- Montoya Restrepo, I. A., Velásquez Arboleda, Ó. H. y Montoya Restrepo, L. A. (2020). Escenarios futuros de la pertinencia de la política pública de ciencia, tecnología e innovación en Colombia. *Utopía y Praxis Latinoamericana: Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría Social*, (90), 154–168. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7524774>
- Morales Ramírez, M. A. (2014). The Dual learning system: An answer to the employability of youth? *Revista Latinoamericana de Derecho Social*, 19, 87–110. [https://doi.org/10.1016/S1870-4670\(14\)70665-7](https://doi.org/10.1016/S1870-4670(14)70665-7)
- OLO. (2022) *Tendencia de las ocupaciones*. Observatorio laboral y ocupacional, Servicio Nacional de Aprendizaje. Bogotá D.C., Colombia: SENA. <https://observatorio.sena.edu.co/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD (2022). *Colombia - Accession to the OECD*. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2022/02/oecd-economic-surveys-colombia-2022_82e4759f/991f37df-es.pdf
- Pineda Márquez, K., Morales Rubiano, M. E. y Ortiz Riaga, M. C. (2011). Modelos y mecanismos de interacción universidad-empresa-Estado: retos para las universidades colombianas. *Equidad y desarrollo*, 1(15), 41–67. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166538>
- Romero Torres, F. (2017). Importancia del proceso de vinculación Universidad-Empresa como fuente de recursos humanos para el sector productivo. En, L. S. Vallejo-Trujillo y A. R. Pérez-Mayo (Coords.). *Recursos humanos y organizaciones: una mirada transdisciplinar*. (pp. 97–128). Ciudad de México, México: Bonilla Artigas Editores. <http://digital.casalini.it/4488906>
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511611940>

- Roy, M. (2021). *The Growth of Interdisciplinarity in Engineering Education in the 21st Century*. 10.18260/1-2--37865.
- Sepúlveda Angarita, M. Z. (2017). El eslabón perdido de la innovación: Relación Universidad Empresa. *Revista Espacios*, 38(28). <http://www.revistaespacios.com/a17v38n28/17382815.html>
- SNIES. (2022). *Consultas públicas. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior de Colombia*. <https://snies.mineduacion.gov.co/portal/CONSULTAS-PUBLICAS/>
- Toscano Hernández, A. E. (2022). *La relación universidad-empresa desde la perspectiva de la estrategia de co-creación de valor. Análisis empírico en el ámbito de la Educación Superior en Colombia*. (Tesis doctoral) Universidad de Oviedo, Oviedo, España. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/65598>
- Sanchez Torres, W. C. (2016). Análisis de la relación Universidad-Empresa-Estado desde la perspectiva de la Competitividad Empresarial Colombiana. *Espacios*, 37(38). https://www.researchgate.net/publication/312187658_Analisis_de_la_relacion_Universidad-Empresa-Estado_desde_la_perspectiva_de_la_Competitividad_Empresarial_Colombiana
- Vélez-Rolón, A. M., Méndez-Pinzón, M. & Acevedo, O. L. (2020). Open Innovation Community for University–industry Knowledge Transfer: A Colombian Case. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 181. <https://www.mdpi.com/2199-8531/6/4/181>

CRÉDITOS FOTOGRAFÍAS

- p.5 https://www.freepik.es/foto-gratis/acerca-organizacion-voluntaria-material-donaciones_19534158.htm#fromView=search&page=1&position=24&uuid=988fbbd5-8573-487c-bcd1-65840f41d428
- p.6 https://www.freepik.es/foto-gratis/joven-companero-trabajo-pasando-tiempo-oficina_23988396.htm#fromView=search&page=2&position=2&uuid=988fbbd5-8573-487c-bcd1-65840f41d428



PROMPT

"Imagina una ilustración hiperrealista de una ama de casa de raza latinoamericana escogiendo productos de aseo para el hogar usando gafas de eye tracking simbolizando los puntos de calor de esta tecnología".
Generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3



BY NC

Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

Implementación de la metodología *eye-tracking* para la evaluación y análisis de productos en entornos minoristas

Implementation of the Eye-tracking Methodology for the Evaluation and Analysis of Products in Retail Environments

Brian Mauricio Márquez

Instructor SENNOVA, Grupo de investigación BITI , Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Palmira, Colombia.

✉ bmmarquez@misena.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-4913-2103>

Edwin Manuel Reyes Barreto

Alcaldía de Palmira, Palmira, Colombia.

✉ edwinreyes@misena.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-2555-4440>

Andrés Felipe Marroquín Pava

Gerente General en Mercapava S.A., Pradera, Colombia.

✉ andres.marroquin@mercapava.com.co

🆔 <https://orcid.org/0009-0005-7314-6240>

Financiación

El estudio contó con la colaboración desinteresada del retail Mercapava, ubicado en el municipio de Pradera, Valle del Cauca, Colombia, con fines únicamente pedagógicos.

Conflicto de interés

Los autores manifiestan no tener ningún tipo de conflicto de interés en la realización y publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo?

Márquez B. M., Reyes-Barreto, E. M. y Marroquín-Pava, A. F. (2024). Implementación de la metodología *eye-tracking* para la evaluación y análisis de productos en entornos minoristas. *Innmoda Lab*, (8), 84-96. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/6997>

RESUMEN

A través del tiempo, diferentes autores han acuñado el concepto de neuromarketing (Bautista y Velásquez, 2018; Cenizo, 2022) como una disciplina que estudia los procesos cerebrales la cual explica las conductas en la toma de decisión al momento de la elección de un bien o servicio. En este sentido, las grandes marcas se interesan por conocer al consumidor, lo que ha llevado a múltiples avances tecnológicos como la metodología eye-tracking (seguimiento de ojos), en busca de estudiar el comportamiento visual del consumidor con métricas que se asocian al comportamiento inconsciente del individuo que se manifiesta en actividades cerebrales. En este estudio se mostrará la implementación de la metodología eye-tracking para la evaluación y el análisis de productos de la categoría aseo hogar en el comercio minorista MERCAVA, ubicada en Pradera, Valle del Cauca (Colombia) empresa interesada en mejorar sus procesos de asignación de productos en la góndola y rentabilizarla (Márquez *et al.*, 2019). Se pretende que este artículo sea usado como herramienta de formación para los estudiantes de Marketing, tanto del Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Palmira (Colombia), como para cualquiera otra institución con los mismos intereses académicos.

Palabras clave: neuromarketing; comportamiento del consumidor; precio; notoriedad de marca; estrategias de promoción; marca propia.

ABSTRACT

Over time, different authors have coined the concept of neuromarketing (Bautista y Velásquez, 2018; Cenizo, 2022) as a discipline that studies brain processes which explain decision-making behaviors when choosing a good or service. In this sense, big brands are interested in knowing the consumer, which has led to multiple technological advances such as the eye-tracking methodology, seeking to study the visual behavior of the consumer with metrics that are associated with behavior. unconscious of the individual that manifests itself in brain activities. Methodology that can be used from different areas. This study will show the implementation of the eye-tracking methodology for the evaluation and analysis of products in the household cleaning category in MERCAVA retail, located in Pradera, Valle del Cauca (Colombia), a company interested in improving its allocation processes. It is intended that this article be used as a training tool for Marketing students, both at the Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Palmira (Colombia), and for any other institution with the same academic interests.

Keywords: Neuromarketing; consumer behavior; price; brand awareness; promotion strategies; private label.

1. Introducción

El mundo del comercio minorista en Colombia ha vivido una transformación asombrosa en las últimas décadas. Desde la introducción de las grandes superficies por las cajas de compensación, como lo subraya Salazar-Vivas (2019), hasta la consolidación de gigantes como Alkosto, Carrefour y Éxito, hemos sido testigos de un cambio profundo en cómo compramos y qué esperamos de nuestras experiencias de compra. Incluso han surgido formatos más pequeños pero influyentes, como D1, Ara y otros que han revolucionado el *retail* de barrio.

Pero, más allá de las tendencias y los cambios en el comercio minorista, hay una categoría que desempeña un papel crucial en los hogares colombianos: el cuidado del hogar. Esta no es solo una necesidad básica, sino una parte integral de la vida cotidiana; mantener limpio y saludable el entorno donde vivimos es esencial para el bienestar de las familias colombianas (Sánchez, Mena y García 2021).

Estos productos, que incluyen desde detergentes de lavado, hasta limpiadores de superficies y productos para el cuidado de la ropa, son fundamentales para mantener nuestros hogares en óptimas condiciones. La elección de estos productos no solo está impulsada por su efectividad, sino también por factores como la seguridad, la comodidad y el precio. Por lo tanto, entender cómo los consumidores colombianos toman decisiones de compra en esta categoría es de vital importancia, no solo para el sector minorista, sino también para el bienestar de los hogares.

En este contexto, entra en escena la tecnología de seguimiento visual, también conocida como *Eye Tracking*. Carter y Luke (2020), señalan que “el seguimiento ocular es un método experimental para registrar el movimiento ocular y la ubicación de la mirada a lo largo

del tiempo y la tarea” (p. 49–62); no solo nos permite entender qué llama la atención de los consumidores mientras compran en una góndola, sino que también revela sus decisiones de compra de manera implícita y auténtica. Es una herramienta que va más allá de las palabras y las encuestas. Estamos en la era de la “economía de la atención”, donde cada mirada y cada elección son importantes.

Este proyecto busca mejorar la eficiencia en la asignación de productos en los estantes de Mercapava, así como exponer la forma en que el consumidor colombiano ejecuta su acto de compra en un ambiente específico. Un enfoque más inteligente y centrado en el cliente en la categoría de cuidado del hogar no solo beneficia a los minoristas, sino que también contribuye al bienestar de las familias al ofrecer productos más adecuados y asequibles (Vargas, Ortiz y Marín, 2019). Por lo tanto, promete evidenciar los aspectos importantes a la hora de hacer compras en productos del cuidado del hogar por parte del consumidor, así como impulsar el éxito y la competitividad de Mercapava en un mercado minorista en constante cambio. Además, ofrecer una perspectiva de como los usuarios compran de acuerdo a sus necesidades y las condiciones que se encuentran en el punto de venta y particularmente en la góndola. Por otro lado, tiene el potencial de ayudar a mejorar la calidad de vida de innumerables hogares colombianos al facilitar la elección de productos más adecuados y asequibles.

2. Materiales y métodos

2.1. Fundamento teórico

El sector retail, según la definición de la American Marketing Association –AMA (1987), abarca un conjunto de técnicas destinadas a aumentar la rentabilidad al colocar productos

de manera estratégica en el punto de venta. Esto incluye la consideración de factores como lugar, tiempo, forma, precio y cantidad adecuados para maximizar el atractivo de los productos. Un enfoque central en las empresas de retail es comprender el comportamiento del consumidor, lo que incluye la toma de decisiones de compra y la fijación a productos.

En este contexto, juega un importante papel el modelo AIDA (Atención, Interés, Deseo y Acción), el cual pretende comprender las fases por las que atraviesa un consumidor desde que se siente atraído por un producto hasta que realiza la compra. La metodología *Eye Tracking* se ha vuelto esencial para estudiar el comportamiento visual del consumidor en el punto de venta, revelando patrones de atención, preferencias y secuencias de elección que, según Pernice y Nielsen (2009, como se citó en Gutiérrez, 2019), manifiestan las ventajas de implementar la metodología:

Permiten observar y analizar lo que las personas están viendo con gran precisión, disminuir las interrupciones que se presentan cuando se emplean otros instrumentos, estudiar y comprender aquello que llama la atención de un observador cuando fija la mirada en algún punto de una imagen o un espacio y los detalles que ignora, los cuales son tan importantes como aquellos sobre los que se fija la atención (p. 16).

Los KPI o Indicadores Clave de Rendimiento, (Chávez-Salazar *et al.*, 2020) son métricas cuantitativas que permiten evaluar el desempeño de una organización o parte de ella en relación con sus objetivos estratégicos. Una vez que se comprenden las necesidades de información de alto nivel, se puede buscar el mejor KPI que dé respuesta a preguntas estratégicas (Marr, 2020). En el contexto de la gestión de categorías en el sector retail, los KPI se utilizan para medir aspectos como rentabilidad, volumen de ventas, eficiencia operativa y satisfacción del cliente (Ríos-Jacobo, 2012).

Algunos ejemplos de KPI relevantes en retail incluyen el Margen de Beneficio, la Tasa de Conversión de Ventas, el Nivel de Inventario, la Rotación de Productos y la Calidad del Servicio al Cliente. Estos indicadores son fundamentales para tomar decisiones informadas y ajustar las estrategias comerciales de manera efectiva (Radnor & Barnes, 2007). En tal sentido, Dapena y Jaime (2020) cómo se cito en Milesi (2021), se refiere a la necesidad de medir el indicador de Perspectiva del Cliente como: “medir a través de los indicadores definidos, si por medio de la prestación de servicios o venta de sus productos le añade valor al cliente” (p. 23).

La gestión de categorías en retail es un proceso estratégico que implica la administración independiente de distintas categorías de productos para satisfacer las necesidades del consumidor y obtener ventajas competitivas. Los pasos clave en este proceso incluyen la definición de la categoría, la identificación de su rol dentro de la estructura de productos, la evaluación de su situación en el mercado y la definición de estrategias y tácticas para mejorar su desempeño.

El diseño del espacio físico en el punto de venta, combinado con elementos como la iluminación, la música y la presentación visual, desempeña un papel crítico en la estimulación de las emociones del consumidor y su experiencia de compra. La gestión efectiva de categorías permite a los clientes realizar comparaciones y tomar decisiones de compra basadas en diferentes atributos como precio, tamaño y marca.

2.2. Metodología

La presente investigación se apoya en una metodología fundamentada en un enfoque descriptivo con diseño transversal, donde la obtención

de los datos se realizará una sola vez en cada unidad de análisis¹, aunque se utilizarán dos instrumentos de recolección de información, con aplicación única a cada sujeto de investigación². El primero, corresponde a una prueba de Bio-medicación con el dispositivo *eye tracker glasses 3* en el retail Mercapava del municipio de Pradera, Colombia. El segundo instrumento, corresponde a una entrevista durante la investigación, donde se recolectó información de variables demográficas (como edad, género, nivel educativo, ocupación y estrato) y socioeconómicas, para validar nivel de ingresos familiares y gasto de mercado y, finalmente, conductuales para la validar la fidelidad a la marca y búsqueda de beneficio.

Este enfoque se alinea perfectamente con nuestro propósito de explorar en profundidad el comportamiento de los indicadores de desempeño (KPI) de notoriedad e interés en la categoría aseo cuidado del hogar, haciendo uso de la avanzada metodología de seguimiento visual denominada *Eye Tracking*.

Se realizó la exposición de los participantes

al estímulo a través del Eye Tracker (Gafas) con el fin de obtener los resultados de la Bio-medicación (**Figura 1**).

Las métricas de medición de la investigación (KPI) son:

Notarized (Notoriedad)

Number of fixations (Número de Fijaciones).

Time to first fixation AOI. (Tiempo hasta la primera fijación al área de interés).

Interest (Interés)

Total dwell time on AOI (Tiempo total de permanencia en el área de interés).

Percentage of the spend on AOI (Porcentaje del gasto en el área de interés).

La respuesta a los estímulos de los participantes en la investigación fueron capturados a través de dispositivo **Tobii Pro Glasses 3**, (TOBII, 2019) que se muestra en la Figura 1.

La muestra sigue las siguientes recomen-

Figura 1. GAFAS – TOBII Pro Glasses 3



Fuente: elaboración propia.

1 Espacio en la góndola de la categoría aseo hogar del retail Mercapava.

2 Clientes del retail Mercapava, que firmaron el consentimiento para participar en la investigación.

daciones en su construcción: (i) en el tamaño de muestra para estudios piloto sea entre 20 y 50 participantes, los cuales deben poseer los atributos que se desean medir en la población objetivo (Puello Cabarcas, 2000); (ii) la implementación de técnicas de muestreo; (iii) el uso Muestreo Estadístico. (Klinger, 2011). En ese orden de ideas, los aspectos del muestreo aleatorio simple (MAS), da como resultado el siguiente esquema para seleccionar la muestra de participantes.

Se realiza corrección por población finita si es necesario $\left(\frac{n_o}{N}\right) > 5\%$

Se trabajará con un nivel de error del 7%, porque la característica objeto de estudio de esta población, tiende a ser homogénea.

El nivel de significancia Z es del 90% equivalente a 1,65.

La expresión del tamaño de muestra para estimar el tiempo de promedio de visualización:

$$n_o = \frac{Z^2 S^2}{\delta^2} = \frac{1,65^2 (0,5 * 0,5)^2}{0,07^2} = 139$$

Una vez recopilados los datos de las 139 muestras, se ha procedido a su procesamiento mediante el software de seguimiento visual *Eye Tracking*. Esta herramienta especializada permite calcular meticulosamente los KPI (indicadores de desempeño) de notoriedad e interés en la categoría de cuidado del hogar, lo cual se apoya con la generación de material gráfico de investigación. En la etapa final de análisis de datos, se aplica el rigor de las técnicas estadísticas utilizando software estadístico como R o SPSS (R Core Team, 2022). Esto permite identificar correlaciones significativas entre los KPI y la rentabilidad de los productos de la

categoría de cuidado del hogar en el contexto de Mercapava.

4. Resultados y discusión

4.1. Resultados

Los resultados de la investigación se encuentran descritos en la medición del indicador clave de rendimiento (KPI) Interés, el cual consiste en identificar la concentración de las fijaciones de la mirada (mapas de calor), indicando el grado de interés que tiene el Área de Interés (AOIs), *este indicador entre más alto es mayor interés*; el espectro de colores cálidos y fríos en las AOIs que atraen más la atención (rojo) y menos atención (verde o nulo), generalmente, los rojos y naranjas muestran las zonas más vistas (fóvea, punto focal 1,5 mm de ancho) (**Figura 2**).

De acuerdo con el mapa de calor de la subcategoría cuidado ropa – jabones en barra – subcategoría cuidado superficies blanqueadores limpiadores desinfectantes (Figura 2), no existe en la góndola una delimitación de las subcategorías, se logra identificar que existe una saturación; esto indica frustración a la hora de tomar la decisión de la compra, debido a la concentración de marcas de los jabones, comparada con los resultados de calor de los “blanqueadores limpiadores desinfectantes”. Ahora bien, la disparidad de las presentaciones en los diferentes tipos de empaque no permite tener referentes de comparación para la toma de decisión a la hora de la compra. Por tal motivo, se sugiere marcar pronunciadamente las subcategorías en la góndola.

La organización de los productos de la categoría aseo hogar, subcategoría cuidado ropa – jabón en barra en la góndola juega un papel importante; las marcas que acomodaron la cara completa (vertical), como fue el caso

de los jabones Único, Rey y Riel, obtuvieron un KPI de interés mayor 18,3%, 17,6% y 14% respectivamente. A diferencia de los productos que fueron organizados de forma horizontal y con su cara más pequeña frente al consumidor tuvo un menor porcentaje de visualizaciones, jabón Máximo (1,6%), jabón Dersa (1,7%), jabón Top (1,9%), jabón Fab (2,0%) y finalmente jabón Supremo (2,5%) (Tabla 1).

La góndola de la categoría aseo hogar, subcategoría cuidado ropa – desmanchador, contaba con *stopper* publicitario del 25% de descuento en la marca Vanish, una oferta ahorra pack que referenciaba 2 productos para Blancox y descuento para la marca Patojito (ver Figura 3). De acuerdo con estos estímulos promocionales, los participantes iniciaban su recorrido visual con movimientos sacádicos en estos puntos, para luego pasar a los blan-

Figura 2. Mapas de calor Categoría aseo hogar, Subcategorías cuidado ropa (jabones en barra) y cuidado superficies (blanqueadores)



Fuente: elaboración propia usando RetailLab UX Tobii Pro Lab Full Edition.

Tabla 1. Indicadores Claves de Rendimiento para el Interés – Subcategoría cuidado ropa, jabón barra

KPI		Marcas de jabón													
		Barri-gón	Coco	Espe-cial	Máxi-mo	Puro	Riel	Vel	Dersa	FAB	Glade	Rey	Su-pre-mo	Top	Único
Total dwell time on AOI	Avera-ge	2,40	2,13	1,09	0,39	1,91	3,42	1,32	0,42	0,50	1,02	4,30	0,61	0,45	4,48
% of time spent on AOI	Share of Total Time (%)	9,8%	8,7%	4,5%	1,6%	7,8%	14,0%	5,4%	1,7%	2,0%	4,2%	17,6%	2,5%	1,9%	18,3%

Fuente: elaboración propia usando RetailLab UX Tobii Pro Lab Full Edition.

Figura 3. Ruta de seguimiento, Planograma denominado “Categoría aseo hogar, subcategoría cuidado ropa - Desmanchador”



Fuente: elaboración propia usando RetailLab UX Tobii Pro Lab Full Edition.

queadores ropa color de las diferentes marcas. Lo anterior, se encuentra ratificado en el KPI interés de esta subcategoría; donde Vanish con un 29% del total tiempo invertido por el total participantes, Blancox y Patojito con 15% respectivamente.

Respecto a la percepción de la marca propia “Doña Ofé”, los consumidores la perciben como una alternativa económica y de calidad; se destaca por su precio asequible, buen aroma, tamaño adecuado y función activa. Sin embargo, se enfrenta a desafíos de visibilidad en la góndola y la competencia con marcas más reconocidas (Figura 4).

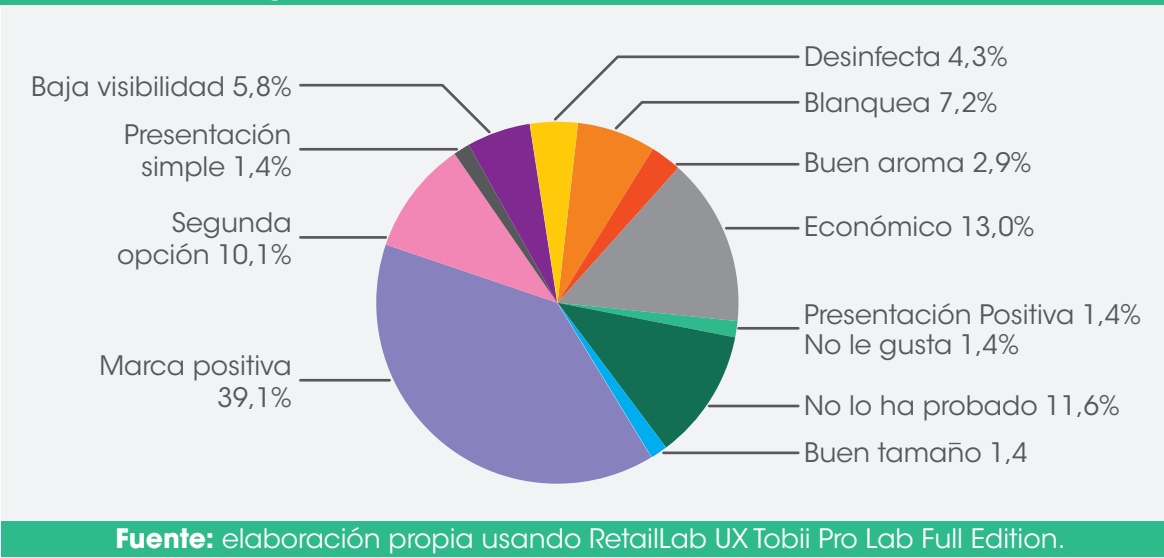
En cuanto a la percepción del servicio de la tienda, la mayoría de los consumidores tienen una percepción positiva del servicio en la tienda; sin embargo, un porcentaje significativo menciona que el servicio es “bueno

pero no excelente”. Esto sugiere que hay margen para mejorar la calidad del servicio y mantener la satisfacción de los clientes a largo plazo.

4.2 Discusión

- *Importancia de la organización:* los resultados sugieren que la organización de los productos en los estantes es crucial. Las marcas y presentaciones que son más fáciles de encontrar, con tiempos de fijación más bajos, tienen una ventaja en la captación de la atención de los consumidores. Esto destaca la importancia de la gestión de categorías y la ubicación estratégica de productos en el punto de venta.
- *Valor de las áreas de interés:* las Áreas de Interés (AOIs) que generan un mayor interés entre los consumidores pueden

Figura 4. Percepción de la marca propia “Doña OFE”



considerarse activos valiosos para las empresas; asignarles un valor diferenciador podría aumentar la rentabilidad, por lo tanto, las marcas que ocupan estos espacios tienen la oportunidad de destacarse y atraer a más compradores.

- *Incidencia del precio en la demanda:* el precio juega un papel crucial en la decisión de compra de productos de cuidado del hogar. La presencia de un *stopper* publicitario del 25% de descuento en la marca *Vanish* atrajo la atención de los consumidores y los llevó a considerar productos con descuento como una opción preferida. Esto demuestra que las ofertas y promociones influyen en el comportamiento de compra.
- *Notoriedad e interés de marcas:* en la subcategoría de cuidado ropa – suavizante, las marcas *Dersa* y *Suavitel* fueron las más notorias, pero *Dersa* presentó un tiempo de fijación más alto, lo que podría causar frustración debido a su dificultad para encontrarlo. Esto resalta la importancia de la visibilidad y accesibilidad de los productos en la góndola.

- *Organización de productos:* la organización vertical de productos en la góndola, especialmente en la subcategoría cuidado ropa – detergente en polvo, aumentó significativamente el interés de los consumidores. Marcas ubicadas en los estantes 3, 4 y 5, como *Ariel*, *Ultrex* y *Dersa*, obtuvieron altos niveles de notoriedad e interés debido a la similitud de precios entre ellas. Esto sugiere que la disposición de productos puede influir en las decisiones de compra.
- *Comportamiento de inicio:* el hecho de que la mayoría de los consumidores comiencen su recorrido en áreas específicas de los estantes sugiere un patrón de comportamiento consistente. Esto podría indicar que los consumidores tienen ciertas preferencias o hábitos establecidos al elegir productos en esta categoría; las empresas podrían aprovechar esta información para optimizar la disposición de productos y promociones.
- *Necesidad de ajustes:* la sugerencia de ajustes en el lineal, especialmente para presenta-

ciones pequeñas que pasan desapercibidas, apunta a la importancia de la flexibilidad en la disposición de productos. Los minoristas y fabricantes deberían considerar realizar cambios estratégicos para mejorar la visibilidad de ciertas opciones y, en última instancia, aumentar las ventas.

5. Conclusiones

Este estudio reveló una serie de factores críticos que influyen en el comportamiento de compra de productos de cuidado del hogar. La incidencia del precio y las ofertas promocionales se destacan como impulsores significativos de las decisiones de compra, lo que subraya la importancia de estrategias de precios competitivas y promociones efectivas en el mercado de productos de aseo.

La notoriedad e interés de las marcas son fundamentales para atraer la atención de los consumidores, pero la visibilidad y la organización de productos en la góndola también desempeñan un papel crucial. La disposición vertical de productos ha demostrado ser efectiva para aumentar el interés del consumidor, lo que sugiere que las tiendas deben considerar cuidadosamente la presentación de productos en sus estantes.

Además, la percepción de la marca propia “Doña Ofe” como una alternativa económica y de calidad indica un potencial prometedor para las marcas propias en el mercado de cuidado del hogar. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos de visibilidad en la góndola y competir con marcas más reconocidas. La percepción positiva del servicio en la tienda es un activo valioso, pero el hecho de que algunos consumidores lo califiquen como “bueno pero no excelente” sugiere que existe margen para mejoras y que la calidad del servicio podría marcar la diferencia en la retención de clientes.

En última instancia, este estudio proporciona información valiosa para las estrategias de marketing y ventas en la industria de productos de aseo del hogar, al tiempo que destaca la importancia de mantener un equilibrio entre el precio, la visibilidad del producto y la calidad del servicio para garantizar la satisfacción del cliente y la lealtad a la marca. Estos hallazgos invitan a una discusión importante sobre cómo las empresas pueden adaptarse a las cambiantes preferencias y comportamientos de los consumidores en este mercado altamente competitivo.

6. Anexos

Anexo 1. Modelo de evaluación de estímulos en punta de venta mediante el uso de la tecnología Eye Tracker Gafas



1. Datos personales

Cod.	Nombre	Cédula	Firma

2. Preguntas sobre marca propia

- ¿Cuáles son las características que te hacen adquirir este producto antes que otros?
- ¿Por qué eliges este producto y no el de la competencia?
- ¿Qué tan satisfecho te sientes con este producto o servicio de Mercapava?
- ¿Cuál es tu opinión sobre esta marca?
- ¿Por qué estás comprando este producto?
- ¿Cuánto tiempo lleva usando este producto?
- Antes de usar este producto, ¿Cuál compraba? Por qué?
- ¿Qué le atrajo la atención del empaquetado de este producto?
- ¿Qué otro producto consideraría comprar si no encuentra este?

2. Caracterización sociodemográfica

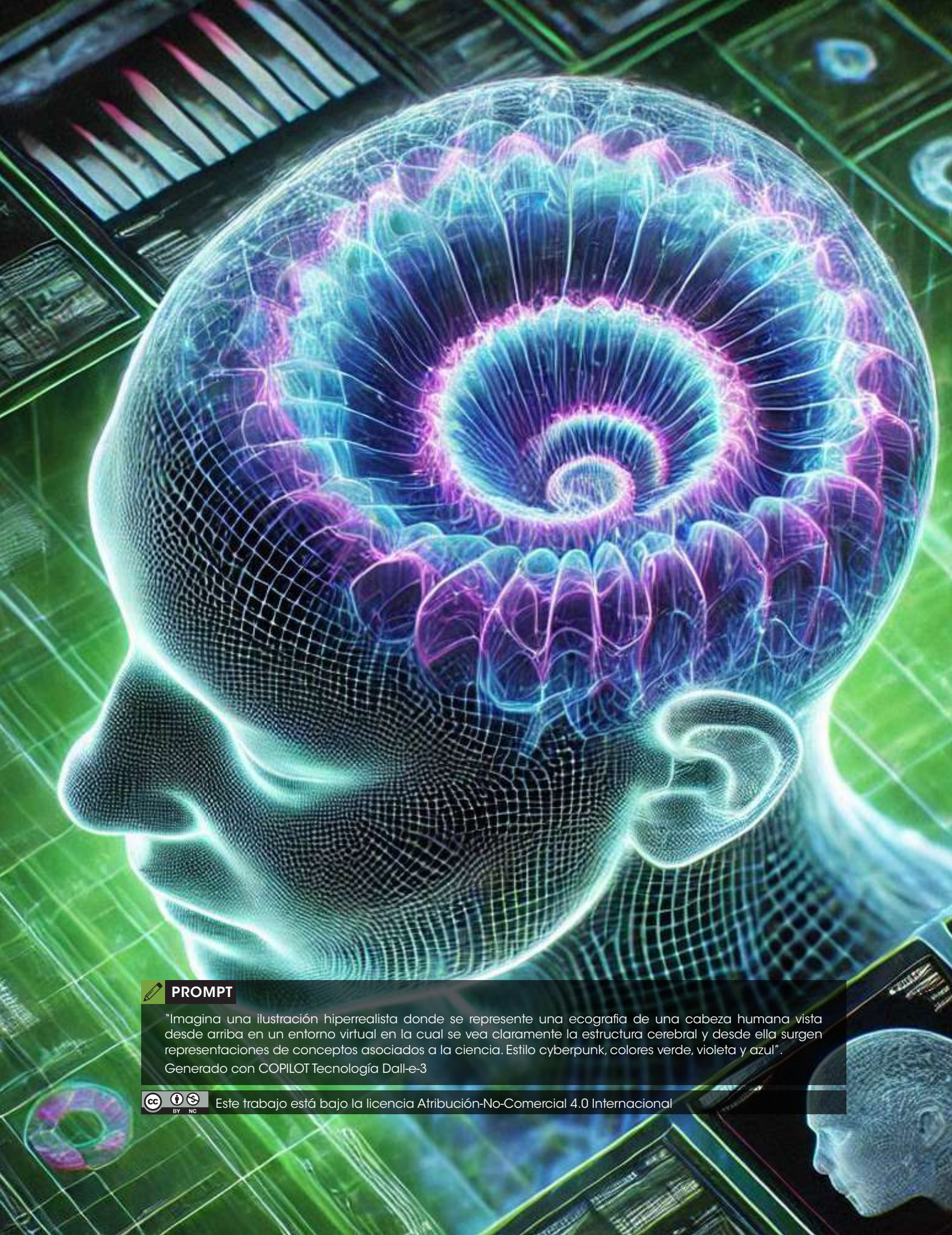
Cod.	Edad	Género	Educación							Ocupación			Estrato	Ingresos			
		M F	N	E	P	T	N	M	S	A	I	Ns/Nr		1 smmlv	2 smmlv	Más de 2 smmlv	Ns/Nr

Fuente: elaboración propia.

Referencias

- American Marketing Association -AMA. (1987). *American Marketing Association*. <https://www.ama.org/>
- Bautista, D.C. y Velásquez, D.M. (2018). *Evolución del Neuromarketing*. Escuela de Administración, Universidad del Rosario. Bogotá D.C., Colombia. <https://repository.urosario.edu.co/items/27b18c66-c967-4838-b05d-8ceefe7f8d2a>
- Carter, B. T. & Luke, S. G. (2020). Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychophysiology*, 155, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.05.010>
- Cenizo, C. (2022). Neuromarketing: concepto, evolución histórica y retos. *Icono 14*, 20(1), 11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8217301>

- Chávez-Salazar, L., Lozano-Mosquera, D., Mejía-Melo, D., Morris-Molina, L. y Ospina-López, J. (2020). Impacto de los KPIS en los procesos productivos de la industria. *Revista Teinnova*, 5, 100-109. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/CDITI/article/download/3836/4287>
- Gutiérrez de Piñeres Botero, C. (2019). *Registro de movimientos oculares con el eye tracker Mobile eye XG*. Bogotá D.C., Colombia: Editorial Universidad Católica de Colombia.
- Márquez, B. M., Santander, I. C. R., Gómez, L. F. M., Bolaños, A. L. Q. y Henao, E. F. P. (2019). Metodología Eye Tracking: el estudio del comportamiento visual del consumidor como medio para la asignación de lineales en el sector Retail. *Ensayos: Revista de Estudiantes de Administración de Empresas*, 11(1). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ensayos/article/download/84425/73673/0>
- Marr, B. (2020). *What is a KPI*. Bernard mar & co. *Intelligent Bussiness Performance*. <https://www.bernardmarr.com/default.asp?contentID=762>
- Milesi, M. (2021). *Implementación de Herramientas de Contabilidad Gerencial en empresas Retail Minoristas de la ciudad de Córdoba y en contextos de incertidumbre*. (Trabajo de Grado). Universidad Nacional de Córdoba: Córdoba, Argentina. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/22974>
- Puello Cabarcas, D. et al. (2020). *Estrategias de marketing y su impacto en las organizaciones*. Corporación Universitaria Americana.
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Radnor, Z. J. & Barnes, D. (2007). Historical analysis of performance measurement and management in operations management. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(5-6), 384-396. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17410400710757105/full/html>
- Ríos-Jacobo, O. I. (2012). *Desarrollo, Aplicación y Gestión de las Key Performance Indicators (KPI) en Área Crítica del Proceso Logístico*. México D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24174w/S8_desarrollo_aplicacion_gestion.pdf
- Salazar-Vivas, J. (2019). *Análisis del comportamiento del sector retail en el periodo 2014-2018 en Santiago de Cali*. (Trabajo de Grado). Maestría en Administración, Universidad del Valle, Cali, Colombia. <https://hdl.handle.net/10893/15019>
- Sánchez, L. Mena, R. y García, S. (2021). *El comportamiento del sector retail en el formato del Hard Discount y grandes superficies durante la pandemia* (Trabajo de Grado). Negocios Internacionales, Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/8933>
- TOBII. (2019). *TOBII Pro*. <https://www.tobiipro.com/fields-of-use/marketing-consumer-research>
- Vargas Rubio, D., Ortiz Rojas, Y. E. y Marín Fino, M. P. (2019). *Dinámica financiera de las empresas del sector Retail y su relación con la macroeconomía colombiana en los últimos años*. (Trabajo de grado) Finanzas y Comercio Internacional, Universidad de La Salle. Bogotá D.C., Colombia. https://ciencia.lasalle.edu.co/finanzas_comercio/542



PROMPT

"Imagina una ilustración hiperrealista donde se represente una ecografía de una cabeza humana vista desde arriba en un entorno virtual en la cual se vea claramente la estructura cerebral y desde ella surgen representaciones de conceptos asociados a la ciencia. Estilo cyberpunk, colores verde, violeta y azul".
Generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

Divulgación científica como potencializador del naturalismo científico e inteligencias múltiples en el proceso de formación

Scientific Dissemination as a Catalyst for Scientific Naturalism and Multiple Intelligences in The Training Process

Diana Catalina Vanegas Andrade

Instructora, Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC- SENA, Distrito Capital, Bogotá D.C. Colombia. Licenciada en Química, Magíster en plantas Medicinales, Grupo de investigación: INNMODA CMTC.

✉ dcvanegas@sena.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0009-0008-1817-0434>

Angélica Margoth Quiroga Barreto

Investigadora experta SENNOVA Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC- SENA, Distrito Capital, Bogotá, Colombia. Ingeniera Química, Especialista en Dirección de Proyectos, Magíster en Dirección y Administración de Empresas; Grupo de investigación: INNMODA CMTC.

✉ amquiroga@sena.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0000-0003-3785-4088>

Financiación

Este estudio de caso es resultado de un proyecto de formación desarrollado con las fichas 2924751 y 2824269 de los Programas de Formación Técnico en Tintorería y acabados y Tecnólogo en Gestión de mercados.

Conflicto de interés

Las autares declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses en la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo?

Vanegas Andrade, D. C. y Quiroga Barreto, A. M. (2024). Divulgación científica como potencializador del naturalismo científico e inteligencias múltiples en el proceso de formación. *Innmoda Lab*, (8), 97-110. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/6998>

RESUMEN

La práctica educativa de los instructores del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) es un proceso dinámico y reflexivo que debe estar en continuo análisis y transformación según las necesidades cambiantes de la población. Esta investigación se fundamenta en el carácter integral de la formación, que busca no solo desarrollar conocimientos, sino también actitudes y valores. Su objetivo es estudiar la eficacia de la divulgación científica como estrategia educativa, enfocada en fortalecer la comprensión de conceptos científicos y fomentar el desarrollo de inteligencias múltiples en el ambiente de aprendizaje. Se realizó un estudio de caso con 17 aprendices de nivel técnico y 23 de nivel tecnológico en los programas de Tintorería y Acabados y Gestión de Mercados, respectivamente, en el Centro de Manufactura en Textil y Cuero del SENA, Distrito Capital. Inicialmente, se comparó la comprensión de conceptos científicos presentados en artículos y videos, para luego involucrar a los aprendices en la creación de estos materiales, incluyendo el inglés para resaltar la importancia de una segunda lengua en diferentes entornos. Los resultados muestran que la divulgación científica mediante herramientas multimedia, específicamente en formato de video, facilita la comprensión de conceptos y, al hacer partícipes a los aprendices en la creación de contenido, se estimulan significativamente las habilidades blandas y diferentes tipos de inteligencias, viéndose así mismos como científicos naturales. Sin embargo, se identificaron barreras para comunicar en inglés, principalmente debido a la inseguridad al hablar, la falta de vocabulario y, en menor medida, la apatía hacia el idioma.

Palabras clave: aprendizaje significativo; Inteligencias múltiples; naturalismo científico; divulgación científica; multimedia; bilingüismo.

ABSTRACT

The educational practice of SENA instructors is a dynamic and reflective process that must be continuously analyzed and transformed according to the changing needs of the population. This research aims to study the effectiveness of scientific dissemination as an educational strategy, focused on strengthening the understanding of scientific concepts and fostering the development of multiple intelligences in the learning environment. A case study was conducted with 17 technical level apprentices and 23 technological level apprentices in the Dyeing and Finishing and Market Management programs, respectively, at the Textile and Leather Manufacturing Center of SENA, Distrito Capital. Initially, the understanding of scientific concepts presented in articles and videos was compared, followed by involving the apprentices in creating these materials, including English to highlight the importance of a second language in different contexts. The results show that scientific dissemination through multimedia tools, specifically in video format, facilitates the understanding of concepts. Additionally, involving apprentices in content creation significantly stimulates soft skills and different types of intelligences, leading them to see themselves as natural scientists. However, barriers were identified in communicating in English, mainly due to insecurity in speaking, lack of vocabulary, and, to a lesser extent, apathy towards the language.

Keywords: Meaningful learning; multiple intelligences; scientific naturalism; scientific dissemination; multimedia; bilingualism.

1. Introducción

En un mundo en constante cambio, la educación debe adaptarse continuamente para satisfacer las necesidades emergentes de la sociedad. Los instructores del SENA tienen la misión de transformar sus prácticas educativas para no solo impartir conocimientos, sino también desarrollar actitudes y valores en sus aprendices, alineados con la misión de la institución para la formación integral profesional en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país. En este contexto, la enseñanza de las ciencias presenta un desafío aun mayor para captar el interés de los aprendices y fomentar una comprensión profunda de conceptos complejos (Darling-Hammond *et al.*, 2020).

Por otra parte, dado el auge globalizador en el que nos encontramos inmersos, la competencia bilingüe se ha convertido en una habilidad clave para los estudiantes, especialmente en áreas como la ciencia, donde la mayoría de la literatura académica se publica en inglés (Sánchez-Pérez & Manzano-Aguilero, 2021). Sin embargo, integrar de manera efectiva el aprendizaje de contenidos científicos y el desarrollo de habilidades lingüísticas sigue siendo un reto para muchos educadores.

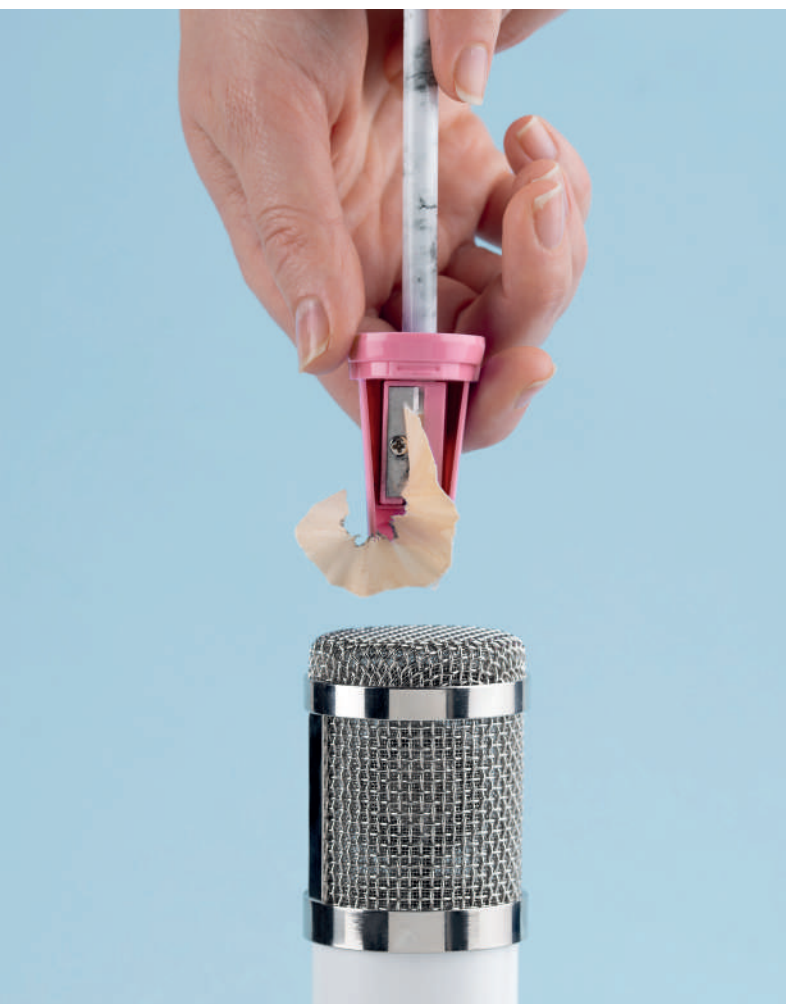
El problema central de este estudio radica en la falta de estrategias didácticas efectivas que incrementen la comprensión de textos científicos entre los estudiantes. A pesar de los avances en la educación, muchos aprendices aún enfrentan dificultades para entender y aplicar conceptos científicos complejos.

La divulgación científica surge entonces como una estrategia educativa atractiva para los aprendices que puede fortalecer la comprensión de conceptos académicos y

fomentar el desarrollo de inteligencias múltiples. Al utilizar herramientas multimedia y enfoques interactivos, se pueden abordar estos desafíos haciendo que el conocimiento sea más accesible y atractivo para los estudiantes. Al mismo tiempo, al incorporar el bilingüismo en la creación de contenido científico, se resalta la importancia de manejar una segunda lengua en diferentes entornos, formando aprendices más capaces y competitivos.

Cabe resaltar que la teoría de las inteligencias múltiples, propuesta por el psicólogo Howard Gardner, desafía la noción tradicional de una inteligencia única y homogénea. Según Gardner, existen al menos ocho tipos de inteligencias: lingüística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal-kinestésica, intrapersonal, interpersonal y naturalista (Gamandé Villanueva, 2014). Cada tipo de inteligencia representa una forma distinta de procesar la información y resolver problemas, lo que implica que las personas pueden tener fortalezas en áreas específicas mientras que otras pueden estar menos desarrolladas. Esta perspectiva permite una comprensión más amplia y personalizada del potencial humano, promoviendo una educación que valore y cultive las diversas habilidades de cada estudiante.

En este punto, si se entiende al naturalismo científico como corriente que reduce la realidad a lo natural y que puede ser conocido por la ciencia, este proporciona un marco sólido que guía esta estrategia, al centrarse en la observación y la evidencia empírica, permite a los aprendices desarrollar una comprensión crítica del mundo que los rodea, alentándolos a cuestionar y explorar fenómenos naturales a través de métodos científicos (Diéguez, 2021). Este enfoque



no solo enriquece el aprendizaje de las ciencias, sino que también promueve habilidades esenciales para la formación, preparándolos para enfrentar los desafíos contemporáneos con una base sólida en el pensamiento crítico y la razonabilidad científica (Pavía, 2023). Así, al integrar la divulgación académica con el naturalismo científico, se potencia no solo el interés por las ciencias, sino también el desarrollo de individuos capaces de contribuir significativamente a la sociedad.

Otro pilar clave de esta investigación es el enfoque constructivista, que subraya la importancia de que los estudiantes construyan su propio conocimiento a través de experiencias activas y reflexivas. Según David

Ausubel, el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera sustantiva con los conocimientos previos del estudiante (Viera Torres, 2003). Este enfoque es vital para la divulgación científica, ya que permite que los estudiantes conecten conceptos científicos complejos con su conocimiento previo, facilitando una comprensión más profunda y duradera.

La producción de material multimedia ha emergido como una estrategia pedagógica innovadora en el ámbito educativo, ya que a través de la integración de diversas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), los educadores han encontrado nuevas formas de captar el interés de los estudiantes, facilitando tanto la comprensión de conceptos científicos complejos como el desarrollo de competencias lingüísticas en múltiples idiomas (Abdulrahman *et al.*, 2020). Este enfoque se alinea con la pedagogía del constructivismo, que sostiene que el aprendizaje se da de manera más efectiva cuando los estudiantes participan activamente en la construcción de su propio conocimiento (Moreno, 2022).

Así mismo, en el constructivismo, se valora la presentación de la información en múltiples formatos para que los estudiantes puedan construir significados personales y conectar nuevos conocimientos con sus experiencias previas (Stefany, 2021). El uso de recursos multimedia, como videos interactivos, simulaciones, podcasts y plataformas digitales, permite una enseñanza más dinámica, visual y auditiva, lo cual responde a las distintas formas de aprendizaje de los estudiantes (Dahlan *et al.*, 2023). En particular, (Mayer, 2024) en su Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia subraya que los estudiantes aprenden mejor cuando el material

de enseñanza se presenta en un formato que combina imágenes y palabras, en lugar de únicamente texto o imágenes por separado. Esto se debe a que el cerebro humano procesa la información de manera más eficiente cuando se activan múltiples canales sensoriales (Mayer, 2024).

Además de los beneficios en la enseñanza de contenidos científicos, la producción de multimedia también puede ser una herramienta poderosa para el desarrollo del bilingüismo. La educación en una segunda lengua promueve no solo el aprendizaje de idiomas, sino también la inmersión en contextos culturales diversos, lo que contribuye al desarrollo cognitivo general de los estudiantes (Özşen *et al.*, 2020). En este sentido, la integración de estrategias pedagógicas bilingües dentro de la producción de multimedia proporciona a los estudiantes la oportunidad de interactuar con el lenguaje en contextos auténticos y significativos. Según (Dalton-Puffer *et al.*, 2022), el enfoque en la enseñanza de contenido y lenguaje integrado (CLIL, por sus siglas en inglés) puede mejorar tanto la adquisición de conocimientos como las habilidades lingüísticas.

Asimismo, en el contexto de la divulgación científica, el uso de recursos multimedia ofrece una plataforma versátil y accesible para transmitir conocimientos científicos a audiencias más amplias. La ciencia, en muchas ocasiones, requiere de traducción a un lenguaje comprensible para el público general, y el formato multimedia, con su capacidad para combinar narrativa visual y auditiva, resulta particularmente efectivo para esta tarea (Arora, 2023). Además, la posibilidad de incluir subtítulos o narraciones en varios idiomas en productos multimedia amplía aún más el alcance de la divulgación científica, permitiendo que esta información sea

accesible a personas con diversas competencias lingüísticas (Arora, 2023).

Este estudio de caso aborda esta problemática mediante el uso de la producción de multimedia de los aprendices como estrategia pedagógica, explorando su impacto en el aprendizaje y la comunicación científica en dos idiomas, así como las dificultades que enfrentan los estudiantes al presentar contenido en inglés. . Es un acercamiento al bilingüismo y el uso de nuevas tecnologías en las prácticas educativas para facilitar el aprendizaje de las ciencias. Al hacerlo, se espera que los aprendices no solo dominen los conceptos científicos, sino que también desarrollen la capacidad de comunicar estos conocimientos en ambos idiomas, lo cual es crucial en la actualidad dadas las exigencias del mercado laboral.

2. Materiales y Métodos

Este estudio se llevó a cabo en un entorno educativo, teniendo como principales objetivos la evaluación del impacto de la producción de multimedia como estrategia didáctica para la enseñanza de ciencias y el fomento del bilingüismo en los aprendices. La metodología se estructuró en tres fases principales: la planificación del proyecto, la producción de los videos por parte de los aprendices, y la recolección de datos a través de la retroalimentación sobre la experiencia.

El estudio se realizó con un grupo de 17 aprendices de nivel técnico y 23 de nivel tecnológico inscritos en los programas Técnico en Tintorería y Acabados y Tecnólogo en Gestión de Mercados, en el Centro de Manufactura en Textil y Cuero del SENA, Distrito Capital. Los participantes fueron seleccionados debido a su nivel básico de inglés y su familiaridad con el uso de herramientas

multimedia en la nueva era de la inteligencia artificial. Se les asignó la tarea de producir videos informativos, basados en artículos de investigación publicados en la revista científica Innmoda Lab, que deberían presentar en español y parte de su contenido en inglés.

Los aprendices debían crear un video de aproximadamente 5 minutos de duración en el que los explicaran los hallazgos de un artículo científico reciente asignado. Inicialmente, los aprendices debían leer, comprender y sintetizar el artículo científico, y luego presentarlo utilizando un formato de noticiero, que incluiría una versión en inglés de la nota presentada. La nota debía contener una introducción clara del tema, la explicación de los principales descubrimientos, y una conclusión sobre la relevancia del estudio.

Los videos fueron realizados utilizando herramientas multimedia accesibles como aplicaciones de grabación de video en smartphones y software de edición de video gratuito como

Movie Maker, Filmora, InShot, CapCut, entre otras. Los estudiantes tenían libertad para utilizar imágenes, gráficos y subtítulos que facilitaran la comprensión del tema presentado.

Para evaluar los resultados de la actividad, durante la realización de los videos, se observó el desempeño de los aprendices, prestando especial atención a las dificultades que surgían en la producción de los videos en inglés, tanto en términos de lenguaje como de adaptación del contenido científico a una audiencia bilingüe. Se registraron notas de campo sobre el tiempo empleado y las estrategias utilizadas para superar estas dificultades.

Una vez finalizada la actividad, se realizó una retroalimentación a los estudiantes para obtener información sobre su experiencia. Se hicieron preguntas abiertas y cerradas, enfocándose en aspectos como la percepción sobre la tarea de producir videos en español e inglés, el grado de dificultad al presentar los artículos científicos en inglés, la percepción sobre el valor de la actividad para mejorar sus habilidades en comunicación académica y los principales retos enfrentados durante la actividad (lingüísticos, tecnológicos, de comprensión del artículo, entre otros).

Posterior a ello, se realizaron entrevistas semiestructuradas para profundizar en las respuestas de la retroalimentación y comprender mejor sus opiniones sobre la actividad. Las entrevistas abordaron temas como las estrategias utilizadas para entender y explicar los artículos, las dificultades específicas con el idioma inglés, y su percepción sobre la utilidad de esta experiencia para su desarrollo académico y profesional.

Los datos cualitativos obtenidos se analizaron utilizando un enfoque de análisis temático. Se identificaron y categorizaron los



principales temas relacionados con las experiencias de los estudiantes, las dificultades que enfrentaron, y las estrategias que utilizaron para superarlas. Se prestó especial atención a las dificultades lingüísticas y a la percepción de los estudiantes sobre cómo la actividad contribuyó al desarrollo de sus habilidades bilingües y de comunicación científica. Por otro lado, las notas de observación se utilizaron para complementar los hallazgos obtenidos, proporcionando un panorama más completo sobre las dinámicas observadas durante el proceso de producción de los videos.

Es importante destacar algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, la muestra de aprendices es relativamente pequeña, lo que puede limitar la generalización de los resultados. Además, la actividad dependía de la familiaridad de los aprendices con el uso de herramientas multimedia, lo que pudo haber generado diferencias en la calidad técnica de los videos. Finalmente, la autoevaluación y retroalimentación de los aprendices podría haber estado influenciada por su experiencia previa con el inglés y su nivel de confianza en el uso del idioma.

Esta metodología permite explorar no solo el impacto de la producción de multimedia como herramienta pedagógica en el aprendizaje de ciencias, sino también el rol de esta actividad en el desarrollo de habilidades bilingües, proporcionando una visión integral sobre su eficacia como estrategia educativa.

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos tras analizar los videos como evidencia de aprendizaje y las entrevistas individuales de reflexión del grupo control se examinan desde cuatro perspectivas:

3.1. Caracterización de los Grupos

- **Técnico en Tintorería y Acabados:**

Este grupo está compuesto por 17 aprendices de jornada diurna, con edades entre 17 y 25 años. Dieciséis de ellos son bachilleres y uno está en proceso de obtener su título. Son habitantes de las poblaciones de Gachancipá y Tocancipá.

- **Tecnólogo en Gestión de Mercados:**

Este grupo incluye a 23 aprendices de jornada nocturna, de los cuales el 82% tiene un empleo formal durante el día. Sus edades oscilan entre 21 y 45 años.

Esta caracterización es importante para analizar el trabajo desarrollado por cada grupo pues, como sostiene Jean Piaget, los individuos construyen su conocimiento a través de la interacción con el entorno y, visto desde la lógica de Lev Vygotsky, la influencia del contexto social y cultural tiene una marcada importancia en el aprendizaje (Pedro J. Saldarriaga-Zambrano, 2016).

Para el primer grupo, la química es una competencia técnica esencial con gran aplicabilidad en su futuro laboral. En cambio, para el grupo de gestión de mercados, las ciencias naturales son una competencia clave dentro de su formación, lo que significa que, aunque sean imprescindibles para su desarrollo personal y social, no tienen la misma aplicación laboral directa que las competencias técnicas.

En este punto podemos remarcar la importancia del estudio de inteligencias múltiples propuesto por Gardner, quien define a la inteligencia como “capacidad de resolver problemas o de crear productos que sean valiosos en uno o más ambientes culturales” (Suárez Jaqueline, 2010), esto queda evidenciado cuando cada aprendiz o grupo de ellos desarrolla el mismo ejercicio en este caso el video propuesto para clase, de un modo diferente de acuerdo a sus experiencias y conocimientos previos, teniendo

do también como referencia su contexto y entorno sociocultural, recordemos que el primer grupo proviene de un entorno más rural, con una educación enmarcada en ese contexto, mientras que el segundo grupo es más heterogéneo en cuanto a su educación y reside en la ciudad de Bogotá D.C., Colombia.

La edad puede analizarse desde múltiples perspectivas. El primer grupo, con un rango de edad menor, está más habituado a consumir información en formato de video a través de redes sociales y participa con mayor facilidad en la creación de este tipo de contenido. Sin embargo, en el grupo de mayor edad se observan resultados de mayor calidad y profesionalismo.

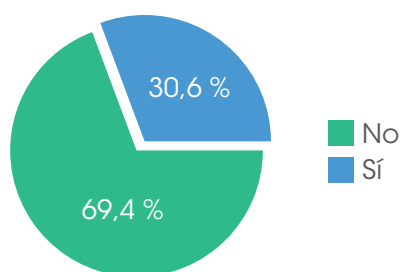
Los aprendices participantes provienen de contextos variados, algunos de zonas rurales como Gachancipá y Tocancipá, con un acceso más limitado a recursos tecnológicos y educativos en comparación con los aprendices de la capital, Bogotá. Esta diversidad en el contexto socioeconómico se refleja en las decisiones que tomaron al crear sus piezas audiovisuales, influenciadas no solo por su nivel educativo y profesional, sino también por su acceso previo a las tecnologías y la exposición al inglés.

3.2. Impacto en el Aprendizaje y comprensión de conceptos científicos

Uno de los principales motivos para realizar este estudio fue la falta de comprensión de textos científicos por parte de los aprendices, ya que al tener que realizar algún trabajo, fuese resumen, exposición o cuestionario a partir de estos, se evidenciaba una baja comprensión lectora y poca asimilación de los contenidos, por lo tanto, su rendimiento no era el esperado. Se puede analizar este hecho en la falta de hábitos de la lectura y en especial de contenidos científico como se demuestra en las Gráficas 1 y 2.

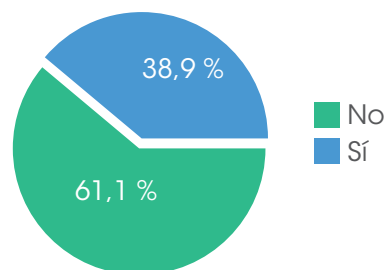
Esto a su vez se explica por el contexto sociocultural en el que han crecido y se desenvuelven los sujetos objeto de estudio, ya que son entornos donde no se le ha dado la importancia que merece la lectura y donde la ciencia no tiene tanta relevancia para su cotidianidad. Es ahí donde proyectos como este, fomentan el *naturalismo científico* en el proceso de aprendizaje, ya que, invitando al aprendiz a identificarse como un científico innato, este empieza a analizar fenómenos y comprender conceptos científicos complejos basado en la

Gráfica 1. Respuestas a la pregunta ¿Eres un lector habitual? (Mínimo 10 libros al año)



Fuente: elaboración propia a partir Larrañaga (2005).

Gráfica 2. Respuestas a la pregunta ¿Normalmente lees artículos de investigación?



Fuente: elaboración propia a partir Larrañaga (2005).

evidencia y la observación, principios del naturalismo científico. (Diéguez, 2021).

Al incorporar la divulgación científica en las sesiones de formación y proponer a los estudiantes la creación de productos audiovisuales basados en estos textos, se ha observado una mejora significativa en su actitud hacia la clase, reflejada en sus calificaciones. Este conjunto de actividades que se realizan para hacer más accesible el conocimiento científico fueron apreciadas en primera medida desde la visión del consumidor y luego desde el productor y creador de este contenido, trabajo requieren de aprendizaje y preparación ya que un científico puede tener muchos conocimientos, pero no saber comunicar; y lo mismo le ocurre a un comunicador, puede saber comunicar, pero le falta el conocimiento científico (Lado, 2021).

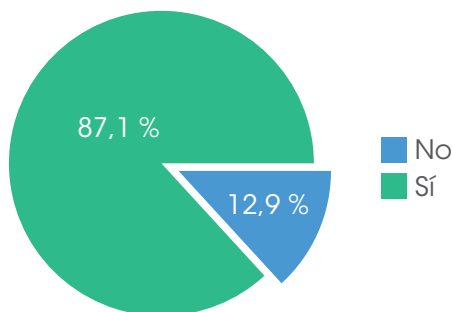
En la Gráfica 3 se puede apreciar como el 87,1% de los encuestados manifestó un mayor interés por la ciencia y los conocimientos presentados en los artículos al ser presentados en formato de video. Al indagar un poco más al

respecto con las preguntas de respuesta abierta se encontró que al verse involucrados en la realización de este contenido sintieron un gran compromiso por la asimilación de los conceptos que estaban presentando.

Además, se buscó que desarrollaran habilidades adicionales que no estaban explícitamente incluidas en su programa formativo. Estas habilidades, fundamentadas en una formación integral, permiten que cualquier competencia se aborde desde diferentes enfoques. Así, se pueden aplicar e integrar herramientas y conocimientos adquiridos en otras áreas, como el manejo de TIC y el bilingüismo.

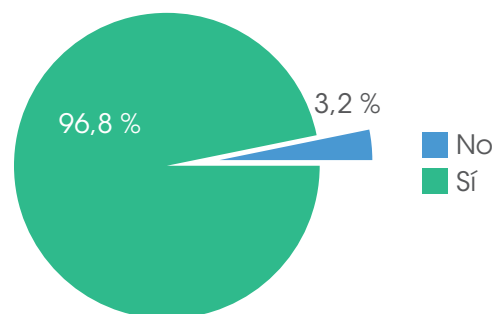
En conjunto la realización de este trabajo se traduce en un aprendizaje significativo que logró conectar los preconceptos y experiencias personales con el entorno y el conocimiento que estaban adquiriendo y querían dar a conocer a su público, lo que facilita un aprendizaje más profundo y duradero, no solo de la ciencia, si no de todas las habilidades involucradas dentro del proceso; en la Gráfica 4 se

Gráfica 3. Respuesta a la pregunta ¿Te parece más sencillo y atractivo analizar conceptos científicos o investigaciones, desde la visualización de videos en comparación con la lectura de artículos de investigación?



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 4. respuestas a la pregunta ¿Consideras que lo que aprendiste durante la realización de este video lo puedes aplicar en otros contextos?



Fuente: elaboración propia.

pude apreciar como para la mayoría de los aprendices resultó valioso este aprendizaje y consideran que lo pueden aplicar en otros contextos.

3.2. Participación estudiantil

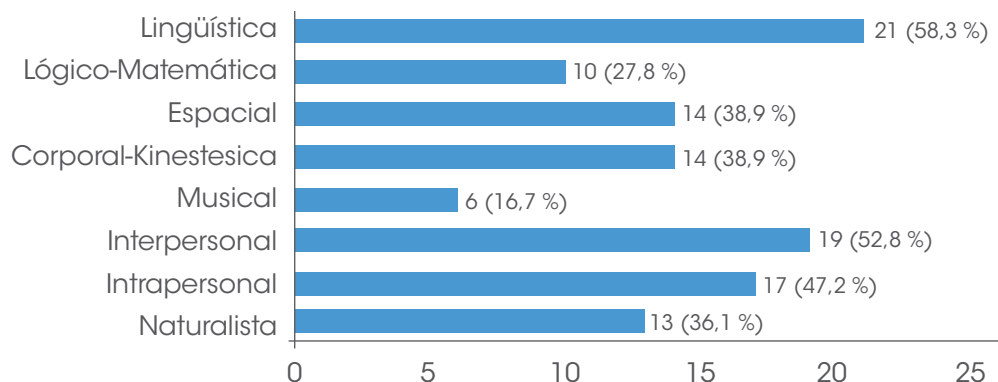
Este trabajo contó con la participación del 100% de los aprendices pertenecientes a las fichas objeto de este estudio. Parte del éxito en esta participación fue el motivarlos a explorar sus *inteligencias múltiples*, entendiendo que no todos cuentan con las mismas capacidades y estas se manifiestan de diferentes maneras en cada individuo (Suárez Jaqueline, 2010).

De los ocho tipos de inteligencia identificados por Gardner, aquella que los aprendices vieron más potencializada en la realización de los videos fue la lingüística con un 58,3%, al redactar el guión del video, empleando un lenguaje claro y atractivo. Seguida por la Interpersonal 52,8% al trabajar en grupos para discutir ideas, asignar roles y dar retroalimentación pude desarrollar habilidades sociales. Y la intrapersonal con un 47,2% ya que tuvieron la oportunidad de reflexionar sobre el propio aprendizaje durante el proceso de creación del video (Gráfica 5).

Gardner define la inteligencia lingüística como la capacidad de usar el lenguaje de manera efectiva para comunicar y comprender ideas, la inteligencia interpersonal se refleja en la habilidad para colaborar y comunicarse efectivamente con otros, y, la inteligencia intrapersonal, se refiere a la capacidad de comprenderse a uno mismo (Gardner, 1983). Los otros tipos de inteligencia como lógico-matemática, que se refiere a la habilidad para el razonamiento lógico, el pensamiento crítico y la resolución de problemas matemáticos, la espacial que es la capacidad de pensar en tres dimensiones, la musical que está relacionada con la capacidad de reconocer, crear, reproducir y reflexionar sobre patrones de sonido y ritmo, y la corporal-kinestésica, que es la habilidad de usar el cuerpo de manera efectiva para resolver problemas o crear productos (Gardner, 1983), también tuvieron impacto en los aprendices pero en menor medida y no directamente con la actividad, por lo que no se midieron.

Otros autores como (Sternberg, 1985) han propuesto modelos alternativos de inteligencias que complementan las propuestas de Gardner, destacando el valor del análisis crítico.

Gráfica 5. Respuestas a la pregunta ¿Cuál o cuáles de las siguientes habilidades consideras que pusiste más en práctica en la realización de material audiovisual?



Fuente: elaboración propia.

tico en la evaluación del proceso de aprendizaje.

Esto demuestra que con el desarrollo de este tipo de actividades el estudiante ha sido particularmente efectivo para potencializar sus habilidades lingüísticas, mejorando sus procesos de lectoescritura, lo cual era un objetivo importante dentro de este estudio. Por otra parte, se lograron también potencializar habilidades blandas como el trabajo colaborativo, desde un principio se basaron en la discusión de ideas y asignación de roles para llegar a un mejor resultado final. Y finalmente resulta interesante como a través de este ejercicio se ha desarrollado igualmente la toma de autonomía y autoconciencia, pues como mencionan los aprendices esto les ha permitido encontrar sus fortalezas y aspectos a mejorar.

3.3. Barreras en el objetivo de la divulgación científica bilingüe

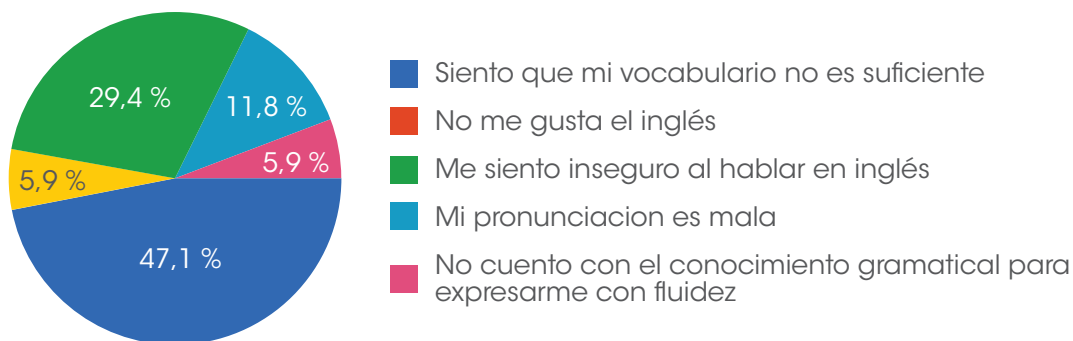
Al momento de revisar el material audiovisual producido se encontró un bajo o nulo empleo de una segunda lengua en su realización, no se quiso presionar al respecto para no generar frustración e incumplimiento con la entrega final de estos trabajos, pero

si fue necesario indagar las razones por las cuales no se realizó la publicación en inglés, los resultados en la Gráfica 6 muestran que los principales motivos para ello fueron la falta de vocabulario 47,1% y la inseguridad al hablar en inglés 29,4%

La principal barrera identificada es la falta de vocabulario en inglés. Esto sugiere que los estudiantes no se sienten cómodos utilizando términos científicos en una segunda lengua, lo cual limita su capacidad para producir contenido bilingüe. La inseguridad al hablar en inglés es otra barrera significativa, lo cual puede estar relacionado con la falta de práctica, miedo a cometer errores o falta de confianza en sus habilidades lingüísticas.

Es interesante destacar que muy pocos estudiantes identificaron el desconocimiento gramatical como una dificultad. Esto puede explicarse por la forma en que se ha enseñado el inglés en los niveles de formación básica y media, donde se ha puesto un fuerte énfasis en la construcción gramatical de frases y textos (Toledo-Sandoval & Gonzalez-Hermosilla, 2016). Sin embargo, se ha dejado de lado el uso cotidiano del inglés, el aprendizaje de expresiones útiles y sencillas

Gráfica 6. Motivación para el uso del segundo idioma en el ejercicio



Fuente: elaboración propia.

llas, y su correcta pronunciación. Esta falta de práctica comunicativa se asocia directamente con la inseguridad que los participantes sienten al hablar en otro idioma. Estos hallazgos confirman la necesidad de implementar más actividades que fomenten el uso del inglés en situaciones cotidianas para desarrollar fluidez y confianza.

4. Conclusiones

La integración de la divulgación científica en el proceso educativo ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión de conceptos científicos entre los aprendices. Al utilizar herramientas multimedia y enfoques interactivos, se ha logrado hacer que los conceptos científicos sean más accesibles y atractivos.

De igual manera, la creación de productos audiovisuales ha potenciado diversas inteligencias múltiples, especialmente la lingüística, interpersonal e intrapersonal. Esto sugiere que las actividades prácticas y colaborativas pueden fomentar un aprendizaje más integral y personalizado.

A pesar de los esfuerzos por incorporar el bilingüismo, se identificaron barreras significativas como la falta de vocabulario y la inseguridad al hablar en inglés. Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar estrategias que fomenten la práctica comunicativa y el uso cotidiano del inglés para desarrollar fluidez y confianza.

Por último, es fundamental destacar la importancia de una formación integral, que incluya el desarrollo de habilidades lingüísticas y tecnológicas. Esta formación es crucial para preparar a los estudiantes para las demandas del mercado laboral actual. La capacidad de comunicar conocimientos en dos idiomas es una competencia valiosa que debe ser promovida en el ámbito educativo.

Los productos audiovisuales generados por los estudiantes como parte de este estudio están disponibles para su consulta en el repositorio digital del SENA. Estos videos representan un ejemplo concreto del trabajo colaborativo y las competencias desarrolladas en el marco del proyecto.

Referencias

- Abdulrahman, M. D. *et al.* (2020). Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review. *Heliyon*, 6(11), e05312. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05312>
- Arora, M. (2023). Creating videos: A Pedagogic Tool for 21st Century Teachers of India. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 19(3), 82-86. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135856>
- Dahlan, M. M., Halim, N. S. A., Kamarudin, N. S., & Ahmad, F. S. Z. (2023). Exploring interactive video learning: Techniques, applications, and pedagogical insights. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 10(12), 220-230. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2023.12.024>
- Dalton-Puffer, C., Hüttner, J., & Llinares, A. (2022). CLIL in the 21st Century. *Journal of Immersion and Content-Based Language Education*, 10(2), 182-206. <https://doi.org/10.1075/jicb.21021.dal>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B. & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97-140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>

- Gardner, H. (1983). *Frames Of Mind* (2nd ed., Vol. 1).
- Lado, S. (2021/01/08). *¿Qué es la Divulgación Científica y para qué sirve?* <https://www.ui1.es/blog-ui1/que-es-la-divulgacion-cientifica-y-para-que-sirve>
- Larrañaga Elisa, Y. S. (2005). El hábito lector como actitud. El origen de la categoría de “falsos lectores”. *Revista OCNOS*, (1), 43-60. <https://www.redalyc.org/pdf/2591/259120382004.pdf>
- Macias, M. A. (2002). Las múltiples inteligencias. *Psicología desde el Caribe*, (10), 27-38. <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/psicologia/article/view/1671>
- Mayer, R. E. (2024). The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 36(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>
- Moreno, C. (2022). Pedagogía socio constructivista para promover aprendizajes creativos. *Revista Epísteme*, (3), 127-146. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/retm/article/view/1658>
- Özşen, A., Çalışkan, T., Önal, A., Baykal, N., & Tunaboğlu, O. (2020). An Overview of Bilingualism and Bilingual Education. *Journal of Language Research*, 4(1). <https://dergipark.org.tr/en/pub/jlr/issue/54148/795090>
- Pavía, H. C. (2023). Hacia una autodefinición de naturalismo. *Revista de humanidades de Valparaíso*, 21, 7-26. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-42422023000100007&script=sci_arttext
- Saldarriaga Zambrano, P. J., Bravo Cedeño, G. del R. y Llor Rivadeneira, M. R. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las Ciencias*, 2(3), 127-137. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5802932>
- Sánchez-Pérez, M. del M., & Manzano-Agugliaro, F. (2021). Worldwide Trends in Bilingual Education Research: A Half-Century Overview. *Education Sciences*, 11(11), 730. <https://doi.org/10.3390/educsci11110730>
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge University Press.
- Suárez, J., Maiz, F. y Meza, M. (2010). Inteligencias múltiples: Una innovación pedagógica para potenciar el proceso enseñanza aprendizaje. *Investigación y Postgrado*, 25(1), 50-62. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-00872010000100005&script=sci_arttext
- Toledo Sandoval y González Hermosilla, F. (2015). El aprendizaje del idioma inglés y desigualdad: formación inicial docente y propuestas curriculares para primero básico. *Némesis: Revista de estudiantes de sociología de la Universidad de Chile*, 13, 6-22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7082833>
- Zamora-Bonilla, J. P. (2000). El naturalismo científico de Ronald Giere y Philip Kitcher. Un ensayo de comparación crítica. *Revista de Filosofía*, 24, 169-190. <https://revistas.ucm.es/index.php/RESF/article/view/RESF0000220169A/10161>

CRÉDITOS FOTOGRAFÍAS

- p.5. https://www.freepik.es/foto-gratis/microfono-asmr-sacapuntas-sonido_24238363.htm#fromView=search&page=1&position=26&uuid=2f971dd9-c773-4d21-8da8-5d5e7c5c798d
- p. 7. https://www.freepik.es/foto-gratis/plantas-vista-superior-marco-microscopio_11520949.htm#fromView=search&page=1&position=29&uuid=2f971dd9-c773-4d21-8da8-5d5e7c5c798d



CRÉDITOS FOTOGRAFÍA: Sandra Sirley Velásquez Villar



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

El arte de trabajar el cuero: tradición y tecnología al servicio de la marroquinería

The art of working leather: tradition and technology at the service of leather goods

Sandra Sirley Velásquez Villar

Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA, Distrito Capital, Bogotá, Colombia. Especialista en Desarrollo de Producto.

✉ ssvelasquez@sena.edu.co



Financiación

Este trabajo no contó con financiación externa.



Conflicto de interés

La autora declara no tener ningún conflicto de intereses en la publicación de este artículo.



Cómo citar este artículo?

Velásquez Villar, S. S. (2024). El arte de trabajar el cuero: tradición y tecnología al servicio de la marroquinería. *Innmoda Lab*, (8), 111-129. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/6999>

RESUMEN

El presente estudio realiza un acercamiento pedagógico al arte de la marroquinería desde el punto de vista creativo y técnico, con la intención de ilustrar a través de la experiencia docente de quien escribe, cómo se ha desarrollado el trabajo del cuero a través de la historia y cuáles son las perspectivas del mismo al incluir las nuevas tecnologías en el quehacer artesanal. Se inicia con un recorrido histórico al desarrollo de este arte desde sus inicios en el mundo musulmán, hasta su llegada al nuevo mundo, y como estas tradiciones aun influyen en las técnicas y diseños que actualmente son practicadas por los artesanos del cuero en Colombia. Esta realidad donde la tradición dialoga con las nuevas tecnologías de producción automatizadas se presenta a través de un paralelo de procesos y resultados, finalizando en una reflexión de como ambas pueden contribuir a un modelo de producción de marroquinería en cuero sostenible basada, principalmente, en el concepto de *slow fashion*.

Palabras clave: marroquinería; moda lenta; moda sostenible; lujo; artesanía.

ABSTRACT

This study takes a pedagogical approach to the art of leatherwork from a creative and technical point of view, with the intention of illustrating through the teaching experience of the writer, how leatherwork has developed throughout history and what are the perspectives of the same when including new technologies in the artisanal task. It begins with a historical overview of the development of this art from its beginnings in the Muslim world, until its arrival in the new world, and how these traditions still influence the techniques and designs that are currently practiced by leather artisans in Colombia. This reality where tradition dialogues with new automated production technologies is presented through a parallel of processes and results, ending with a reflection on how both can contribute to a sustainable leather production model based mainly on the concept of slow fashion

Keywords: leather goods; slow fashion; sustainable fashion; luxury; artcraft.

1. Introducción

A pesar de la alta tecnificación y sofisticación con que cuenta actualmente la industria de la moda, el trabajo del cuero siempre ha mantenido un diálogo directo y preciso con la tradición. Sea por las dinámicas propias del sector, o por los contextos socio culturales en los que se ha desarrollado en Colombia, el trabajo artesanal ha sido primordial en el desarrollo de esta industria, brindando perspectivas progresivas de cómo debe ser concebida esta “segunda piel” que se usa diariamente en diferentes artículos.

La marroquinería en Colombia no solo representa una industria económica significativa; también es un componente vital del patrimonio cultural del país. Este sector combina técnicas tradicionales con innovaciones contemporáneas, reflejando la rica herencia artesanal y manual de diversas regiones.

Pese al gran valor artístico que conlleva el trabajo artesanal y su importancia en la preserva-

ción de la cultura material de las comunidades, tanto la industria tradicional del cuero como sus variantes más tecnificadas adolecen de causar un gran impacto ambiental en el desarrollo de sus productos. Desde la cría de ganado para la producción de cuero, hasta el tratamiento del mismo en las curtimbres para su posterior uso son procesos muy contaminantes que afectan negativamente los ecosistemas del país, siendo especialmente nocivos para las fuentes de agua (Castiblanco Ramírez, 2020). En este orden de ideas, tanto el artesano del cuero como los empresarios encargados de la producción de la materia prima enfrentan una dicotomía ética en relación al impacto ambiental de la industria, pues ambas actividades generan grandes ingresos y su transformación hacia procesos industriales de menor impacto ambiental requiere varios niveles de adaptación (Ayala-García y Nieman Janssen, 2024).

Este reto al que se enfrenta el sector en cuestión no es exclusivo de mismo, pues la in-



dustria de la moda en la cual se inserta es considerada la segunda más contaminante del mundo, después de la petroquímica (Reyes Packe, 2023; ONU, 2019), por lo que las acciones en la disminución de su impacto ambiental son necesarias, no solo por una cuestión ética de cuidado del medio ambiente, también como una preocupación real por el futuro del Sistema Moda y la creciente regulación que los gobiernos han empezado a establecer en sus legislaciones nacionales (Vidal Beros, 2023). En ese orden de ideas, la producción en cuero enfrenta la necesidad de acoplarse a modelos de producción que respondan a estas nuevas necesidades, las cuales surgen tanto del contexto legal como de los mismos usuarios, que respondan a procesos sostenibles y enmarcados dentro de la economía circular, teniendo como prioridad la disminución del impacto ambiental donde es necesario contemplar el manejo de materiales amigables con el medio ambiente, como lo son los cueros curtidos al tanino, adhesivos aprestos de base acuosa, herrajes con materiales naturales, entre otros (Hethorn y Ulasewicz, 2008).

Pero el impacto ambiental que produce el tratamiento tradicional del cuero no es el único problema de sostenibilidad que enfrenta el sector, al igual que en toda la industria de la moda, este se enmarca también dentro del fenómeno del *fast fashion* estrategia comercial e industrial que favorece una acelerada innovación estilística de los productos de moda, produciendo únicamente para el consumo masivo y favoreciendo la obsolescencia programada de las prendas incluyendo, por supuesto, los productos de cuero o sus equivalentes sintéticos (Lobo Sanfiz, 2022). Es en este escenario re-evaluación de los medios de producción y de preocupación por el impacto ambiental de la industria donde tiene cabida una mirada

a la tradición artesanal; esta última, en contraposición al *fast fashion*, procura por la elaboración de productos de alta durabilidad, en algunas ocasiones piezas únicas, realizados con materias primas muy resistentes y cargados de un valor simbólico único para las comunidades que realizan (Emisoras de Paz, 2023; Bogotá Fashion Week, 2023).

En el conversatorio *Tejido social y colectivo sostenible en Colombia* (Hernández, Castaño y Socarras, 2024) Pilar Castaño, quien se desempeña como conferencista del panel, decía que:

La revolución industrial con las fábricas, sacudió todo, pero la moda ha sido orgánica desde su inicio. Tenemos que volver a la moda de atrás, a la manualidad. Por eso se llama en inglés, slow fashion, moda lenta, volver al pedaleo de la máquina de coser, regresar a nuestras tradiciones como forma de enfrentar nuestros problemas del futuro.



Tomado como punto de partida el sentido poético mencionado por la panelista, es en este contexto de innovación, aceleración de la producción y preocupación por el futuro de la industria de la moda y los ecosistemas del planeta, donde se resignifica el trabajo artesanal y manualidades del cuero, como una perspectiva que evoca a la tradición como respuesta a los problemas actuales que se tienen de respecto al consumo de la moda y el cuidado del medioambiente (Delmuns, 2022). En ese orden de ideas, este artículo se propone ilustrar de una manera práctica como la tradición artesanal, la historia de la cual beben los oficios de la marroquinería y las nuevas tecnologías de producción confluyen en este escenario desafiante de la sostenibilidad para la industria del calzado y el cuero en los contextos locales.

2. Marco teórico

2.1. Del Sahara a los Andes ¿Cómo llegó el arte de la marroquinería a nuestro país?

El arte de la marroquinería tiene sus raíces en Marruecos, donde surgió el *marroquín*, un cuero fino, suave y de colores vibrantes que se curtía de manera artesanal utilizando extractos vegetales. Este material se volvió sinónimo de lujo y estatus, y sus técnicas de elaboración fueron perfeccionadas por los árabes musulmanes en el norte de África.

El marroquín se utilizaba no solo en artículos de uso práctico, como cinturones y alforjas, sino también en la encuadernación de libros y en artículos decorativos, convirtiéndose en un símbolo de riqueza y sofisticación.

Con la expansión del *Islam a la península ibérica*, durante el período del Al-Ándalus (siglo VIII al XV), estas técnicas llegaron a España. Los artesanos musulmanes introdujeron no solo el trabajo en cuero curtido, sino también mé-

todos de repujado, tratamiento y decoración detallada, que reflejaban el refinado gusto de las cortes califales. El cuero no era solo utilitario, sino que tenía un valor artístico y cultural, simbolizando la transformación y la habilidad del ser humano para moldear la naturaleza.

El Renacimiento trajo consigo un nuevo enfoque en el arte, la técnica y la estética. En este período, la marroquinería evolucionó hacia formas más sofisticadas, convirtiéndose en un accesorio ornamental y de moda. El cuero pasó a decorar trajes, muebles y encuadernaciones con detalles elaborados que mostraban el dominio técnico de los artesanos y el lujo que las clases nobles y la burguesía querían proyectar. En España, ciudades como Córdoba se convirtieron en centros de excelencia, desarrollaron técnicas como el *guadamecí*, que consistía en el dorado y policromado del cuero, creando piezas de gran belleza y calidad. Estas tradiciones artesanales fueron heredadas por generaciones, consolidando la reputación de España como un referente en la marroquinería (Lasó i Ribia y Pascual i Miró, 2006).

Con la llegada de los colonizadores españoles a América, la introducción de la ganadería no solo garantizó el abastecimiento de carne y pieles, sino que marcó el inicio de un legado en el curtido y trabajo con cuero en la región. Las técnicas de curtido, repujado y teñido del cuero, aprendidas de los artesanos de Al-Ándalus y otras regiones europeas, fueron adaptadas en el contexto americano para responder a las necesidades locales. Al mismo tiempo, estas prácticas se combinan con los conocimientos autóctono y las tradiciones de las comunidades indígenas, que ya trabajaban fibras naturales y cestería. Posteriormente, la influencia africana aportó nuevas perspectivas y técnicas, enriqueciendo aún más la tradición artesanal, resultando en un arte mestizo único (Lasó i Ribia y Pascual i Miró, 2006).



2.2. Evolución del arte del cuero en Colombia

Durante la época colonial, la marroquinería se centró en la elaboración de elementos utilitarios como alforjas, correas, botas, sillas de montar y otros artículos necesarios en las economías agropecuarias. Las principales técnicas introducidas incluyen el curtido vegetal realizado con cortezas y hojas para curar el cuero, el repujado con la creación de diseños en relieve, una técnica aprendida de los españoles y el teñido con pigmentos naturales obteniendo colores profundos y vibrantes.

Las comunidades indígenas ya trabajaban con fibras naturales como fique y maguey, y estas técnicas se adaptaron al cuero. En particular, se incorporan patrones y diseños geométricos, reflejando cosmovisiones indígenas en productos de cuero. En el suroccidente colombiano, comunidades indígenas como los Pastos comenzaron a decorar piezas de cuero con patrones inspirados en sus textiles

y en regiones de los Llanos Orientales, los indígenas colaboraron en la creación de herramientas para el manejo del ganado, agregando motivos decorativos. Con la llegada de pueblos del África Subsahariana también vinieron los conocimientos en el trabajo de materiales naturales y decorativos propios de estas culturas, que se integraron a la marroquinería. Estas técnicas enriquecieron el trabajo de trenzado, el uso de colores vibrantes y la combinación de materiales, especialmente en elementos funcionales y decorativos como correas y cinturones (CONtexto Ganadero, 2022).

Como es común en la historia colombiana, la evolución de las técnicas artesanales del trabajo en cuero tuvo sus particularidades y desarrollos propios en cada región (Villegas y Villegas, 2006) y, si bien este oficio tuvo sus manifestaciones en todo el territorio nacional debido a su extendido uso en actividades cotidianas, hubo nodos desarrollo para destacar:

- **Bogotá:** Centro neurálgico del comercio y la producción artesanal desde la época colonial. La capital consolidó técnicas de repujado y grabado, además de ser pionera en la implementación de tintes naturales y en la incorporación de técnicas ornamentales avanzadas como el guadamecí (dorado y policromado del cuero).
- **Santander (Bucaramanga):** Reconocida por la fabricación de calzado y artículos de cuero de alta calidad. Incorporación de técnicas de bordado artesanal en productos como bolsos y cinturones.
- **Norte de Santander (Cúcuta):** Famosa por su tradición marroquinera, con énfasis en la elaboración de productos decorativos como carteras, baúles y alforjas. En esta región se popularizó el uso de técnicas de costura manual y ensamblaje artesanal.
- **Nariño (Pasto):** especialistas en el uso del cuero como soporte para el arte decorativo y técnicas de pintura sobre cuero y adaptación de los diseños propios de la región.
- **Antioquia (Medellín):** se consolidó como un centro industrial del cuero en el siglo XX. Mientras las técnicas manuales se conservaban en municipios rurales, Medellín desarrolló métodos semiindustriales combinados con decoración manual, como el grabado y el troquelado.

Durante el siglo XX, el sector experimentó un importante desarrollo con la aparición de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de artículos de cuero, como carteras, correas y calzado; este crecimiento estuvo acompañado de la adopción de maquinaria para mejorar los procesos, aunque

la tradición artesanal siguió siendo un pilar. En la actualidad, Colombia se posiciona como un país destacado en la exportación de productos de cuero, con un enfoque en mercados internacionales que valoran la artesanía y la sostenibilidad. Bogotá y Bucaramanga son reconocidas por su producción de marroquinería de lujo, mientras que los departamentos del Valle del Cauca y Antioquia integran procesos industriales avanzados (CONtexto Ganadero, 2022).



2.2. La sostenibilidad en la industria de la marroquinería y el cuero y su relación con la tradición artesanal

Como se mencionaba en párrafos anteriores, uno de los procesos de mayor impacto ambiental dentro de la industria del calzado y el cuero es proceso de curtido del mismo, dado que sea este realizado de manera artesanal o industrial, usa compuestos químicos muy contaminantes, los cuales son nocivos tanto para el medio ambiente como para los trabajadores encargados de hacerlo (Amancha Proaño y Jaramillo Constante, 2022). La respuesta sostenible a esta situación es el proceso de cuero curtido al tanino junto con la integración de técnicas artesanales tradicionales las cuales ofrecen una respuesta integral a los desafíos de sostenibilidad del sector.

Esta técnica usa extractos vegetales, como la corteza de ciertos árboles (quebracho, mimosa o castaño), para reemplazar los compuestos químicos tóxicos como los cromos, ofreciendo las siguientes ventajas en relación al impacto ambiental y la sostenibilidad (Faccini Saavedra, 2022; Maxwell Scott Bags, s.f.):

- Impacto ambiental reducido: minimiza la contaminación del agua y del suelo, ya que emplea materiales naturales: El curtido vegetal utiliza taninos extraídos de fuentes naturales como la corteza de árboles (roble, quebracho, mimosa) y otras plantas. Estos compuestos son biodegradables y no introducen sustancias tóxicas al medio ambiente, a diferencia de los productos químicos usados en otros métodos como el curtido al cromo.
- Reducción de residuos tóxicos: Durante el proceso de curtido al tanino, no se ge-

neran residuos peligrosos como los que producen los métodos basados en ventas de cromo. Los residuos del curtido vegetal suelen ser más fáciles de manejar y tienen menor impacto en los ecosistemas.

- Biodegradabilidad del cuero: Los productos fabricados con cuero curtido al tanino son más biodegradables. Al desechar, se degradan naturalmente sin liberar compuestos contaminantes.
- Menor impacto en el agua: Aunque el curtido vegetal requiere un uso intensivo de agua, el líquido resultante no contiene metales pesados ni químicos sintéticos, reduciendo el riesgo de contaminación hídrica.
- Longevidad del producto: El cuero curtido al tanino es duradero y resistente, lo que fomenta su uso a largo plazo. Esto reduce la necesidad de fabricar nuevos productos frecuentemente, disminuyendo la generación de residuos.
- Procedencia sostenible de los taninos: Muchas empresas que producen taninos vegetales implementan prácticas sostenibles, como la reforestación y la tala controlada, garantizando un impacto mínimo en los ecosistemas forestales.
- Durabilidad: Los productos resultantes son más resistentes al paso del tiempo, promoviendo un consumo responsable.
- Carácter artesanal: El curtido al tanino requiere destreza manual, promoviendo el rescate de prácticas sostenibles y ancestrales.



Habiéndose abordado las alternativas sostenibles para la producción de cuero natural, es necesario acercarse a la descripción de los aspectos técnicos de la producción artesanal en sí; tal y como se ha mencionado, esta perspectiva es la antípoda del *fast fashion*, dado que se propende por artículos con una producción mas lenta y una vida útil mucho mas larga. Sin embargo, y como lo ha mostrado nuestro pequeño acercamiento histórico, cada pieza realizada por un artesano del cuero cuenta una historia cargada de simbolismo, la cual esta enraizada a antiguas tradiciones que refuerzan el discurso poético de la pieza, lo que en marketing se conoce como *Story Telling* (Moreno Gómez, 2022); en términos sencillos, este concepto se refiere a una técnica de comunicación la cual detalla aspectos productivos de la pieza a manera de narración, la cual tiene una intención persuasiva y cautiva al usuario, exaltando el valor agregado de lo que se esta ofreciendo, sobre otras alternativas que se le asemejen que, para nuestro caso, serían las piezas de diseño enmarcadas dentro del esquema de *fast fashion*.

Técnicas como el guadamecí, repujado, calado, gofrado, moldeado, incisado, pintura manual entre otras agregan valor estético y cultural a los productos, transformándolos en piezas únicas; estas prácticas no solo preservan las tradiciones culturales, sino que también aumentan la exclusividad de cada pieza, adaptándose al mercado del lujo, Fomentan la economía local, pues involucran a comunidades artesanales y representan una resistencia activa al *fast fashion*, mediante productos atemporales y de alta calidad (Artesanías de Colombia, 2021). En este sentido, lo ancestral se vuelve exclusivo y lo particular de nuestras comunidades artesanales se contrapone a la visión globalizante de la moda, siendo la artesanía

tanto una expresión de identidad nacional con la cual los ciudadanos se identifiquen y, al mismo tiempo, una expresión de lujo, dado el gran valor agregado que tiene tanto los materiales nobles que se usan, como el trabajo propio del artesano que se ve reforzado por el *storytelling* (Luxiders Magazine, 2019).

La revalorización de las técnicas tradicionales artesanales, las manualidades, diseños atemporales que cuenten historias, el empleo de materiales e insumos amigables con el medio ambiente, y la innovación tecnológica aplicadas en la marroquinería promueven la sostenibilidad ambiental, cultural y económica, además que redefine los paradigmas de consumo en la industria de la marroquinería. Este enfoque fomenta el diseño consciente, promueve la longevidad de los productos y devuelve al consumidor la capacidad de invertir a largo plazo posicionando la marroquinería como artículos de calidad y lujo con propósito.

3. Metodología

Este estudio, a ser una aproximación practica a la confluencia de los medios de producción artesanal junto con los mas tecnificados en un escenario de sostenibilidad, inicia precisamente con una revisión documental de estos conceptos para la industria del calzado y el cuero. A través del análisis de fuentes bibliográficas de reciente publicación, junto con otras mas antiguas que refieren a la tradición, se realiza una disertación de los orígenes históricos de la marroquinería en el mundo occidental, sentando sus punto de partida rastreable para la tradición colombiana, en la España musulmana del Siglo VIII, en el reino mozárabe de Al-Andaluz; partiendo de esta coordenada histórica se desarrolla un breve recorrido de las tradi-

ciones artesanales en el nuevo mundo y se llega hasta el reciente pasado, la industrial del calzado y el cuero en la República de Colombia durante el siglo XX.

Este análisis diacrónico no está de más para el presente artículo, dado que nos brinda un panorama de las raíces de la tradición y sus características interculturales, no solo por el ya conocido mestizaje producto de la colonia española en las Américas, sino por su misma diversidad cultural antes de llegar al nuevo mundo; por otro lado, permite al lector visualizar la importancia del Story Telling de los productos artesanales, pues cada motivo (forma) y técnica tiene su origen histórico y, por lo tanto, su significativo preponderante que le aporta al discurso tanto desde el punto de vista del marketing, como de la reivindicación social del oficio. Un buen ejemplo de esto es la técnica del Guadamecí, pues en el se ve la enorme influencia de la cultura árabe en lo que, en el futuro, se asociaría con la Monarquía hispánica y nuestras concepciones de lujo y belleza, al hacer un uso profuso del dorado y el rojo, como símbolos de esta casa real.

El análisis documental también permite ubicar en tiempos actuales la pertinencia del trabajo artesanal, el lujo y los productos de alta calidad y durabilidad en el discurso de la moda sostenible, a través de la definición de la misma (es decir, la artesanía) como contraparte al fast fashion, pues esta última promueve la mercantilización de lo efímero, mientras que el producto artesanal hunde sus raíces en el tiempo remoto, lo cual se ve reflejado en tanto en su simbolismo como en el uso de materiales que aseguran un largo ciclo de uso.

La segunda etapa de esta metodología práctica y consistió en tomar de estas influencias

históricas las técnicas artesanales de acabados en cuero más usadas y con mayor valor simbólico, para realizar muestras en el Taller de Marroquinería del Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC- Distrito Capital; posterior a la etapa creativa, se hizo una comparación entre el proceso hecho a mano y como podría complementarse con las nuevas técnicas de producción industrial, con el ánimo de optimizar los resultados del artesano.

4. Resultados

La Figura 1 describe las distintas técnicas artesanales de acabados del cuero que se usan de manera común en el oficio y las relaciona técnicas industriales que podrían potenciar tanto su ejecución como su resultado.

5. Discusión

5.1. Un camino personal entre tradición y aprendizaje

Desde hace 22 años, me he sumergido en las distintas facetas del cuero, trabajando en empresas del sector y entidades de formación tanto en roles formativos técnicos como administrativos; en el último lustro volví a conectarme con esta pasión de manera más profunda nuevamente como instructora y aprendiz constante. Durante el 2024 tuve la oportunidad de participar en la Escuela de Artes y Oficios Santo Domingo en el curso *“Técnicas de Cordobán y Guadamecí con énfasis en repujado del cuero, policromía y hojillado en pan de plata”* con instrucciones de maestros españoles expertos en esta tradición artesanal, donde pude explorar las joyas del arte decorativo en cuero. Estas experiencias, junto con el aprendizaje continuo con la diseñadora y artesana Alba Lucero Rojas González, han reforzado mi convicción sobre el valor del trabajo artesanal y las técnicas manuales para crear piezas únicas.

Figura 1. Técnicas artesanales de acabados en cuero y su relación con las técnicas industriales de producción y reproducción



Guadamecí: Consiste en decorar el cuero mediante procesos de dorados, policromía y grabados, creando diseños ornamentales de gran detalle y belleza.

Tecnología que confluye: CAD para la realización de Diseños y patrones CNC para digitalización y corte de piezas complejas, aerógrafos para aplicar detalles de color.



Repujado: consiste en crear relieves mediante presión o incisión sobre la superficie del cuero. Es una técnica clásica utilizada para crear patrones decorativos y personalizados.

Tecnología que confluye: CAD para la realización de Diseños y patrones CNC para digitalización y corte de piezas complejas, Impresión 3D de patrones complejos, y personalizados para el repujado.



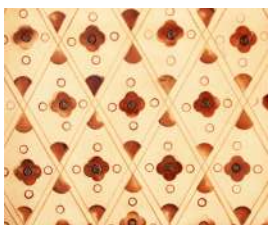
Cincelado: es un proceso decorativo utilizado para grabar o esculpir diseños en el cuero curtido vegetal. Esta técnica aprovecha la textura y maleabilidad del cuero para crear patrones en relieve o incisiones detalladas.

Tecnología que confluye: CAD para la realización de Diseños y patrones CNC para digitalización y corte de piezas complejas, Prensa y moldes para grabado.



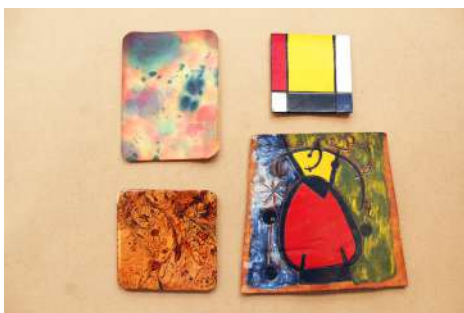
Gofrado: consiste en generar texturas o generar diseños con herramientas como mateadores o ferretes que llevan en su extremo grabados pequeños.

Tecnología que confluye: CAD para la realización de Diseños y patrones CNC para digitalización y corte de piezas complejas Impresión 3D para el desarrollo de herramientas de golpe con nuevos patrones diferentes a los diseños tradicionales.



Pirograbado: consiste en emplear herramientas de calor para trazar dibujos o detalles en la superficie de cuero, permite obtener decoraciones detalladas y permanentes.

Tecnología que confluye: CAD para la realización de Diseños y patrones Impresión en 3D, máquina de corte, termograbado y laser para obtener patrones para pirograbar y para el desarrollo de puntas con nuevos patrones diferentes a los diseños tradicionales.



Pintura: Consiste en la aplicación de pigmentos especiales que se adhieren de manera permanente al cuero. Esta técnica permite diseñar desde patrones simples hasta ilustraciones complejas.

Tecnología que confluye: Impresión directa sobre el material o sublimación para generar siluetas y colores básicos para intervenir con variadas técnicas de pintura

Figura 1. Técnicas artesanales de acabados en cuero y su relación con las técnicas industriales de producción y reproducción (continuación)



Intarsia: Se logra mediante la Incrustación de piezas de cuero de diferentes colores o texturas en un fondo, creando composiciones sofisticadas. Esta técnica aporta un alto grado de personalización.

Tecnología que confluye: CAD para la realización de Diseños y patrones Cortadoras CNC para el corte de piezas complejas y precisas



Calado: Consiste en realizar cortes precisos con diferentes herramientas para generar patrones o detalles decorativos en la superficie del cuero.

Tecnología que confluye: Máquinas de troquelado, perforados por medio de laser o máquinas de corte CNC.



Mosaico: Consiste en ensamblar pequeñas piezas de cuero, generalmente de diferentes colores, formas y texturas, para crear un diseño decorativo, las piezas de cuero no se incrustan en una base, sino que se montan una junto a la otra sobre una superficie de soporte.

Tecnología que confluye: CAD para la realización de Diseños y patrones Cortadoras CNC para el corte de piezas complejas y precisas.



Incisado: Técnica decorativa en la que se realizan cortes o marcas superficiales en el cuero para crear patrones, diseños o detalles. Es una técnica que se enfoca en líneas y trazos finos, sin generar relieves profundos como en el repujado o el cincelado.

Tecnología que confluye: CAD para la realización de Diseños y patrones Impresión en 3D, máquina de corte, termo grabado y laser para obtener patrones para el incisado.



Moldeado en cuero: consiste en darle forma al cuero utilizando moldes o matrices, aprovechando las propiedades del cuero curtido vegetal para lograr variedad de formas y piezas tridimensionales.

Tecnología que confluye: Digitalización tridimensional en CAD para la obtención de los moldes del producto. Impresión 3D para la realización de matrices, moldes o estructuras y CNC para el corte de piezas.



Costuras manuales: La técnica de costura manual en cuero es un método artesanal utilizado para ensamblar piezas de cuero mediante puntadas realizadas a mano.

Tecnología que confluye: Máquinas láser o de corte para perforar los patrones para las costuras, máquinas de coser programables para partes internas y piezas con uniones internas y repetitivas

Figura 1. Técnicas artesanales de acabados en cuero y su relación con las técnicas industriales de producción y reproducción (continuación)



Bordados: Es una técnica artesanal que consiste en decorar el cuero mediante la creación de patrones, diseños o figuras con hilos.

Tecnología que confluye: máquinas de corte, guías y plantillas: Permite crear los agujeros para el bordado con precisión, reduciendo el esfuerzo manual.



Trenzados: La técnica de trenzado manual en cuero curtido es un método artesanal que consiste en entrelazar tiras de cuero para crear patrones decorativos y funcionales.

Tecnología que confluye: Cortadoras de tiras, máquinas láser o máquinas de corte CNC, plantillas, prensas.

Fuente: elaboración propia.

El cordobán, un cuero fino de cabra, y el guadamecí, decorado mediante dorado y policromía y la exploración con las otras técnicas artesanales me han enseñaron que cada proceso artesanal aporta un valor intrínseco que va más allá de lo tangible. Sin embargo, mi perspectiva no se limita a las técnicas tradicionales: creo firmemente que la combinación con tecnologías de como software de Diseño, el corte programable, el láser o la impresión 3D abre nuevas posibilidades sin perder la esencia artesanal.

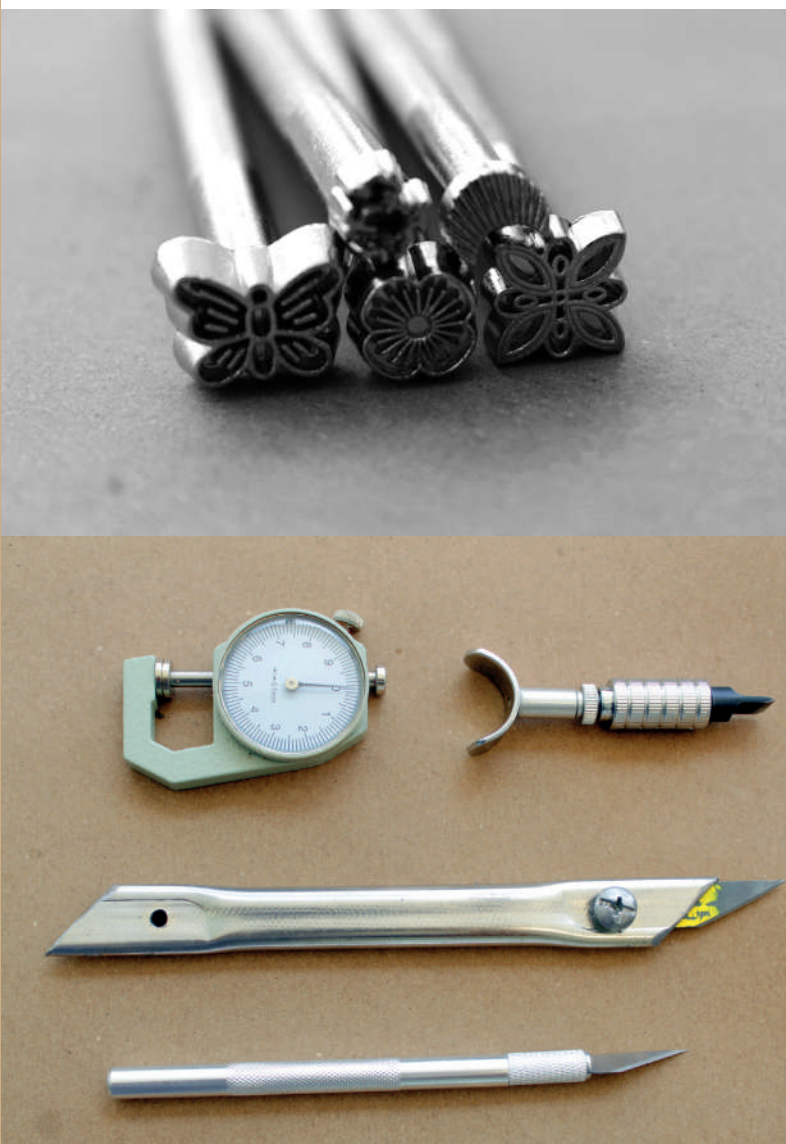
5.2. Tecnología y sostenibilidad: Un futuro prometedor

La marroquinería contemporánea enfrenta un desafío apasionante: preservar la riqueza de las técnicas tradicionales y trabajos manuales mientras se adapta a los nuevos paradigmas tecnológicos y de sostenibilidad. Mi experiencia me ha demostrado que la tecnología no solo complementa el trabajo artesanal, sino que lo potencia. El uso de herramientas digitales para el diseño y la producción permite minimizar errores, optimizar recursos y explorar nuevas posibilidades creativas, logrando

un equilibrio entre eficiencia, innovación y respeto por el legado cultural.

El cuero procesado con tecnologías limpias y curtido vegetal como se mencionó anteriormente representa una apuesta sostenible que conecta con los principios del *slow fashion*. La incorporación de agentes naturales, junto con la reutilización de materiales y el empleo de insumos ecológicos, no solo reduce el impacto ambiental, sino que también añade un valor simbólico a cada producto. Estas prácticas responden a las expectativas de un mercado en evolución, donde los consumidores conscientes son comprometidos con preservar el medio ambiente. Esta convergencia entre tradición, sostenibilidad y tecnología permite la creación de productos únicos, cargados de identidad y prestigio. Cada pieza debe ser diseñada para contar una historia a través de su diseño, materiales, técnicas, acabados y detalles, inspirados en tradiciones culturales propias de las regiones y técnicas decorativas que enfatizan la creatividad y la atención al detalle. Esto no solo eleva el valor percibido del producto, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al priorizar prácticas responsables.





Además, esta combinación de exclusividad, calidad y respeto por el entorno responde a los nuevos nichos de mercado orientados al comercio justo, la moda sostenible y el lujo consciente, en un mundo donde la conciencia ambiental y social sigue en aumento, estos productos se posicionan como una opción competitiva y deseable, logrando una rentabilidad basada en la autenticidad y la excelencia. Así, la marroquinería contemporánea no solo preserva el pasado, sino que también moldea un futuro más ético, creativo y sostenible.

5.3. El arte de enseñar y formar nuevas generaciones

Como instructora del SENA, mi mayor satisfacción es transmitir este conocimiento a nuevas generaciones. Enseñar no solo implica impartir instrucciones, sino también inculcar la pasión por las técnicas artesanales, las manualidades, por conocer nuestra cultura, el arte y el conocimiento y respeto por la materia prima. Sin embargo, muchos de los jóvenes aprendices enfrentan el desafío de involucrarse y encontrar motivación. Por eso, integro metodologías activas que combinan el aprendizaje digital con el trabajo práctico, creando un entorno que fomenta la creatividad y el desarrollo personal.

6. Conclusiones

En el oficio del cuero la tradición y la tecnología no son opuestos, sino aliados que se complementan. Cada pieza es un puente entre el pasado y el futuro, un testimonio del esfuerzo por preservar lo auténtico mientras se exploran nuevas fronteras. Cada una de estas tecnologías puede integrarse de forma estratégica para mejorar la eficiencia, reducir el impacto ambiental y aumentar las posibilidades creativas, sin comprometer el legado artesanal. La clave está en utilizarlas como herramientas complementarias y no como sustitutos de la habilidad y el toque humano del artesano. Mi mayor expectativa es que esta fusión inspire a más personas a innovar, sin abandonar las técnicas artesanales y manualidades que hacen de la marroquinería una expresión única de arte y cultura.

A través de la docencia y la creación, sigo promoviendo un enfoque que integra las herramientas digitales con el conocimiento tradicional, convencida de que cada pieza de cuero puede reflejar el alma y la pasión de quien la crea ya que se generan vínculos que

transcienden la materialidad y vinculan la espiritualidad en la creación. En este equilibrio reside el verdadero futuro de la marroquinería: productos sostenibles, elaborados con pasión y tecnología, diseñados para perdurar en el tiempo.

Estas experiencias en la formación de aprendices me han permitido comprobar que no solo se apasionan por aprender, sino también por investigar, explorar y perfeccionar las técnicas, materiales e insumos para encontrar la excelencia. Además, que cuando se conoce la cultura se cargan de orgullo, pertenencia y se logra reflejar estas las historias en los productos, se involucran emocionalmente con los productos, y de esta manera se, crean piezas únicas con materiales cargados de valor simbólico que impactan a los usuarios que perciben este valor agregado que vas más allá de la simple transformación de la materia en un producto. Este vínculo transforma la formación y la institución en pilares fundamentales del emprendimiento con productos de marroquinería más sostenibles.

.....

Referencias

- Amancha Proaño, P. I. y Jaramillo Constante, E. D. (2022). Obtención de pieles curtidas con taninos. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (176), 101-109. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8865256>
- Artesanías de Colombia (2021). *Técnicas del oficio del cuero*. Bogotá, Colombia: Artesanías de Colombia. <https://repositorio.artesaniasdecolombia.com.co/bitstream/001/6336/1/INST-D%202020.%20376.pdf>
- Ayala-García, C. y Nieman Janssen, C. J. (2024). Reproponer el cuero desde una perspectiva de diseño sostenible. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (126). <https://dx.doi.org/10.18682/cdc.vi126.4565>
- Bogotá Fashion Week. (2023). *Técnicas tradicionales del cuero en la marroquinería colombiana*. <https://www.bogotafashionweek.com.co/Actualidad/2023/Marzo/Tecnicas-tradicionales-del-cuero-en-la-marroquineria-colombiana>
- Castiblanco Ramírez, C. R. et al. (2020). Impacto Ambiental de las Curtiembres, una Problemática de Vieja Data Sobre el Río Bogotá. *SayWa*, 2 (3), <https://revistas.uan.edu.co/index.php/saywa/article/view/805>
- CONtexto Ganadero. (2022/04/03). *La historia del cuero en Colombia*. <https://www.contextoganadero.com/cronica/la-historia-del-cuero-en-colombia>

7. Agradecimientos

A la Escuela de Artes y Oficios, por su invaluable labor en la preservación de los oficios y técnicas tradicionales, y por fomentar la capacitación de excelencia mediante la colaboración con expertos nacionales e internacionales en el manejo del cuero, entre estas técnicas las de cordobán y guadamecí con los maestros Daniel López Obreo y Francisco José Rodríguez Escobar, provenientes de la ciudad de Córdoba- España quienes transmitieron su conocimiento de una manera muy práctica y creativa. También expreso mi profunda gratitud a la diseñadora Industrial y artesana Alba Lucero Rojas González, por compartir generosamente su amplio conocimiento y experiencia en técnicas artesanales decorativas del cuero Finalmente, agradezco al SENA, institución en la que me he capacitado y en la que trabajo y que me brinda la oportunidad de transmitir mi conocimiento y pasión a las nuevas generaciones de aprendices.

- Delmuns, C. (2022). *Innovación y creatividad para impulsar la sostenibilidad en la moda*. <https://www.modaes.com/opinion/innovacion-y-creatividad-para-impulsar-la-sostenibilidad-en-la-moda>
- Emisoras de Paz. (2023/03/19). *Artesanos de Colombia: el patrimonio cultural de la nación en sus manos*. <https://www.radionacional.co/cultura/tradiciones/dia-nacional-del-artesano-tejeduria-cesteria-y-joyeria-colombiana>
- Faccini Saavedra, P. A. (2022). *Intención de compra sostenible del consumidor por medio del proceso de producción curtido vegetal del cuero*. (Trabajo de Grado, Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA, Pregrado en Administración de Empresas). Bogotá, Colombia. <https://repository.cesa.edu.co/handle/10726/4108>
- Hernández, C., Castaño, H. y Socarras, J. P. (2024). Tejido social y colectivo sostenible en Colombia. Conferencia presentada en la *International Footwear & Leather Show. Exhibición Internacional del Cuero e Insumos, Maquinaria y Tecnología IFLS+EICI 48/30*, Bogota, Colombia, 17 – 19 de julio de 2024.
- Hethorn, J. y Ulasewicz, C. (2008). *Moda sostenible: ¿por qué ahora? Una conversación sobre problemas, prácticas y posibilidades*. Fairchild Books.
- Lasó i Ribia, M. T., y Pascual i Miró, E. (2006). *El cuero: las técnicas para crear objetos de cuero explicadas con rigor y claridad*. Bogotá, Colombia: Biblioteca Banco de la República. https://descubridor.banrepcultural.org/discovery/fulldisplay/alma991004102149707486/57BDLRDC_INST:57BDLRDC_INST
- Lobo Sanfiz, D. (2022). *Fast fashion y el cambio climático: la importancia de adoptar un modelo sostenible*. (Trabajo de grado, Universidad Pontificia, Pregrado en Administración y Dirección de Empresas y Grado en Relaciones Internacionales) Madrid, España. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/57059>
- Luxiders Magazine (2019/12/04). *El Nuevo Lujo. Redefiniendo el lujo en la era de la sostenibilidad*. <https://luxiders.com/es/lujo-sostenibilidad/>
- Maxwell Scott Bags (s.f.) *¿Porqué el cuero curtido vegetal es el más respetuoso con el medio ambiente?* <https://es.maxwellscottbags.com/journal/vegetable-tanned-leather/?srsltid=AfmBOoqqz844DnUIZmt-hqVjDlr1sB4vOQpKCmcpVr18yG1nu-iK8D9L>
- Moreno Gómez, C. (2022). *Estudio acerca del uso que las marcas de moda en Medellín, Colombia hacen de la técnica del Storytelling a través de Instagram y recomendaciones para emplearlo efectivamente*. (Trabajo de grado, Universidad EAFIT, Magíster en Mercadeo). Medellín, Colombia. <https://repository.eafit.edu.co/items/eb5346e4-30ef-402c-bf80-caaa6d5288a1>
- ONU (2019/04/12). *El costo ambiental de estar a la moda*. <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454161>
- Reyes Pecke, S. (2023/08/21). *¡Adiós al Fast Fashion!... ¡Bienvenida Moda Sostenible!* <https://mma.gob.cl/adios-al-fast-fashion-bienvenida-moda-sostenible/>
- Vidal Beros, C. (2023). Sostenibilidad y estándares ESG como desafíos normativos de la industria del juego. En, J. Bataller Grau (Dir.). *Libro de actas del Congreso Internacional Sostenibilidad y Derecho del Sistema Financiero* (pp. 229-230). Madrid, España: Red de Bibliotecas Universitarias (REBIUN).
- Villegas, L. y Villegas, B. (2006). *Artefactos. Objetos artesanales de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Villegas Editores. https://villegaseditores.com/blogs/noticias/artefactos-de-colombia?srsltid=AfmBOopqCv0VBAUpZamZzQ6OC597yLMbc_9m28a6tqN3fNSacLe2KdF_

CRÉDITOS FOTOGRAFÍAS

Las fotografías son resultado de las muestras realizadas por la autora Sandra Sirley Velásquez Villar para la realización de este artículo.



PROMPT

"imagina una ilustración hiperrealista de una mujer trotando el cual esta usando una chaqueta inteligente la cual esta funcionalizada con nanopartículas que la hacen repelente al agua. El hombre esta haciendo ejercicio en una zona verde de una ciudad lluviosa, en plano general. Estilo, fotografía hiperrealista; colores violeta, azul, verde, amarillo, gris y blanco".

Generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

Are Smart Textiles the Future of Innovation in Technology and Design?

¿Son los textiles inteligentes el futuro de la innovación en tecnología y diseño?

Ana M. Muñoz-González

Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA, Distrito Capital, Bogotá, Colombia. Doctora en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales.

✉ anamariamg15@gmail.com

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-3191-9891>



Financiación

Este trabajo no contó con financiación externa..



Conflicto de interés

La autora declara no tener ningún tipo de conflicto de intereses en la publicación de este artículo.



Cómo citar este artículo?

Muñoz-González, A. M. (2024). Are Smart Textiles the Future of Innovation in Technology and Design?. *Innmoda Lab*, (8), 130-144. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/7000>

ABSTRACT

This article explores the transformative impact of smart textiles, innovative materials that blend technology and design to address global challenges. Classified as passive, active, and ultra-smart, these textiles offer capabilities ranging from environmental responsiveness to intelligent adaptability. Advances in nanomaterials, sensors, artificial intelligence, and energy harvesting drive their applications in healthcare, agriculture, architecture, and aerospace. Despite progress, challenges like scalability and sustainability persist. Highlighting innovations from leading companies, this work underscores the need for interdisciplinary collaboration to realize the potential of smart textiles in reshaping industries, enhancing user experiences, and promoting a sustainable future.

Keywords: Nanotechnology Applications; Energy Harvesting; Wearable Innovation; Sustainability in Textiles.

RESUMEN

Este artículo analiza el impacto transformador de los textiles inteligentes, materiales innovadores que combinan tecnología y diseño para abordar desafíos globales. Clasificados como pasivos, activos y ultra-inteligentes, estos textiles ofrecen capacidades que van desde la capacidad de respuesta al entorno hasta la adaptabilidad inteligente. Los avances en nanomateriales, sensores, inteligencia artificial y recolección de energía impulsan sus aplicaciones en sectores como la salud, la agricultura, la arquitectura y la industria aeroespacial. A pesar de los progresos, persisten desafíos como la escalabilidad y la sostenibilidad. Este trabajo destaca innovaciones de empresas líderes y subraya la necesidad de colaboración interdisciplinaria para aprovechar el potencial de los textiles inteligentes en la transformación de industrias, la mejora de experiencias de usuario y la promoción de un futuro sostenible.

Palabras clave: aplicaciones en nanotecnología; captación de energía; innovación en Wearables; textiles sostenibles.

1. Introduction: Smart Textiles as Catalysts for a Global Revolution

Smart textiles are at the forefront of a global transformation, redefining the intersection of technology, design, and sustainability. As population growth drives an increasing demand for materials, goods, and services, these intelligent materials emerge as a pivotal response to pressing global challenges. By seamlessly integrating traditional fabrics with advanced functionalities, smart textiles can interact with their environment, capturing data like temperature or humidity and adapting dynamically to external stimuli. For example, thermochromic fabrics that change color based on temperature demonstrate how these innovations enhance user experience while promoting sustainability by reducing the need for multiple garments in variable climates (Koncar, 2016; Supian et al., 2024; Toan et al., 2024).

The evolution of smart textiles has been propelled by the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0), characterized by advancements such as wearable devices and the Internet of Things (Fernández-Caramés & Fraga-Lamas, 2018; Nayyar et al., 2020; Tsaramirsis et al., 2022). An example of this is a jacket that not only protects you from the cold but also charges your phone, monitors your heart rate, and automatically adjusts its temperature to external conditions—a concept already made possible by innovations in smart textiles (Brad & Brad, 2021; Lee & Baek, 2021). Beyond fashion, these materials have vast potential in fields such as biomedical applications, military gear, and even sustainable materials (de Oliveira et al., 2022; Dulal et al., 2022; Júnior et al., 2022).

Artificial Intelligence (AI) also plays a critical role in advancing smart textiles. While its adoption in fashion design has been limited, AI is gradually transforming processes by enhancing trend prediction, optimizing design workflows, and enabling customer personalization (W. Choi et al., 2023; Gao & Liu, 2022). As the field evolves from analytical to generative AI, it opens pathways for smarter, more adaptive garments that align with the principles of Industry 5.0—where the focus shifts towards human-centric innovation and sustainability (Adel, 2022; Alves et al., 2023).

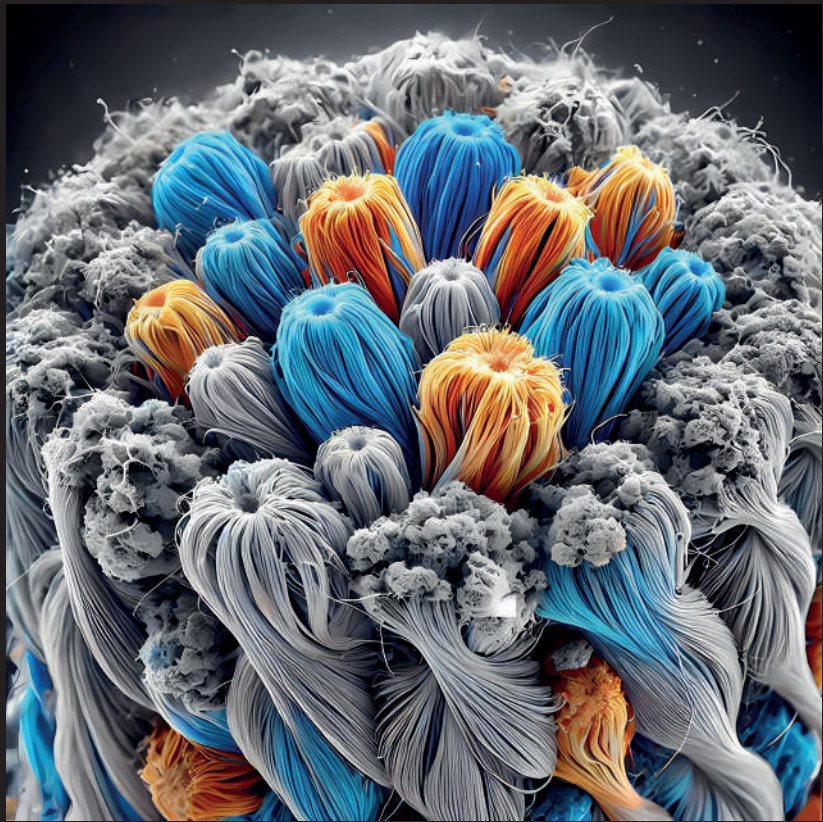
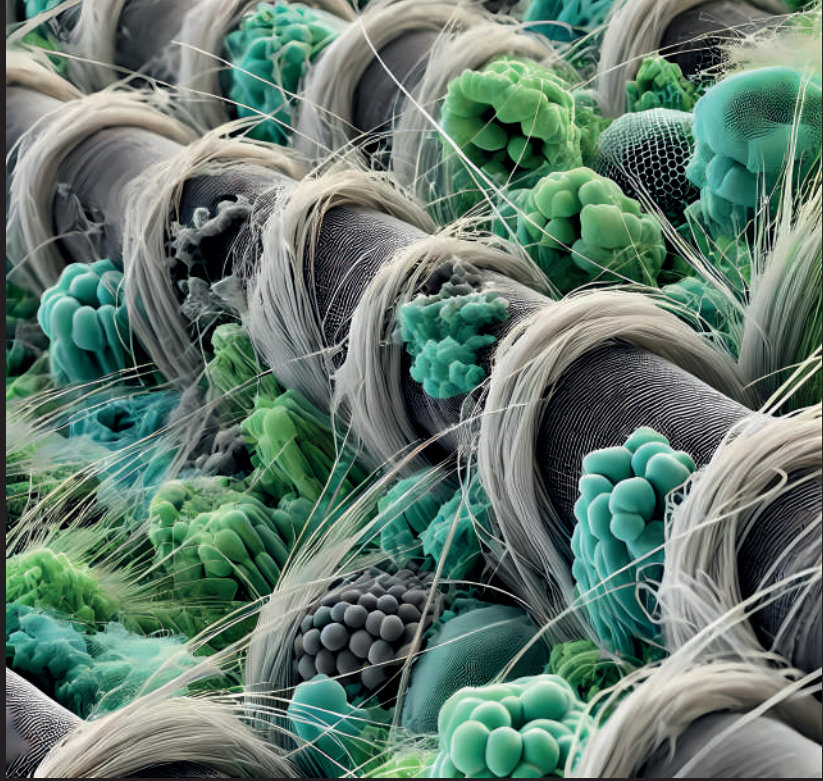
This article explores how smart textiles, fueled by the innovations of Industry 4.0 and the vision of Industry 5.0, are revolutionizing the textile industry, addressing global challenges, and shaping a more sustainable future.

2. Smart Textiles: How they are classified?

Building on the transformative potential of smart textiles discussed earlier, their broad diversity is best understood through a classification into passive, active, and ‘Ultra Smart’ categories (Çelikel, 2020).

2.1. Passive Smart Textiles

Passive textiles are characterized by their ability to respond to environmental stimuli without altering their inherent properties. Examples include hydrophobic fabrics that repel water or UV-protective textiles that shield wearers from harmful radiation (Bashari et al., 2019), widely used in athletic wear and outdoor gear. A significant application of passive textiles arose during the COVID-19 pandemic, with the deve-



lopment of smart masks incorporating anti-microbial fibers or nanoparticles to inhibit microorganism growth (De Sio et al., 2021; Hadinejad et al., 2023). These textiles offer straightforward functionality, paving the way for more advanced systems.

2.2. Active Smart Textiles

Active textiles go a step further by not only detecting stimuli but also generating responses. For instance, phase-change fibers can absorb, store, and release heat, providing dynamic thermal regulation (Yan et al., 2021). Shape-memory threads, another breakthrough, revert to their original form when triggered by stimuli such as temperature, light, or mechanical forces (Choe et al., 2022). Thermochromic fabrics, which change color based on temperature, exemplify this category's ability to adapt in real time, enhancing both functionality and aesthetic appeal (Supian et al., 2024).

2.3. Ultra Smart Textiles

The pinnacle of this evolution lies in “Ultra Smart” textiles, which not only respond to stimuli but also adapt intelligently to complex conditions. Applications range from space suits with thermal and biometric monitoring to self-cleaning fabrics (Manyapu et al., 2019) and garments capable of controlled substance release, such as drugs or fragrances (Petrusic & Koncar, 2016; T. Shah & Halacheva, 2016). Despite the advances in this field, significant research is still required to fully realize the potential of ultra-smart textiles.

Towards a Sustainable Future

This classification underscores the transformative potential of smart textiles across industries. From enhancing safety and per-

formance to addressing environmental challenges, smart textiles represent a vital step towards a more sustainable and resource-efficient world (Ruckdashel et al., 2021). Their development highlights the convergence of technology and design, pushing the boundaries of what fabrics can achieve.

3. Technological Frontiers in Smart Textiles

The rapid evolution of smart textiles is driven by cutting-edge technologies that seamlessly integrate functionality with sustainability. These advancements enhance the capabilities of passive, active, and “Ultra Smart” textiles, opening new possibilities across industries. Below, we explore four key technological frontiers shaping the future of smart textiles: nanomaterials, sensors, artificial intelligence, and energy solutions.

3.1. Nanomaterials: The Cornerstone of Innovation

Nanotechnology has emerged as a transformative force in the textile industry (M. A. Shah et al., 2022). Since its conceptualization by Feynman in 1959, nanotechnology has evolved into a multidisciplinary domain with vast potential for groundbreaking applications. Nanofibers, for example, are thousands of times thinner than a human hair and offer remarkable properties, such as efficient thermal insulation and energy storage (Sun et al., 2016). These fibers enable antimicrobial and self-cleaning textiles, water and air purification (Xu et al., 2023), and controlled release of substances like drugs or fragrances (Abdul Hameed et al., 2023; Maliszewska & Czapka, 2022).

One of the most exciting applications is the use of nanoparticles to replace traditio-

nal textile dyes, which are often pollutants. Through the plasmonic effect, nanoscale metallic particles like gold or silver interact with light to create vibrant, sustainable coloration processes, reducing the environmental footprint of the textile industry (Fukuda & Ishida, 2022). This phenomenon involves the interaction of light with nanoscale metallic particles, such as gold or silver, resulting in the excitation of surface electrons. These electrons oscillate collectively in response to the electromagnetic field of light, generating or altering the color of textiles. This innovation not only minimizes environmental impact but also opens new horizons for sustainable coloration processes in the textile industry.

3.2. Advanced Sensors: Enhancing Health and Well-Being

Smart textiles are increasingly equipped with sensors that monitor and respond to environmental and physiological conditions. Biosensors integrated into textiles, for instance, can track lactate levels in sweat, providing valuable insights into exercise intensity and muscle fatigue (Khan et al., 2022). Similarly, multilayer sensors using materials like graphene and chitosan can detect glucose, urea, or sweat pH, enabling early diagnosis of conditions such as diabetes or kidney disorders (Song et al., 2014).

These technologies represent a leap forward in health monitoring, transforming textiles into proactive tools for well-being and injury prevention.

3.3. Artificial Intelligence: Personalization and Predictive Design

AI is revolutionizing the design and functionality of smart textiles. By leveraging body scanning technologies and AI-driven pattern-making, manufacturers can crea-

te garments tailored to individual needs, optimizing fit, comfort, and performance (Murugesan et al., 2024). Beyond physical adjustments, AI enhances the design process through predictive analytics, forecasting trends and consumer preferences to reduce waste and improve efficiency (David Iyanuoluwa Ajiga et al., 2024).

3.4. Energy Solutions: Powering the Future

Smart textiles are also making significant advancements in energy harvesting, addressing the increasing demand for portable and sustainable energy solutions (Ma et al., 2021). For instance, piezoelectric fibers can convert mechanical energy from motion into electricity, enabling fabrics to charge mobile devices or power wearable sensors (Scheffler & Poulin, 2022). These innovations not only offer eco-friendly alternatives to traditional power sources but also enhance user convenience by integrating energy solutions seamlessly into everyday clothing (Ali et al., 2024).

One particularly promising application involves the incorporation of advanced smart materials such as graphene—a novel material with exceptional properties, including a large theoretical specific surface area, optical transparency, and outstanding electrical and thermal conductivity (Ye et al., 2018). Additionally, conductive polymers like polypyrrole (PPy), PEDOT, and polyaniline (PANi) are gaining traction due to their unique combination of metal-like electrical and optical properties alongside polymer-like attributes such as stiffness, strength, and lightweight design (Ali et al., 2024). Together, these materials pave the way for the next generation of multifunctional and efficient smart textiles (Chen et al., 2020).

INTELLIGENT
JACKET



PULSE SENSORS
WATER REPLENISHMENT

INTELLIGENT
HEAT SENSORS



FUNCTIONALIZED
& HEAT SENSORS



INTELLIGENT
PULSE & HEAT SENSORS



PULSE SENSORS
HEAT SENSORS

3.5. Bridging Functionality and Sustainability

These technological frontiers exemplify the convergence of innovation and sustainability in the textile industry. By harnessing the power of nanomaterials, sensors, AI, and energy solutions, smart textiles are reshaping industries, addressing global challenges, and paving the way for a more sustainable future. These advancements set the stage for exploring their disruptive applications beyond fashion, which will be discussed in the following section.

4. Disruptive Applications: Beyond Fashion

Smart textiles are revolutionizing industries far beyond fashion, demonstrating their versatility and transformative potential. Building on the technological advances discussed earlier, these applications exemplify how functionality and sustainability are reshaping diverse sectors.

4.1. Applications Across Industries

Aerospace Industry: Smart textiles play a critical role in space exploration by providing thermal regulation and physiological monitoring for astronauts (Di Rienzo & Piccirillo, 2021). These materials ensure safety and comfort in extreme environments, enabling long-term missions and advancing human exploration beyond Earth. For instance, textiles with embedded sensors can track vital signs in real time, ensuring early detection of potential health risks (Mohamed et al., 2024).

Smart Agriculture: In agriculture, smart textiles are reshaping traditional practices by enhancing efficiency and sustainability. Fabrics embedded with IoT technology and

sensors monitor soil conditions, humidity, and temperature, providing critical data to optimize irrigation, reduce water usage, and improve crop yields (Zaki et al., 2023). These innovations align closely with the principles of precision farming, enabling resource-efficient solutions for a growing global population (De Jorge & Gross, 2021).

Architectural Textiles: Advanced fabrics are transforming sustainable construction practices. Energy-efficient shading systems regulate indoor temperatures, reducing reliance on air conditioning. Self-cleaning surfaces integrated into textiles minimize maintenance requirements and enhance the durability of building exteriors. These applications underscore the adaptability of smart textiles in addressing environmental challenges (Quinn, 2006).

4.2. Personalization and Interaction

Smart textiles are at the forefront of personalization and user engagement, pushing the boundaries of what garments can achieve.

Personalized Smart Garments: Wearable fabrics with adaptive temperature control can automatically warm or cool the wearer, offering unmatched comfort. In sports, custom-designed fitness apparel embedded with sensors provides athletes with real-time feedback on posture, muscle engagement, and hydration levels, enabling performance optimization and reducing the risk of injuries (Hannan et al., 2021; Shin & Kim, 2021).

Interactive Textiles: The integration of responsive materials and embedded electronics transforms textiles into interactive systems. These fabrics can detect biometric data, such as heart rate or skin conductivity, to identify emotional states like stress or relaxation (Tiwari et al., 2019). In response,

they may change color, provide tactile feedback, or deliver localized heating or cooling. For example, healthcare applications include garments that deliver vibrations for muscle relaxation or therapeutic effects for pain relief (Schams et al., 2022).

Textiles as a Medium for Expression:

Dynamic textiles capable of displaying digital patterns or multimedia content allow wearers to express themselves aesthetically and functionally (K.-H. Choi, 2019; Mackey et al., 2017). These innovations are expected to revolutionize industries like entertainment, branding, and personal identity, blurring the line between fashion and technology.

4.3. Future Perspectives: The Ongoing Evolution of Smart Textiles

The rapid advancement of smart textiles is driving a more sustainable and efficient textile industry. These innovations are not confined to garments but extend to manufacturing processes, reducing waste and emissions through technologies like Big Data, IoT, and 3D modeling (Wiegand & Wynn, 2023). Circular economy principles, supported by organizations like the World Economic Forum, offer opportunities to bridge theory and practice in sustainable textile production.

However, significant challenges remain, particularly in scaling these technologies for mass adoption. Addressing these obstacles will require collaboration across industries and investments in research and development.

4.4. Leading Companies Driving Innovation

Several pioneering companies exemplify the potential of smart textiles through cutting-edge innovations:

Myant: They have developed interactive fabrics capable of collecting advanced biometric data, elevating wearable technology to unprecedented levels. By embedding electronic sensors into threads, this technology can capture critical information such as body temperature, heart rate, and respiration, even in intimate apparel. This innovation demonstrates the potential of textiles to seamlessly integrate functionality into everyday wear (Myant Corporation, 2024).

Forster Rohner Textile Innovations:

Their patented e-broidery® technology combines functionality and aesthetics, incorporating active lighting into textiles for applications ranging from fashion to technical solutions (Forster Rohner AG, n.d.). This groundbreaking electronic embroidery process, which won the Swiss Design Prize in 2013, debuted in the Fall/Winter 2014 Prêt-à-porter collection by the fashion brand AKRIS, showcasing the possibilities of combining advanced technology with high fashion.

Bolt Threads: The textile industry is also witnessing a significant shift toward reducing the use of animals in product development. Bolt Threads exemplifies this trend by producing lab-grown spider silk from synthetically replicated DNA using microorganisms, minimizing reliance on natural silk from silkworms. Additionally, the company creates sustainable alternatives to conventional materials, such as mushroom-based leather derived from mycelium, positioning itself at the forefront of sustainable innovation (Bolt Threads, 2024).

Freudenberg and Lenzing: Both companies are advancing sustainability through recycled polyester fibers and wood-based filaments, contributing to eco-friendly texti-

le production (Freudenberg, 2017; Lenzing Group, 2024).

Interactive Wear: Interactive Wear supplies technological components such as flexible, washable LED lights, lightweight heat-producing wearables, and sensors. These components empower designers to explore innovative applications, ranging from activity recognition to complex monitoring systems, further expanding the horizons of smart textile capabilities (Interactive Wear, 2024).

5. Conclusions

Smart textiles are not just a technological innovation; they represent a transformative force at the intersection of science, design, and sustainability. From their integration into everyday fashion to their applications in aerospace, agriculture, and architecture, these materials are revolutionizing industries and redefining the relationship between functionality and user interaction.

The advancements driven by nanotechnology, sensors, artificial intelligence, and energy solutions underscore the versatility of smart textiles in addressing pressing global challenges. By aligning their development with the principles of Industry 5.0, smart textiles prioritize not only technical perfor-

mance but also human-centered innovation and environmental responsibility.

However, the journey toward mainstream adoption of smart textiles is not without challenges. Scaling these technologies for mass production, bridging the gap between theoretical advances and practical applications, and ensuring sustainability in their lifecycle remain key hurdles. Addressing these obstacles will require collaboration among researchers, industry leaders, and policymakers to foster innovation while adhering to sustainable development goals.

Whether through personalized clothing, interactive materials, or applications beyond fashion, smart textiles exemplify the potential of human ingenuity to create solutions for a better future. The continued evolution of these materials will not only redefine the textile industry but also shape the way we live, work, and interact with the world around us.

Thus, the answer to the question is a resounding yes: smart textiles are not only the future of innovation in technology and design but also a vital pathway toward sustainable and human-centered development. Their continued evolution will undoubtedly shape how we live, work, and interact with the world.

.....

REFERENCES

- Abdul Hameed, M. M., Mohamed Khan, S. A. P., Thamer, B. M., Rajkumar, N., El-Hamshary, H., & El-Newehy, M. (2023). Electrospun nanofibers for drug delivery applications: Methods and mechanism. *Polymers for Advanced Technologies*, 34(1), 6–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/pat.5884>
- Adel, A. (2022). Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. In *Journal of Cloud Computing* (Vol. 11, Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00314-5>

- Ali, I., Islam, M. R., Yin, J., Eichhorn, S. J., Chen, J., Karim, N., & Afroj, S. (2024). Advances in Smart Photovoltaic Textiles. In *ACS Nano* (Vol. 18, Issue 5, pp. 3871–3915). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acsnano.3c10033>
- Alves, J., Lima, T. M., & Gaspar, P. D. (2023). Is Industry 5.0 a Human-Centred Approach? A Systematic Review. In *Processes* (Vol. 11, Issue 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/pr11010193>
- Bashari, A., Shakeri, M., & Shirvan, A. R. (2019). 12 - UV-protective textiles. In Shahid-ul-Islam & B. S. Butola (Eds.), *The Impact and Prospects of Green Chemistry for Textile Technology* (pp. 327–365). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102491-1.00012-5>
- Bolt Threads. (2024). *Bolt Threads*. <https://Boltthreads.Com/>
- Brad, A., & Brad, M. (2021). Development of a smart clothing product using an Arduino platform. *International Journal of Advanced Statistics and IT&C for Economics and Life Sciences*, 11(1), 38–61. <https://doi.org/10.2478/ijasitels-2021-0002>
- Mackey, A. M., Wakkary, R. L., Wensveen, S. A. G., & Tomico Plasencia, O. (2017). “Can I wear this?” : blending clothing and digital expression by wearing dynamic fabric. *International Journal of Design*, 11(3), 51–65. <https://research.tue.nl/en/publications/can-i-wear-this-blending-clothing-and-digital-expression-by-weari>
- Çelikel, D. C. (2020). Smart E-Textile Materials. In N. Tasaltin, P. S. Nnamchi, & S. Saud (Eds.), *Advanced Functional Materials*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92439>
- Chen, G., Li, Y., Bick, M., & Chen, J. (2020). Smart Textiles for Electricity Generation. *Chemical Reviews*, 120(8), 3668–3720. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.9b00821>
- Choe, A., Kwon, Y., Shin, Y.-E., Yeom, J., Kim, J., & Ko, H. (2022). Adaptive IR- and Water-Gating Textiles Based on Shape Memory Fibers. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 14(49), 55217–55226. <https://doi.org/10.1021/acsam.2c15974>
- Choi, K.-H. (2019). Digitalized Dynamic Fashion Illustration, Using Motion Graphics. In N. Kalbaska, T. Sádaba, F. Cominelli, & L. Cantoni (Eds.), *Fashion Communication in the Digital Age* (pp. 9–20). Springer International Publishing.
- Choi, W., Jang, S., Kim, H. Y., Lee, Y., Lee, S. goo, Lee, H., & Park, S. (2023). Developing an AI-based automated fashion design system: reflecting the work process of fashion designers. *Fashion and Textiles*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40691-023-00360-w>
- David Iyanuoluwa Ajiga, Ndubuisi Leonard Ndubuisi, Onyeka Franca Asuzu, Oluwaseyi Rita Owolabi, Tula Sunday Tubokirifuruar, & Rhoda Adura Adeleye. (2024). AI-DRIVEN Predictive Analytics in Retail: A Review of Emerging Trends and Customer Engagement Strategies. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(2), 307–321. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i2.772>
- De Jorge, B. C., & Gross, J. (2021). Chapter 13 - Smart nanotextiles for application in sustainable agriculture. In A. Ehrmann, T. A. Nguyen, & P. Nguyen Tri (Eds.), *Nanosensors and Nanodevices for Smart Multifunctional Textiles* (pp. 203–227). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820777-2.00013-3>
- de Oliveira, C. R. S., da Silva Júnior, A. H., Immich, A. P. S., & Fiates, J. (2022). Use of advanced materials in smart textile manufacturing. *Materials Letters*, 316, 132047. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.132047>

- De Sio, L., Ding, B., Focsan, M., Kogermann, K., Pascoal-Faria, P., Petronela, F., Mitchell, G., Zussman, E., & Pierini, F. (2021). Personalized Reusable Face Masks with Smart Nano-Assisted Destruction of Pathogens for COVID-19: A Visionary Road. *Chemistry – A European Journal*, 27(20), 6112–6130. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/chem.202004875>
- Di Rienzo, M., & Piccirillo, S. (2021). Chapter 17 – Wearables for Life in Space. In E. Sazonov (Ed.), *Wearable Sensors (Second Edition)* (pp. 463–486). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819246-7.00017-6>
- Dulal, M., Afroj, S., Ahn, J., Cho, Y., Carr, C., Kim, I. D., & Karim, N. (2022). Toward Sustainable Wearable Electronic Textiles. In *ACS Nano* (Vol. 16, Issue 12, pp. 19755–19788). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acsnano.2c07723>
- Fernández-Caramés, T. M., & Fraga-Lamas, P. (2018). Towards the internet-of-smart-clothing: A review on IoT wearables and garments for creating intelligent connected E-textiles. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 7, Issue 12). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/electronics7120405>
- Forster Rohner AG. (n.d.). *Forster Rohner AG*. <https://www.Forsterrohner.Com/En/>
- Freudenberg. (2017, June 17). *Freudenberg: a pioneer in recycling*. <https://www.Freudenberg.Com/Press-Media/Press-Releases/Detail/Freudenberg-a-Pioneer-in-Recycling>
- Fukuda, N., & Ishida, N. (2022). Dense immobilization of gold nanoparticles onto a cotton textile for obtaining plasmonic heating. *MRS Advances*, 7(20), 405–409. <https://doi.org/10.1557/s43580-022-00262-x>
- Gao, Y., & Liu, H. (2022). Artificial intelligence-enabled personalization in interactive marketing: a customer journey perspective. *Journal of Research in Interactive Marketing*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:250660985>
- Hadinejad, F., Morad, H., Jahanshahi, M., Zarrabi, A., Pazoki-Toroudi, H., & Mostafavi, E. (2023). A Novel Vision of Reinforcing Nanofibrous Masks with Metal Nanoparticles: Antiviral Mechanisms Investigation. In *Advanced Fiber Materials* (Vol. 5, Issue 4, pp. 1273–1317). Springer. <https://doi.org/10.1007/s42765-023-00275-7>
- Hannan, A., Shafiq, M. Z., Hussain, F., & Pires, I. M. (2021). A portable smart fitness suite for real-time exercise monitoring and posture correction. *Sensors*, 21(19). <https://doi.org/10.3390/s21196692>
- Interactive Wear. (2024). *Interactive Wear*. <https://Interactive-Wear.De/>
- Júnior, H. L. O., Neves, R. M., Monticeli, F. M., & Dall Agnol, L. (2022). Smart Fabric Textiles: Recent Advances and Challenges. *Textiles*, 2(4), 582–605. <https://doi.org/10.3390/textiles2040034>
- Khan, A., Winder, M., & Hossain, G. (2022). Modified graphene-based nanocomposite material for smart textile biosensor to detect lactate from human sweat. *Biosensors and Bioelectronics: X*, 10(December 2021), 100103. <https://doi.org/10.1016/j.biosx.2021.100103>
- Koncar, V. (2016). 1 – Introduction to smart textiles and their applications. In V. Koncar (Ed.), *Smart Textiles and their Applications* (pp. 1–8). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100574-3.00001-1>
- Lee, H., & Baek, K. (2021). Developing a smart multifunctional outdoor jacket with wearable sensing technology for user health and safety. *Multimedia Tools and Applications*, 80(21–23), 32273–32310. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11166-7>
- Lenzing Group. (2024). *Fibers for life*. <https://www.lenzing.com/>

- Ma, W., Zhang, Y., Pan, S., Cheng, Y., Shao, Z., Xiang, H., Chen, G., Zhu, L., Weng, W., Bai, H., & Zhu, M. (2021). Smart fibers for energy conversion and storage. *Chem. Soc. Rev.*, 50(12), 7009–7061. <https://doi.org/10.1039/D0CS01603A>
- Maliszewska, I., & Czapka, T. (2022). Electrospun Polymer Nanofibers with Antimicrobial Activity. *Polymers*, 14(9), 1–32. <https://doi.org/10.3390/polym14091661>
- Manyapu, K. K., Peltz, L., & De Leon, P. (2019). Self-cleaning spacesuits for future planetary missions using carbon nanotube technology. *Acta Astronautica*, 157, 134–144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.12.019>
- Mohamed, A. L., Ibrahim, A. M., Omar, H., & Hassabo, A. G. (2024). Recent developments in space suits textiles using smart materials. *Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.21608/jtcps.2024.305650.1385>
- Murugesan, B., Jayanthi, K. B., & Karthikeyan, G. (2024). Integrating Digital Twins and 3D Technologies in Fashion: Advancing Sustainability and Consumer Engagement. In P. Raj, A. Rocha, P. K. Dutta, M. Fiorini, & C. Prakash (Eds.), *Illustrating Digital Innovations Towards Intelligent Fashion: Leveraging Information System Engineering and Digital Twins for Efficient Design of Next-Generation Fashion* (pp. 1–88). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-71052-0_1
- Myant Corporation. (2024). *Myant Corporation*. <https://Myant.Ca/>
- Nayyar, A., Kumar, A., & Gupta, D. (2020). A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development. In *Advances in Science, Technology and Innovation* (Issue August 2019). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-14544-6>
- Petrusic, S., & Koncar, V. (2016). 5 - Controlled release of active agents from microcapsules embedded in textile structures. In V. Koncar (Ed.), *Smart Textiles and their Applications* (pp. 89–114). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100574-3.00005-9>
- Quinn, B. (2006). Textiles in Architecture. *Architectural Design*, 76(6), 22–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ad.348>
- Ruckdashel, R. R., Venkataraman, D., & Park, J. H. (2021). Smart textiles: A toolkit to fashion the future. In *Journal of Applied Physics* (Vol. 129, Issue 13). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0024006>
- Schams, P., Feodoroff, B., Zacher, J., Eibl, A., & Froböse, I. (2022). Validation of a smart shirt for heart rate variability measurements at rest and during exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 42(3), 190–199. <https://doi.org/10.1111/cpf.12746>
- Scheffler, S., & Poulin, P. (2022). Piezoelectric Fibers: Processing and Challenges. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 14(15), 16961–16982. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c24611>
- Shah, M. A., Pirzada, B. M., Price, G., Shibiru, A. L., & Qurashi, A. (2022). Applications of nanotechnology in smart textile industry: A critical review. *Journal of Advanced Research*, 38, 55–75. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2022.01.008>
- Shah, T., & Halacheva, S. (2016). 6 - Drug-releasing textiles. In L. van Langenhove (Ed.), *Advances in Smart Medical Textiles* (pp. 119–154). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-379-9.00006-2>
- Shin, D., & Kim, T. (2021). Wearable Sensor based on Fiber Bragg Grating with Flexible Polymer for Squat Exercise. *2021 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT (MetroInd4.0&IoT)*, 478–481. <https://doi.org/10.1109/MetroInd4.0IoT51437.2021.9488544>

- Song, Y., Liu, H., Tan, H., Xu, F., Jia, J., Zhang, L., Li, Z., & Wang, L. (2014). pH-switchable electrochemical sensing platform based on chitosan-reduced graphene oxide/concanavalin a layer for assay of glucose and urea. *Analytical Chemistry*, 86(4), 1980–1987. <https://doi.org/10.1021/ac402742m>
- Sun, G., Sun, L., Xie, H., & Liu, J. (2016). Electrospinning of nanofibers for energy applications. In *Nanomaterials* (Vol. 6, Issue 7). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nano6070129>
- Supian, A. B. M., Asyraf, M. R. M., Syamsir, A., Najeeb, M. I., Alhayek, A., Al-Dala'ien, R. N., Manar, G., & Atiqah, A. (2024). Thermochromic Polymer Nanocomposites for the Heat Detection System: Recent Progress on Properties, Applications, and Challenges. In *Polymers* (Vol. 16, Issue 11). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/polym16111545>
- Tiwari, A., Cassani, R., Narayanan, S., & Falk, T. H. (2019). A Comparative Study of Stress and Anxiety Estimation in Ecological Settings Using a Smart-shirt and a Smart-bracelet. *2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2213–2216. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8857890>
- Toan, V. N., Tri, N. M., Nguyen, X. H., Nguyen, D. D., Chung, W., Chang, S. W., & La, D. D. (2024). Exploring the potential of organic thermochromic materials in textile applications. *Journal of Materials Science*, 59(32), 14924–14947. <https://doi.org/10.1007/s10853-024-10056-1>
- Tsaramirsis, G., Kantaros, A., Al-Darraj, I., Piromalis, D., Apostolopoulos, C., Pavlopoulou, A., Alrammal, M., Ismail, Z., Buhari, S. M., Stojmenovic, M., Tamimi, H., Randhawa, P., Patel, A., & Khan, F. Q. (2022). A Modern Approach towards an Industry 4.0 Model: From Driving Technologies to Management. *Journal of Sensors*, 2022, 5023011. <https://doi.org/10.1155/2022/5023011>
- Wiegand, T., & Wynn, M. (2023). Sustainability, the Circular Economy and Digitalisation in the German Textile and Clothing Industry. *Sustainability (Switzerland)*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/su15119111>
- Xu, X., Lv, H., Zhang, M., Wang, M., Zhou, Y., Liu, Y., & Yu, D.-G. (2023). Recent progress in electrospun nanofibers and their applications in heavy metal wastewater treatment. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 17(3), 249–275. <https://doi.org/10.1007/s11705-022-2245-0>
- Yan, Y., Li, W., Zhu, R., Lin, C., & Hufenus, R. (2021). Flexible phase change material fiber: A simple route to thermal energy control textiles. *Materials*, 14(2), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ma14020401>
- Ye, M., Zhang, Z., Zhao, Y., & Qu, L. (2018). Graphene Platforms for Smart Energy Generation and Storage. *Joule*, 2(2), 245–268. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2017.11.011>
- Zaki, F. M., Tajjudin, M., & Ishak, N. (2023). IoT-Based System for Monitoring Smart Agriculture's Automated Irrigation. *2023 IEEE International Conference on Agrosystem Engineering, Technology & Applications (AGRETA)*, 135–141. <https://doi.org/10.1109/AGRETA57740.2023.10262688>



PROMPT

"Imagina hiperrealista de un grupo de estudiantes técnicos hispanos en competencia WorldSkills de confección y moda, demostrando sus habilidades laborales. La imagen será en estilo de fotografía hiperrealista con colores violeta y azul."

Generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

Implementación estrategia *WorldSkills* en la formación SENA Distrito Capital Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC

Implementation of WorldSkills strategy in SENA Capital District CMTC training

Miguel Ángel Pardo Gutiérrez

Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA, Distrito Capital, Bogotá, Colombia. Ingeniero de sistemas.

✉ mapardo@sena.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-5312-4184>

Samuel Hernando Molina Acevedo

Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA, Distrito Capital, Bogotá, Colombia. Magíster en Ingeniería Industrial.

✉ shmolina@sena.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0009-0009-9866-1280>

Nilson Alexander Gómez Castañeda

Centro de Biotecnología Agropecuaria Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA, Mosquera, Colombia. Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos.

✉ nagomez@sena.edu.co

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-9453-4083>

Financiación

Este trabajo no contó con financiación externa.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses en la publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo?

Pardo Gutiérrez, M. A., Molina Acevedo, S. H. y Gómez Castañeda, N. A. (2024). Implementación estrategia *WorldSkills* en la formación SENA Distrito Capital Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC. *Innmoda Lab*, (8), 145-159. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/7001>

RESUMEN

En este artículo se describen los resultados alcanzados al realizar la metodología *WorldSkills* a un grupo de aprendices del Tecnólogo en Supervisión de Procesos de confección del SENA Distrito Capital, Centro de Manufactura Textil y el Cuero -CMTC-; para ello se determina la habilidad en la cual se les va a evaluar, y posteriormente se analizan los módulos de la competencia a abordar para aplicar los diferentes tipos de criterios en los cuales ellos, a través de una primera prueba, evaluarán los conocimientos y seguido a estos resultados se realizará la sensibilización y retroalimentación dentro del contexto de la habilidad y aplicando una segunda prueba se analizarán los resultados y conclusiones obtenidas, buscando determinar como la metodología *WorldSkills* aporta al conocimiento y a la obtención de habilidades de los aprendices en competencias claves dentro del perfil de salida del tecnólogo y como estas fortalecen el proceso de formación en los entornos SENA.

Palabras clave: WorldSkills; habilidades técnicas; Formación SENA; supervisión de procesos de confección; evaluación de competencias.

ABSTRACT

This article describes the results achieved by carrying out the *WorldSkills* methodology to a group of Technology Apprentices in Supervision of Clothing Processes in the SENA capital district of the textile and leather manufacturing center, for this the skill in which they are will be evaluated and subsequently the modules of the competence to be addressed are analyzed to apply the different types of criteria in which they, through a first test, will evaluate the knowledge obtained and subsequently, based on these results, awareness-raising and feedback will be carried out within the context of the skill and in which through a second test the results and conclusions obtained will be analyzed, it seeks to determine how the *WorldSkills* methodology contributes to the knowledge and obtaining of skills of the apprentices in key competencies within the exit profile of the technologist and how these strengthen the training process. in SENA environments

Keywords: WorldSkill; Technical skills; SENA training; Supervision of manufacturing processes; Competence evaluation.

1. Introducción

En la actualidad la industria de la confección muestra un mayor nivel de competitividad dada la globalización de los procesos industriales, los cuales muestran una creciente demanda de tecnología y de personal idóneo que conlleven a procesos más eficientes y más eficaces. (Heredia Alvarado, 2004).

Es por esto que programas de formación como el Tecnólogo en Supervisión de Procesos de Confección debe tener componentes que permitan contribuir a la competitividad de las industrias, en especial en la planeación de los recursos que se tienen y la correcta utilización de su talento humano (Gaxiola & Patrón Meza, 2017).

Una de las actividades fundamentales de Tecnólogo en Supervisión de Procesos de Confección es la programación de la confección de prendas según procedimientos técnicos y técnicas de manufactura (SENA, 2020), dando respuesta a la correcta planeación al momento de realizar balanceos de módulos producción y asignación de cargas de trabajo de acuerdo con las capacidades productivas de la empresa, es por esto que la formación de estas habilidades tiene que ser parte fundamental dentro de las estrategias que tenemos en formación.

WorldSkills se ve como una alternativa en la cual no solamente proyectemos el afianzamiento de conocimientos específicos sobre esta habilidad, sino que también acerquemos a los aprendices a las realidades a las que se van a enfrentar y a contextos productivos bajo la utilización de pruebas con criterios donde claramente se puede recrear el quehacer del aprendiz en el mundo laboral.

Los conocimientos específicos que se deben abordar para este tipo de temas a nivel téc-

nico tienen que pasar por análisis de métodos y tiempos, tiempos predeterminados, rutas operacionales, fichas técnicas, gestión del talento humano, análisis de cargas de trabajo, puestos teóricos, flujos de trabajo, proyección de capacidades, cálculos y algoritmos de producción básicos (Pardo Gutiérrez & Fajardo Buitrago, 2022) entre otros, los cuales articulados deberán generar en el aprendiz habilidades para gestionar los recursos en la ejecución del plan de acción que se busca en el balanceo de sistemas modulares de fabricación. La estrategia *WorldSkills* (Internacional, 2024), se ve como una herramienta que puede contribuir al fortalecimiento de estos conocimientos y contribuye al acercamiento a contextos laborales a los cuales los aprendices se verán enfrentados.

El objetivo de este artículo es mostrar los resultados que se obtuvieron al aplicar la estrategia *WorldSkills* a un grupo de aprendices, evaluando la habilidad de *balancear sistemas de producción* y como ellos después de realizar esta estrategia muestran una mejora no solamente en los puntajes obtenidos sino también en la aceptación de esta metodología pedagógica.

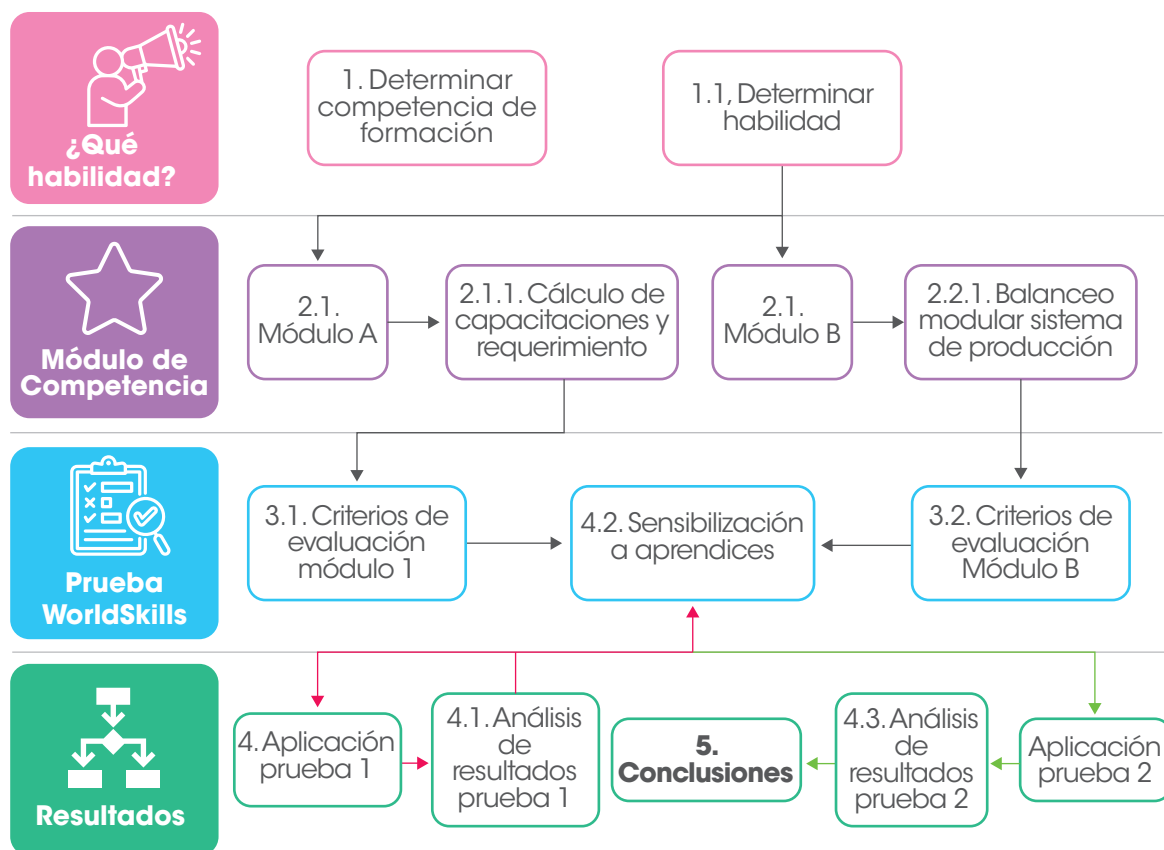
2. Materiales y métodos

La metodología propuesta para la aplicación de la prueba *WorldSkills*, está compuesta por 4 fases, propuestas por el instructor técnico que realiza la metodología, la cual se muestra en la Gráfica 1.

2.1. Determinar competencia de formación

Para este trabajo se toma la ficha 2560618 la cual corresponde al Tecnólogo en Supervi-

Gráfica 1. Fases de metodológicas de realización Estrategia *WorldSkills* aplicadas por el instructor



Fuente: Elaboración propia basada en la metodología Estrategia *WorldSkills* (2023).

sión de Procesos de Confección, que se encuentra en formación presencial en el SENA Distrito Capital, Centro de Manufactura en Textil y Cuero – CMTC, para el proyecto se tendrá en cuenta el proyecto formativo, la información de la Tabla 1, que justifique las actividades proyectadas en la estrategia.

1.1 Determinar habilidad

Teniendo en cuenta el proyecto formativo la habilidad que buscamos evaluar a través de la estrategia la definimos como: “Efectuar el balanceo de línea y asignación de cargas de trabajo, de acuerdo con la capacidad productiva de la empresa”

2. Módulos de Competencia

Teniendo en cuenta la competencia y resultado de aprendizaje se proyectan 2 módulos, los cuales se muestran en la Tabla 2, donde se determina el tiempo y porcentaje valorativo para cada sección:

2.1 Modulo A

Para el primer módulo tendremos condiciones iniciales mostradas en la tabla 3:

Objetivo: Cálculo de capacidades y requerimientos de personal y maquinaria teniendo

do en cuenta restricciones, determinación del tiempo medio, para la propuesta de balanceo.

ciado del caso a abordar (Anexo 1), el competidor debe:

Descripción: Utilizando la Ruta operacional suministrada por la estrategia y el enun-

1. Realizar Diagrama de operaciones de la ruta operacional propuesta

Tabla 1. Proyecto Formativo Tecnólogo Supervisión en procesos de Confección

Nombre del proyecto:	Implementación de herramientas productivas en la fabricación de prendas de vestir para fortalecer la competitividad en las empresas del sector confección.
Programa de Formación al que da respuesta	Supervisión En Procesos De Confección.
Fases del Proyecto	Planeación.
Actividades del Proyecto	Definir los recursos para la ejecución del plan de acción.
Resultado de Aprendizaje Específico o Clave	578599 - Efectuar el balanceo de línea y asignación de cargas de trabajo, de acuerdo con la capacidad productiva de la empresa.
Competencia Asociada	290601221 - Programar la confección de prendas según procedimientos técnicos y técnicas de manufactura.

Fuente: Equipo de Desarrollo Curricular Tecnólogo en Supervisión en Procesos de Confección, SENA.

Tabla 2. Módulos de Evaluación de habilidades

Módulo	Día	Nombre	Minutos	Porcentaje
A	1	<i>Cálculo de capacidades y requerimientos de personal y maquinaria teniendo en cuenta restricciones.</i>	20	30
B	1	<i>Realización de Balanceo Modular con máquinas enfrentadas</i>	30	70
TOTAL PROYECTO				100%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Condiciones iniciales del módulo A

Título del módulo	Cálculo de capacidades y requerimientos de personal y maquinaria teniendo en cuenta restricciones.
Tiempo máximo	20 minutos
Día de prueba	1
Porcentaje	30%

Fuente: elaboración propia.

2. Calcular:

- Tiempo Estándar total de operaciones que van a ser programadas en el módulo (Cuatrecasas Arbós, 2016), (Tener en cuenta evaluar los tiempos de alistamientos y acabados y su pertinencia para ser incluidos en el módulo, de ser incluidos justifique las razones por las cuales tomo la decisión)
- Minutos necesarios de producción día
- Numero de colaboradores con Eficiencia al 100% y 80% (Cruelles, 2018).
- Número y tipo de máquinas al 100% y 80%.
- Tipo de aguja, aditamentos y fôlderes.
- Número de Unidades día al 80% de rendimiento.

- Tiempo medio de asignación tiempo Estándar (Freivalds & Niebel, 2014)

2.1.1 Cálculo de capacidades y requerimiento

La actividad que se proyecta con los aprendices es:

“En una empresa de confección se desea realizar el montaje de un módulo de producción de una camiseta femenina (Gráfica 2), cuello redondo con sesgo en escota, manga corta.”

Una vez analizada la demanda de las camisetas femeninas la empresa pronostica que para cumplir con el mercado debe producir como mínimo 4100 unidades diarias.

Teniendo en cuenta que el empresario decide:

Gráfica 2. Plano Camiseta Femenino



Fuente: Ficha Técnica Centro Logístico, Sena, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Bogotá.

1. El sistema de producción deberá ser modular, con máquinas enfrentadas.
2. Se trabajará con una sola Jornada de 480 min.
3. Se le restará a la jornada para el cálculo de la capacidad de producción 5 min de pausas activas.
4. Se le restará a la jornada para el cálculo de la capacidad de producción 15 min de refrigerio.
5. La tela y el sesgo es en composición Algodón 92% Elastano 8%, tejido de punto, referencia Jersey lycra

2.2. Modulo B

Para el segundo módulo tendremos condiciones iniciales mostradas en la tabla 4:

Objetivo: Realización de Balanceo Modular con máquinas enfrentadas, asignando cargas de

trabajo a colaboradores, realizando el layout de la maquinaria, y diagramando el flujo de operacional en el plano del módulo

2.2.1 Balanceo Modular sistema de producción

Descripción: El competidor debe tomar los resultados obtenidos del Módulo A, y junto con la ficha técnica realizará:

- Plano de Maquinaria a Utilizar, teniendo en cuenta que es un sistema modular de máquinas enfrentadas:

En la Figura 2, se muestra el sistema de producción modular propuesto:

Actividad proyectada para el este módulo:

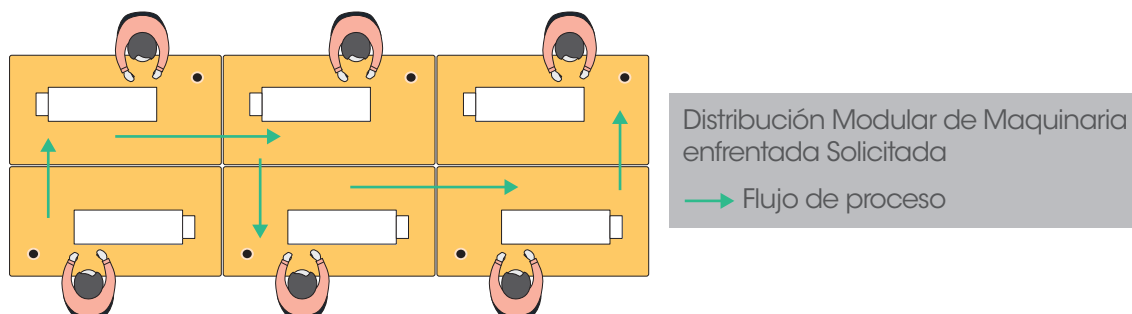
Después de un estudio de métodos previo se obtuvo la información que se presenta en la Figura 3, ruta operacional de la prenda:

Tabla 4. Condiciones iniciales del módulo B

Título del módulo	Realización de Balanceo Modular con máquinas enfrentadas.
Tiempo máximo	30 minutos
Día de prueba	1
Porcentaje	70%

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Sistema de producción modular



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Ruta operacional Camiseta Femenino

Descripción	Máquina	SAM	
ESPALDA			
1	Fijar Talla Escote Espalda	PL1A	0,15
ENSAMBLE			
2	Unir Primer Hombro	FL3H	0,25
3	Sesgar Escote Contorno	CLL 1/8 Fld	0,55
4	Unir Segundo Hombro	FL3H	0,35
5	Pegar Mangas	FL3H	0,94
6	Cerrar Lados Manga Larga	FL3H	1,2
7	Atracar Escote en "V"	PL1A	0,35
8	Dobladillar Mangas	CLL 1/8	0,8
9	Dobladillar Ruedo	CLL 1/8	0,55
10	Presillar Sesgo x 1	PL1A	0,2
11	Revisar Prenda	MO	0,45

FRENTE



Fuente: Ficha Técnica Centro Logístico, Sena, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Bogotá.

3. Prueba

Este proyecto prueba será evaluado por Juzgamiento y Medición con un total de 2 criterios y 12 Sub criterios, los cuales se encuentran asociados en el documento descriptivo técnico

3.1 Criterios de Evaluación Modulo A

Nombre del Criterio:

MODULO 1- Cálculo de capacidades y requerimientos de personal y maquinaria teniendo en cuenta restricciones, valor ponderado 30 puntos

Para esta prueba se tendrá en cuenta 6 sub criterios (Aspect – Descriptions), de los cuales el tipo de metodología de medición puede ser M = Medición, en donde se busca evaluar si cumple:

- Si o No
- Rangos
- Descuentos por error, y

medición por Juzgamiento = J, donde se evalúa si:

- 0: Por debajo de los estándares de la industria.
- 1: Cumple con los estándares de la industria
- 2: Cumple con aspectos específicos y excede algunos estándares de la industria.
- 3: Cumple por completo y por encima de los estándares de la industria y se juzga como excelente.

Para que los aspectos del módulo A evaluados sean claros, se realiza una descripción adicional del criterio o descripción adicional del juicio (Extra Aspect Description OR Judgement Score Description), como se muestra en la tabla 5.

3.2 Criterios de Evaluación Modulo B

Nombre de Criterio:

MODULO 2 - Realización de Balanceo Modular con máquinas enfrentadas, valor ponderado 70 puntos.

Tabla 5. Tabla WorldSkills Standards Specification modulo A									
Subcriterio Nombre o descripción	Day of Marking	Aspect	Aspect / Description	Extra Aspect Description (Meas or Judg)	Requirement	WSOS	Calculation Row	Max Mark	
Cálculo de capacidades y requerimientos de personal y maquinaria teniendo en cuenta restricciones	1	M	Análisis de la prenda Diagrama Operacional	* Identifica las operaciones que intervienen el sistema de producción modular. * Realiza Diagrama de procesos de operaciones identificando correctamente actividades predecesoras y sucesoras	SI O NO	1		2.0	
		M	Cálculo de Requerimientos de personal según necesidades del pedido	* Calcula Minutos necesarios de producción día, según requerimientos del pedido y SAM * Determina números de colaboradores con rendimiento del sistema al 100% * Determina números de colaboradores con rendimiento del sistema al 75% * Determina número de maquinaria total requerida en el módulo de fabricación.	SI O NO	2		2.0	
		M	Cálculo de Requerimientos de maquinaria según necesidades del pedido	* Determina número de maquinaria requerida por tipo de puntada en el módulo de fabricación.	SI O NO	2		4.0	
		M	Cálculo de producción Efectiva	* Identifica Referencia de Aguja, Calibre de Aguja, tipo de punta de aguja para el material a utilizar en la prenda	Descuenta por error 0,5	2		4.0	
		M		* Determina número de unidades al 80% día	SI O NO	1		2.0	
		M	Determinación del tiempo medio	* Identifica tiempo medio para asignación de cargas de trabajo por colaborador	SI O NO	1		2.0	
		M	El documento correspondient e al Módulo A es presentado de forma legible, organizada y aseada.	* (-0,5): si no es "Legible" implica que la información consignada en el documento se puede entender y comprender sin dificultad; (-0,5): si la información contenida no es "Organizada" indica que el contenido del documento debe estar estructurado y ordenado de manera lógica, facilitando su lectura y comprensión, (-0,5): si el documento entregado no está "Aseado" se refiere a que el documento debe estar limpio, sin manchas, arrugas o desorden que puedan dificultar su presentación y lectura.	DESCUENTA POR ERROR 0,5	1			

Fuente: WorldSkills Standards Specification especificaciones autor

Fuente: WorldSkills Standards Specification, especificaciones autor.

Para que los aspectos del módulo B evaluados sean claros, se realiza una descripción adicional del criterio o descripción adicional del juicio (Extra Aspect Description OR Judgement Score Description), como se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6. Tabla WorldSkills Standards Specification modulo B				
Realización de balanceo modular con máquinas enfrentadas.	Plano del modulo corresponde a un sistema modular. Asignación de Cargas de Trabajo	0 1 2 3	SI O NO	3 4 4 4
		Las asignaciones de maquinaria son óptimas para cada operación, maximizando la eficiencia; Distribuye de manera óptima la maquinaria, facilitando el flujo continuo y eficiente de las operaciones asignadas.		5.0
		No considera la minimización del movimiento de materiales y operarios; La distribución del espacio dificulta el flujo de operaciones y provoca cuellos de botella.		15.0
	Asignación Adecuada de Maquinaria	0 1 2	Realiza algunos esfuerzos para minimizar el movimiento, pero aún existen ineficiencias significativas; Hay limitada consideración sobre la disposición del espacio, afectando el flujo operativo.	4 4 4
	Minimización del movimiento de materiales y operarios	3 0 1	Minimiza en gran medida el movimiento de materiales y operarios, pero aún existen áreas de mejora; La mayoría de las áreas de trabajo están bien diseñadas, pero hay algunas áreas de mejora.	4 15.0 5.0
		2 3 0	Distribución de maquinaria que minimiza al máximo el movimiento de materiales y operarios, optimizando el flujo de trabajo; El diseño del espacio optimiza el flujo de operaciones y minimiza los desplazamientos innecesarios.	4 1 0.5
	Flexibilidad y adaptabilidad de la distribución	1 2 3	La distribución de maquinaria no es flexible ni adaptable a cambios en las operaciones o flujos de trabajo; La falta de flexibilidad dificulta la adaptación a cambios en la demanda o en el proceso de fabricación.	
	El documento correspondiente al Modulo B es presentado de forma legible, organizada y aseada.		La distribución de maquinaria tiene poca flexibilidad y adaptabilidad a cambios en las operaciones o flujos de trabajo; Muestra alguna flexibilidad, pero con dificultades para realizar ajustes rápidos.	
			La distribución de maquinaria es moderadamente flexible y adaptable a cambios en las operaciones o flujos de trabajo; Es capaz de adaptarse a cambios, aunque puede haber demoras en la reconfiguración.	
			Altamente flexible, realiza ajustes rápidos y efectivos ante cambios imprevistos; La distribución de maquinaria es altamente flexible y adaptable, pudiendo ajustarse fácilmente a cambios en las operaciones o flujos de trabajo.	
			(-0.5): si no es "Legible" implica que la información consignada en el documento se puede entender y comprender sin dificultad; (-0.5): si la información contenida no es "Organizada" indica que el contenido del documento debe estar estructurado y ordenado de manera lógica, facilitando su lectura y comprensión, (-0.5): si el documento entregado no esta "Aseado" se refiere a que el documento debe estar limpio, sin manchas, arrugas o desorden que puedan dificultar su presentación y lectura.	

Fuente: WorldSkills Standards Specification, especificaciones autor.

4. Aplicación Prueba 1

Para la aplicación de la prueba se tiene en cuenta que a cada competidor se le serán suministrados los materiales listados en la Tabla 7, para el desarrollo de cada módulo de competencia:

4.1 Análisis de Resultados Prueba 1

Una vez terminada la prueba los resultados alcanzados por cada criterio se muestran en la Gráfica 2.

En el grafico se observa que de 100 puntos posibles el aprendiz 4 tiene el mayor puntaje con 84 puntos, sin embargo, la media del grupo en general es de 26 puntos que se ve representada con la línea marajá, estan-

do este resultado 24 puntos por debajo de la media de puntos de la prueba que son 50 puntos, por lo que se puede definir que el grupo en general se encuentra por debajo de la media de la prueba, siendo un resultado deficiente para esta habilidad.

4. 2 Sensibilización a aprendices

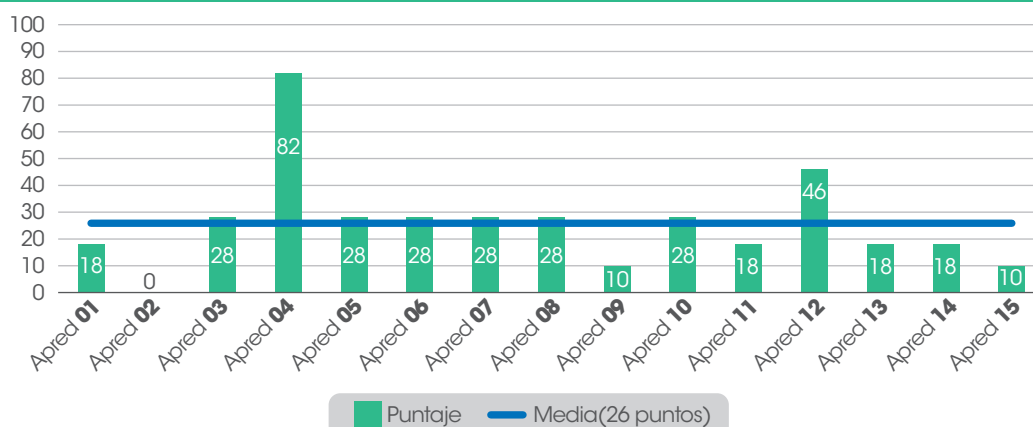
Se realiza la presentación de resultados al grupo y se hace énfasis en los criterios en los cuales se tuvieron más fallas, posterior a esto se realiza un refuerzo de los temas débiles y se fortalece el contexto de habilidad en escenarios reales, dado que la prueba la ser cronometrada busca un buen manejo de recursos que buscan la eficacia y eficiencia de los resultados.

Tabla 7. Materiales para el desarrollo de los módulos

Ítem	Cantidad	Material	Descripción
Hoja de papel blanco	2	Hojas bond	Tamaño Carta
Calculadora	1	Calculadora	Calculadora
Lápiz	1	Lápiz	Lápiz
Borrador	1	Borrador	Borrador
Minas	1	Minas	Minas
Taja lápiz	1	Taja lápiz	Taja lápiz
Silla	1	Silla	Silla
Mesa	1	Mesa	Mesa

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 2. Resultados Prueba 1



Fuente: elaboración propia.

4.3 Análisis de Resultados Prueba 2

Antes de iniciar la segunda prueba se toman los resultados de la primera y se realiza una retroalimentación y sensibilización sobre los temas débiles o con menor puntuación teniendo en cuenta cada criterio de evaluación, posterior a esta actividad, se procede a realizar la segunda prueba en la cual se obtienen los resultados que se muestran en el Grafico 3.

Los resultados que se muestran en la prueba 2, se ve una clara mejoría con relación a la primera ya que de los 15 aprendices solo 1 se encuentra por debajo de 50 puntos, que es la media de la prueba, y la media general es de 82 puntos, siendo 32 puntos por encima de la media, y teniendo un aumento de 56 puntos con referencia a la media grupal de los resultados de la prueba 1.

4.4. Encuesta de percepción de los aprendices sobre la metodología WorldSkills

Es importante no solamente conocer los resultados cuantitativos de las pruebas realizadas si no también determinar que percepción se obtiene por parte de los aprendices sobre la metodología utilizada y las actividades realizadas, es por esta razón que al finalizar la prueba, a través de una encuesta, se realiza un pregunta abierta a los

aprendices, buscando no delimitar una respuesta de bueno o malo, si no llevándolos a una opinión personal del aporte recibido.

Como respuesta dando la opción de “si” o “no” aporta la actividad a la formación, se obtiene un “si” en el 100% de los aprendices, con los siguientes comentarios más relevantes:

“Si, considero que nos ayuda a implementar de forma ágil lo aprendido a lo largo de los trimestres pasados”

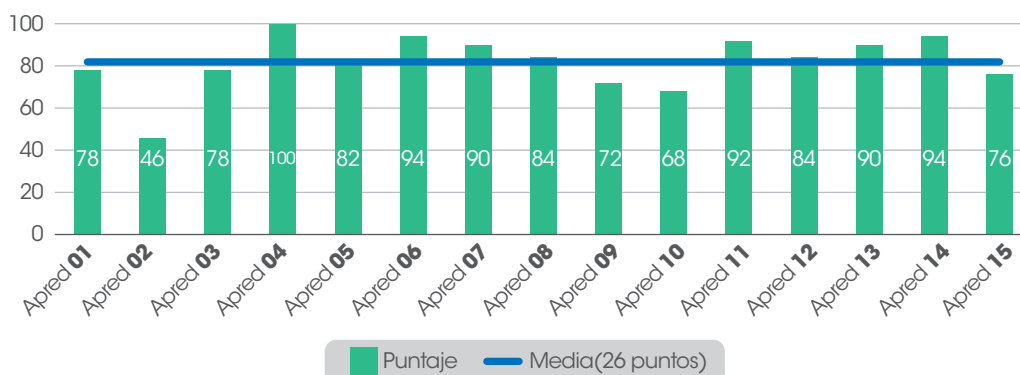
“Es una muy buena propuesta de aprendizaje ya que está presión de tiempo la vamos a experimentar en un puesto de trabajo en mi opinión es una actividad de mucha retroalimentación”

“mi aporte es que hay una mejora en la evaluación respecto a que me siento más seguro y que entiendo mejor el balanceo ya que me prepare mejor”

“Si porque con ese tipo de prácticas nos reta a esforzarnos más y a organizar de manera ordenada nuestros pensamientos actitudes aptitudes”

“Solo felicitarles por estos ejercicios porque he reforzado muchas fórmulas y reconocer mis falencias”

Gráfica 3. Resultados prueba 2



Fuente: elaboración propia.

“Si, ayuda a mejorar y fortalecer el trabajo bajo presión.”

“la experiencia me ha parecido muy bueno, ya que afianzo mis conocimientos y puedo evaluar lo aprendido a este nivel de trimestre gracias”

“creo que si aporta, nos ayuda a afianzar conocimientos para nuestra profesión”

“Maravillosa, aporta mucho a la formación. Este tipo de actividades debería hacerse con más frecuencia, ya que lo exige a uno como aprendiz a estar siempre listo, tanto en apuntes como en estudiar los temas vistos y adicionalmente a no faltar a la formación.”

“si por que de alguna u otra manera nos reta a mejorar las falencias que tenemos”

5. Discusión

En los resultados de la prueba 2 se observa una clara mejora de los puntajes obtenidos, esto a causa de una mejor comprensión de la prueba en su forma, pero mucho más importante en la sensibilización realizada, en la cual los aprendices contextualizaron con mayor precisión la habilidad y pudieron enfocar mejor sus habilidades de resolución de problemas utilizando la capacidad de analizar datos, identificar problemas potenciales y proponer soluciones

Referencias

- Cruelles, J. (2018). *Mejora de Métodos y Tiempos de Fabricación*. México D.F., México: Alfaomega Grupo Editor.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2016). *Organización de la producción y dirección de operaciones: sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid, España: Ediciones Diaz de Santos.
- Freivalds, A. y Niebel, B. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México D.F., México: Editorial Mac Graw-Hill.

Por lo anterior observamos que la utilización de este tipo de estrategias tiene una gran aceptación por parte de los aprendices, pues reta sus habilidades y los acerca al contexto laboral, además de reforzar su pericia en criterios importantes de la competencia “*Efectuar el balanceo de línea y asignación de cargas de trabajo, de acuerdo con la capacidad productiva de la empresa.*”

6. Conclusiones

La metodología *WorldSkills* se muestra como una herramienta eficaz para la apropiación de habilidades técnicas del programa de formación evaluado, puesto que permite acercarlos a contextos reales en los cuales se tendrán que desempeñar en un entorno laboral.

La formación por proyectos del SENA, la cual se basa en el aprendizaje basado en problemas va alineada con las estrategias metodológicas *WorldSkills*, dado que cada uno de sus criterios muestran un reto en el cual los aprendices se enfrentan a solucionar problemas y que permite que ellos tengan un rol activo en su aprendizaje a partir de la planeación, análisis y desarrollo de actividades concretas.

La respuesta de los aprendices a este tipo de metodologías es positiva, dado que permite retarlos con criterios que se acercan a sus entornos laborales y permiten generar espacios contextualizados que generan un fortalecimiento de conocimientos de habilidades claves

- Gaxiola, J. A. y Patrón Meza, D. I. (2017). Formación para el trabajo a través de competencias transversales. En, CINAIC (Ed.). *IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad-CINAIC* (pp. 492 - 496). Sonora, México: Instituto Tecnológico de Sonora, México. https://doi.org/10.26754/CINAIC.2017.000001_103
- Heredia Álvarez, J. (2004). *La gestión de la fábrica: Modelo para mejorar la competitividad*. Madrid, España: Ediciones Diaz de Santos.
- Internacional, W. (2024). *WorldSkills Internacional*. <https://worldskills.org/>
- International, W. (2020). *Standards Specifications for Skills*. <https://www.worldskills.org>
- Pardo Gutiérrez, M. A. y Fajardo Buitrago, J. (2022). Determinación de algoritmos de producción, para el control de la producción en confección. *Innmoda Lab*, 5, 17 -23. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/3757>
- Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA. (2020). *Normas de Competencia Laboral*. <https://www.sena.edu.co/es-co/Empresarios/Paginas/competenciasLaborales.aspx>



 PROMPT

"Imagina una ilustración hiperrealista de un grupo de abejas humanizadas programando en un computador dentro de un aula de clase que se parezca a una colmena. Estilo Kawaii. Colores: amarillo, ocre, naranja, marrón, blanco y azul."

Imagen retocada digitalmente usando Adobe Photoshop a partir del resultado generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3

CRÓNICA PEDAGÓGICA

Snap; Una herramienta pedagógica para enseñar sobre nanotecnología en el Sistema Moda

María del Pilar Bonilla Moreno

Instructora, Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC- Distrito Capital, Bogotá D.C., Colombia. Magíster en Desarrollo de Software

✉ pilarb52@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6934-7764>

1. Introducción a la Nanotecnología en el Sistema Moda: ¡Una Herramienta Pedagógica en Snap!

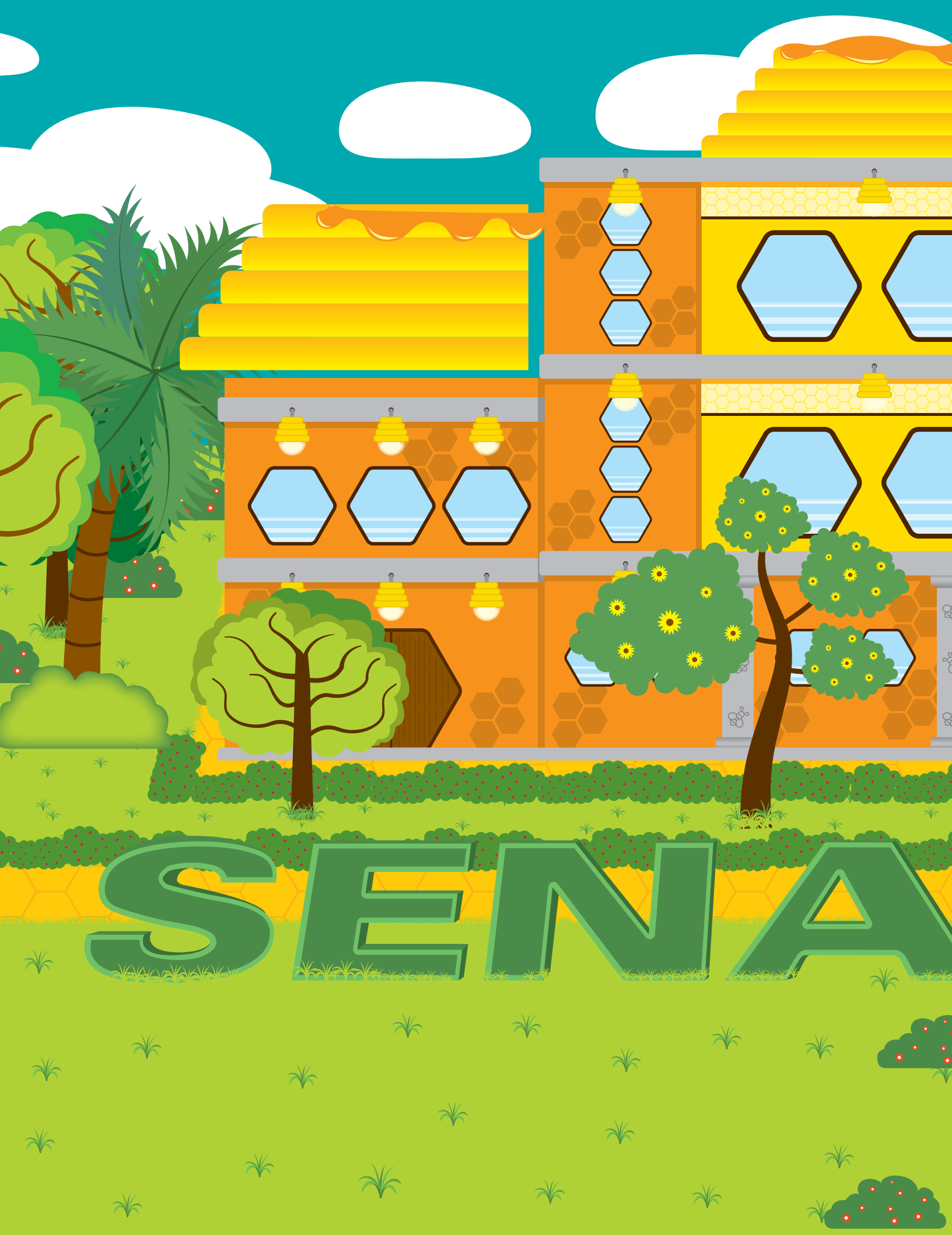
La nanotecnología ha tenido un avance importante desde sus albores en la década de 1960, llegando a ser una de las tecnologías más avanzadas de la actualidad, lo que significa que el siglo XXI será el siglo de la nanotecnología (Gurway & Tete, 2019). Su impacto ha sido significativo en diversas industrias, incluyendo el Sistema Moda; la comprensión del mundo micro y la funcionalización de los materiales textiles en pro de nuevas propiedades ha tenido un especial crecimiento durante el siglo XXI, lo cual ha despertado la curiosidad tanto de investigadores como de divulgadores. Esto es debido a que nos enfrentamos a una experiencia similar a la que se presentó con la invención del microscopio, descubriendo un mundo mucho más pequeño del que ya concebíamos, pero enorme en sus posibilidades. No obstante, las investigaciones relacionadas con el impacto ambiental de estos materiales funcionalizados son pocas; en este contexto de innovación y preocupación por el medio ambiente nace el proyecto “Introducción a la Nanotecnología aplicada al Sistema Moda”, una herramienta pedagógica desarrollada en respuesta a las necesidades del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Inno-

vacación (SENNOVA) del Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Distrito Capital, Bogotá – Colombia, en donde se explora desde una perspectiva interdisciplinar este problema.

2. El origen del proyecto y mi experiencia como docente

Este proyecto surgió a partir del proyecto de investigación “66-SGPS-12074-Evaluación del impacto ambiental y la descomposición de textiles con nano recubrimientos en el suelo”, con la finalidad de comunicar de manera efectiva los efectos de la nanotecnología a diferentes sectores. Como ingeniera de sistemas y docente del programa de Tecnología en Análisis y Desarrollo de Software, vi la oportunidad de involucrarme en esta iniciativa, aportando mi experiencia y contribuyendo a la creación de una herramienta educativa que facilitara el aprendizaje de conceptos esenciales en programación y lógica computacional.

A lo largo de mi trayectoria como docente, he observado que muchos aprendices enfrentan dificultades para entender y aplicar conceptos fundamentales de programación, por ejemplo, recuerdo a una aprendiz que al principio le costaba entender qué era un



SENA



Centro de Manufactura en
Textil y Cuero - CMTC

objeto y como podía aplicarlo en la vida real. Sin embargo, al utilizar herramientas como Snap, encontró la diversión en el proceso, lo que le brindó la confianza necesaria para aclarar sus dudas y progresar en temas como la creación de variables, estructuras condicionales, funciones y objetos. Estas dificultades se convierten en barreras que dificultan el desarrollo de habilidades clave en lógica de programación, lo que complica la transición a lenguajes más avanzados. Fue en este contexto donde decidí crear una herramienta educativa basada en Snap (UC Berkeley & SAP, 2024), una plataforma de programación visual que combina creatividad, aprendizaje lúdico y desarrollo técnico, facilitando la comprensión de estos conceptos de manera accesible y dinámica.

3. El desafío: simplificar conceptos complejos

Una de las principales barreras que los estudiantes enfrentan es la dificultad para entender la lógica computacional. Según (Gómez Rodríguez, González Fernández, & Aceves Aldrete, 2024), el pensamiento computacional se concibe como un procedimiento que

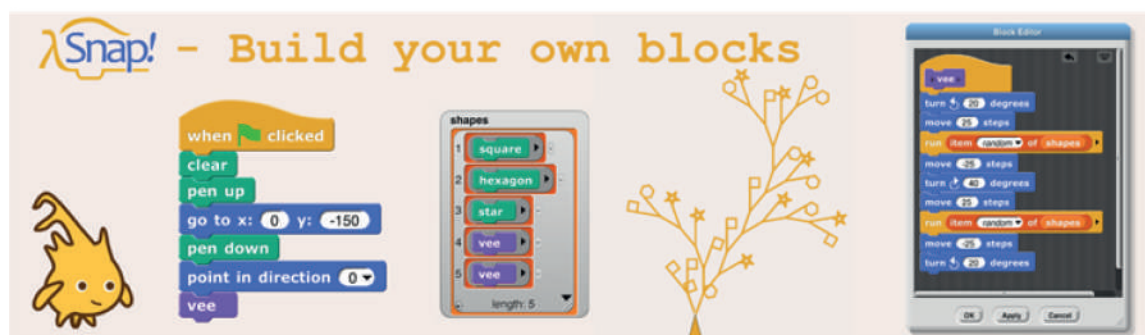
permite resolver tareas en donde el problema a resolver debe ser abstraído y descompuesto en bloques mediante la lógica, el razonamiento, la imaginación y la creatividad.

Ahora bien, muchos estudiantes de educación superior tienen problemas para estructurar sus ideas de manera algorítmica, lo que complica su transición a lenguajes más tradicionales. Sumado a esto, conceptos abstractos como la programación orientada a objetos (POO), que incluyen, entre otros, las clases, objetos, herencia, etc. resultan difíciles de comprender sin un marco de referencia previo. Las herramientas tradicionales, como los diagramas de flujo de datos (DFD) son utilizadas para visualizar procesos en un sistema de información y no brindan la interactividad necesaria para captar el interés de estudiantes visuales o kinestésicos, sin embargo, Snap es un entorno de programación visual interactivo que busca enseñar de forma lúdica.

4. Snap! como solución educativa dinámica

Snap! surgió como la solución ideal para superar estos obstáculos. Esta plataforma per-

Figura 1. Esquema de programación pro bloques de Snap!.



Nota. Recuperado de <https://snap.berkeley.edu/>

Fuente: elaboración propia.

mite enseñar programación de manera visual, dinámica y práctica, con un enfoque entretenido que facilita la introducción de conceptos de POO y lógica computacional. Los estudiantes interactúan directamente con el código, lo que hace que el proceso de aprendizaje sea más accesible y atractivo (Figura 1).

5. Desarrollo de habilidades y creatividad

Una de las mayores ventajas de Snap! es su capacidad para fomentar la creatividad y el pensamiento crítico de los estudiantes. A través de actividades interactivas, los alumnos pueden modificar escenarios, personajes y elementos del código, lo que les permite proponer nuevas soluciones a los desafíos que se les presentan. Esta dinámica no solo facilita la enseñanza de la programación, sino que también permite que los estudiantes reflexionen sobre el uso responsable de la nanotecnología.

Desde mi experiencia como docente, he observado que muchos estudiantes llegan con grandes expectativas, pero pronto se enfrentan a las dificultades inherentes al aprendizaje de la programación. La lógica computacional, los algoritmos y la resolución de problemas complejos pueden resultar abrumadores al principio, lo que desanima a algunos. Sin embargo, aquellos que perseveran descubren que la programación es mucho más que una habilidad técnica; es una forma de pensar y resolver problemas que abre diversas puertas, no solo financieras, sino también creativas y profesionales. Por lo tanto, más allá de la promesa de riqueza, programar puede ser una herramienta transformadora para aquellos dispuestos a recorrer el camino con paciencia y compromiso.

Conclusión

¿Si programo, seré rico? Reflexiones sobre la realidad del programador

Uno de los mitos más comunes sobre la programación es la creencia de que aprender a programar garantiza la riqueza (RRHH Digital, 2023). Si bien la demanda de programadores ha aumentado (Portafolio, 2024), especialmente en áreas como la inteligencia artificial y las energías renovables, la realidad es que tener éxito en este campo requiere esfuerzo, dedicación y una constante actualización de conocimientos.

Ahora bien, herramientas pedagógicas como la desarrollada en Snap, representa un avance significativo en la enseñanza de la nanotecnología y la programación. Al abordar las dificultades de los estudiantes con soluciones interactivas y accesibles, se establece una base sólida para el aprendizaje de conceptos técnicos y la sensibilización ambiental. Esta experiencia también me ha permitido reflexionar sobre la importancia de innovar en las estrategias pedagógicas, adaptándolas a las necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Este proyecto no solo es una excelente forma de introducir la nanotecnología, sino que también proporciona un entorno rico para el aprendizaje de la programación, promoviendo tanto habilidades técnicas como pensamiento crítico.

Este modelo puede replicarse en Educación Formal, Virtual o No Formal. Esta herramienta es útil para su implementación en escuelas, colegios y universidades, donde se puede explicar conceptos de programación de forma integrada a asignaturas como matemáticas, física, química y ciencias sociales por nombrar algunas.

Referencias

- Gómez Rodríguez, H., González Fernández, M. O., & Aceves Aldrete, C. E. (2024). La creatividad y pensamiento computacional: una experiencia de formación integral a través de talleres de robótica en universitarios. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28), e658. <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1901>
- Gurway, S., & Tete, P. (2019). Future of nanotechnology: An overview. *AIP Conference Proceedings* 2104, 030041-6. <https://doi.org/10.1063/1.5100468>
- Portafolio. (20 de Septiembre de 2024). *El mercado laboral exige cada vez más programadores en Colombia*. <https://www.portafolio.co/economia/empleo/como-esta-el-empleo-para-programadores-y-tecnologia-en-colombia-613782>
- RRHH Digital. (14 de Agosto de 2023). *La demanda de programadores se duplicará a lo largo de los próximos años*. <https://www.rrhhdigital.com/secciones/actualidad/159333/La-demanda-de-programadores-se-duplicara-a-lo-largo-de-los-proximos-anos/>
- UC Berkeley & SAP. (2024). *Snap! y Educacion en programación*. <https://snap.berkeley.edu/>



Este trabajo está bajo la licencia **Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional**

¿Cómo citar este artículo?

Bonilla Moreno, M. del P. (2024). CRÓNICA PEDAGÓGICA. Snap! Una herramienta pedagógica para enseñar sobre nanotecnología en el Sistema Moda. *Innmoda Lab*, (8), 160-166. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/7003>



PROMPT

"Crea un afiche en formato vertical, estilo ilustración hiperrealista, mujer afrodescendiente futurista de cuerpo completo con cabello rizado y rizos bien definidos y flores en su cabello, vestido amplio de flores alineada a la derecha sosteniendo una orquídea, fondo de ciudad futurista en un atardecer con zonas verdes y limpia, colores cálidos, amarillo, naranja, blanco y un poco de violeta, orientación vertical".

Imagen retocada digitalmente usando Adobe Photoshop a partir del resultado generado con COPILOT Tecnología Dall-e-3

STYLE LIFE **+ ROBOTS** | CREATEX 2024 Y EL FUTURO DEL SISTEMA MODA

Muy positiva y provechosa fue la participación del Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC- SENA Distrito Capital en el pasado CREATEX 2024 realizado entre el 7 y el 9 de mayo de 2024, en CORFERIAS, Bogotá D.C. Los asistentes al evento pudieron experimentar, de primera mano, cuáles son los procesos de aprendizaje en el SENA y las ventajas que tienen tanto para aprendices como empresarios, las metodologías de enseñanza y educación para el trabajo de nuestra institución. *Diana Mabel Acosta Poveda*, instructora encargada del Centro Logístico y Producción quien ha impartido formación en Operarios de Confección y Técnicos de Calidad, manifestó el valor agregado que tiene presentar ante los empresarios y comunidad interesada como los aprendices ejecutan su labor dentro de los entornos de aprendizaje, demostrando sus competencias y habilidades de manera diestra y competente; la instructora nos comentaba su experiencia:

Yo he participado en otras ferias donde las instituciones educativas, al preguntar por sus ofertas académicas, te pasan un Flyer con el código QR donde puedes ver los programas; pero si tú no sabes que significa cada nombre, y qué imparte el programa, poco te llama la atención. El traer a los chicos a la feria, y que los empresarios vean qué es lo que hacemos en el entorno de aprendizaje, es una forma muy efectiva de mostrar lo que nosotros hacemos, que se enamoren del proceso,



Aprendices en los módulos de Confección y Desarrollo de Colecciones para la Industria de la Moda.

teniendo una experiencia cercana y humana a nuestra institución.

Resaltó también el valor que tiene la participación de los aprendices en estos eventos de carácter público e internacional, pues es una herramienta idónea para crear sentido de pertenencia y les permite a los aprendices tener un contacto cercano con el sistema moda en Colombia. En este orden de ideas, *Jhonatan Arley Fajardo Buitrago*, instructor Líder del Programa de Supervisión en Procesos de Confección, resaltó el rol que desempeña la formación SENA en la industria de la moda, en especial la constante innovación que experimentan los programas de formación y el enfoque crítico y proactivo que los instructores inculcan en sus aprendices; respecto a esto dijo:

Yo le puedo decir a un coequipero “Maneje la máquina de confección, pero como puedo mejorar mi proceso productivo” o a un técnico “Identifique que se tiene que mejorar, pero también aplique”, a un tecnólogo “Innove, tome todos esos recursos y mejore todos esos procesos productivos en los cuáles nosotros estamos trabajando”; ese es un plus muy grande que nuestros programas de formación dan. Igualmente, nosotros utilizamos estrategias de formación dual con empresas, estamos en pro de la implementación de la estrategia Woldskills,

en donde nuestros aprendices aprendan a trabajar bajo presión, bajo planeación y totalmente estandarizados.

El instructor Fajardo presentó en la agenda académica “*Textile Talk*” la conferencia **“Eficiencia, innovación y circularidad: el papel de la MIP y PTP en la industria textil”** en donde resaltó la importancia de la planeación en la industria de la moda y cómo la Metodología MIP es una herramienta muy eficaz para coordinar y mejorar los procesos productivos, basándose en cuatro fases:

- **Mejora de la eficiencia operativa.** Cómo incentivar el trabajo eficiente en los co-equiperos.
- **Fomentar la innovación.** Cómo con los recursos que se cuentan se pueden generar elementos que me permitan garantizar la calidad y la eficacia de mis productos.
- **Impulsar el desarrollo sostenible.** Cómo optimizo los recursos y los desperdicios que me genera el proceso productivo, y cómo potencializar la renovación de productos y/o la creación.



Presentación de la conferencia “Eficiencia, innovación y circularidad: el papel de la MIP y PTP en la industria textil” por parte del instructor Jhonatan Arley Fajardo Buitrago.



Stand CREATEX 2024 del Centro de Manufactura en Textil y Cuero -CMTC- SENA Distrito Capital, Bogotá D.C.

- **Incrementar la competitividad.**
 Cómo podemos implementar alianzas entre empresas, para que nuestros procesos productivos, nuestros procedimientos, nuestros departamentos surjan y sean más competitivos a nivel nacional e internacional.

Finalmente, en su conferencia enfatizó dos temas de vital importancia para la industria textil colombiana: (1) la estandarización y planeación, y (2) la sostenibilidad; la primera refiere a poder calcular todos los pormenores del proceso productivo, estar preparados para poder resolverlos con eficiencia, asegurando la calidad de producto y a satisfacción del cliente. La segunda, menciona el Instructor, es un verdadero reto tanto en Colombia como en el mundo, pues se trata de idear cadenas de producción circulares que guíen hacia la reutilización de los insumos, la disminución del impacto ambiental y la fabricación de productos de mayor durabilidad, en sus palabras:

Hacer productos que sean duraderos, pues la mejor manera de construir, desde mi punto de vista, es cuando los hacemos durables. Pensar cuando su vida útil finalice, como recuperamos esa prenda. Tenemos, por ejemplo, complementarias donde tomamos nuestra prenda, hacemos nuevos diseños, recuperamos el producto, lo reparamos y le damos nueva vida.

La innovación y la investigación tuvieron cabida en el Stand SENA, contando con la participación del **Grupo de Investigación INNMODA – SENNOVA**, quienes presentaron a los asistentes sus prototipos de experimentación, entre los cuales destacamos los *textiles funcionalizados con nanopartículas*, materiales que se han recubierto de compuestos químicos a escalas muy diminutas (una millonésima parte de un milímetro) brindándoles funciones especiales a telas comunes que, usualmente, no tendrían esas características; por ejemplo, se recubrieron con nanopartículas de Sílice fibras de algodón, brindándole una función hidrófoba, es decir, repelente al agua que también la hace antifuído. Se puso a disposición el repositorio



De izquierda a derecha: (1) prototipos realizados a partir de fibras naturales tejidos con colorantes naturales de aguacate, mora, entre otros. (2) Ediciones de la revista Innmoda Lab.

de fibras naturales y experimentación con colorantes naturales, el cual consiste en un extenso catálogo de fibras textiles usadas por comunidades de artesanos y obtenidas con medios de producción tradicionales, como también expone la exploración con *métodos de tintura tradicionales*, para entender su funcionamiento y hacerlos más eficientes, entre los cuales se encuentran prototipos de colorantes a partir de café, pollo, mora y aguacate.

Además de adelantos en investigación en textiles, el grupo presentó sus prototipos de calzado, donde destaca el *uso de impresoras 3D para la construcción de modelos y hormas* usados en los ambientes de aprendizaje; también un *modelo de calzado anti punzón* basado en un fluido no newtoniano que, gracias a sus características, resiste con eficiencia la agresión de un agente externo, pero con presiones suaves sigue siendo flexible y confortable. Por otro lado, se expuso un *modelo de zapato de alta confortabilidad* resultado de un proceso de investigación donde se estudiaron los puntos de presión en el uso concluyendo que, en definitiva, los zapatos tenis son los más cómodos para labores que exijan al trabajador estar mucho tiempo de pie. Finalmente, cabe destacar que el anterior prototipo se hizo con población que trabaja en el sector salud (para uso hospitalario) por lo que el prototipo se vio funcionalizado en su material con nanopartículas de plata, las cuales le brindan una acción antimicrobiana.

De igual forma, tuvo participación el **Laboratorio de Aseguramiento en Calidad Textil -CMTC-** quienes pusieron a disposición de los asistentes algunas de las pruebas que realizan, como el conteo de fibras textiles usando microscopio, prueba de repelencia al agua, prueba de fijación del color, entre otros. El interés de los asistentes se vio traducido en su inscripción tanto a los Semilleros de Investigación INNMODA-SENNOVA (estrategia la cual busca incentivar la curiosidad científica y su aplicabilidad tanto en

aprendices como en instructores y empresarios) así como en el evento de *“Puertas Abiertas” del laboratorio, realizado entre el 20 y 25 de mayo de 2024*, donde los asistentes pudieron conocer las áreas de especialización y presenciar demostraciones de procesos y pruebas.

Ana María Muñoz, Dinamizadora SENNOVA, presentó la conferencia **“Entre telas y algoritmos, explorando la IA en el sistema moda”**, en donde mostró aplicaciones novedosas de la Inteligencia Artificial en todas las fases del sistema moda. Si bien suele pensarse que la aplicación de esta vanguardia tecnológica se restringe a la visualización de prendas y colecciones, la IA tiene amplias aplicaciones en todos los ámbitos, incidiendo en áreas de branding, diseño de producto, comercialización, manejo de datos o “Big Data”, producción y, por supuesto, diseño y visualización. Así pues, lo que la expositora llamó la “Quinta revolución industrial” presenta grandes ventajas para la industria de la moda en Colombia y el mundo, facilitando los procesos de innovación y disminuyendo los costes del mismo, en especial para países que se encuentran en desventaja tecnológica. Ana María comentaba:

Desde que surgió la cuarta revolución industrial, y ahora en la quinta con el surgimiento y auge de las IA, Colombia tiene una ventaja muy grande, y es que cualquier empresa que esté en la 1, 2 o 3 revolución puede saltar a la última. En ese sentido, Colombia que es un país que aún le falta invertir mucho en tecnologías y en talento humano, puede avanzar con menos dificultad. Yo lo veo muy posible, pues no es necesario invertir grandes cantidades de capital en infraestructura, en equipos, en tecnologías; con la IA se pueden generar muchas cosas, y sin comprometer grandes cantidades de dinero, que es el problema de la industria nacional; considero que la Inteligencia Artificial es una gran oportunidad para el sector.

Uno de los grandes cambios que trae la aplicación de la IA en el sistema moda es un fenómeno que la expositora llama “La personalización masiva”, es decir, la posibilidad del usua-

rio final para editar las prendas que se le ofrecen según sus criterios de gusto y usabilidad (como las tallas, y otras condiciones específicas). En su conferencia mostró algunos ejemplos de desarrollos hechos por grandes marcas que apuntan hacia este nuevo escenario de uso, como espejos interactivos donde la persona puede visualizar una prenda y personalizarla, vestidos interactivos y chaquetas técnicas donde se puede interactuar con los colores de la marca e, inclusive, juegos como *Fashion Vers*, en donde se pueden diseñar outfits los cuáles también se pueden calificar. Todas estas posibilidades le permiten al usuario participar en el diseño de sus prendas, pero también son una poderosa herramienta que las empresas usan para determinar las tendencias partiendo de la fuente directa, es decir, sus compradores.

La IA presenta un nuevo mundo donde la interacción humano-máquina es mucho más compleja y cotidiana que en el pasado, lo cual significa para el Sistema Moda, y la sociedad en general, retos importantes a la hora de implementarlos. El más importante es la capacitación y comprensión de la misma, por lo que se debe adelantar una labor pedagógica en los distintos escenarios tanto académicos como productivos, lo cual disminuye la ansiedad y el temor que genera el desconocimiento. Para Ana María, la Quinta revolución industrial podría ser la materialización de un sueño perseguido hace siglos, y es la liberación del ser humano de las tareas repetitivas, y la posibilidad que esto tiene para crear e innovar. Ella nos mencionó:

El futuro de la interacción humano-máquina, lo veo provechoso; la automatización no se planteó para que el ser humano fuese reemplazado por una máquina, sino para ayudar a ese individuo a mejorar las tareas que hace a diario, quizá en labores repetitivas, las cuales cansan a las personas, la frustra, y también se generan accidentes y otras afecciones mentales; pienso que la IA puede ayudarnos en muchos trabajos que podemos hacer a diario, y que el humano se dedique a otras cosas que lo hagan feliz. Hemos sido criados en una mentalidad de rutina que nos entrena para trabajar en una fábrica, y así nos hemos formado du-

rante muchas décadas. Quizá esta sea la oportunidad de que, tal vez, nos dejemos ayudar por una máquina y empecemos a optimizar nuestro tiempo, a aprender cosas nuevas, y ser más felices.

Nuestra participación en el CREATEX 2024 permitió reafianzar y establecer las visiones de futuro del Sistema Moda desde el punto de vista de la producción, la innovación, la investigación y la formación para el trabajo. En definitiva, la IA nos permite un amplio abanico de posibilidades en lo que refiere a la innovación y facilita su ejecución debido a la facilidad de inversión,



Presentación de la conferencia "Entre telas y algoritmos, explorando la IA en el sistema moda" por parte de la Dinamizadora SENNOVA Ana María Muñoz.

pero es fundamental una educación en todos los roles (instructores, aprendices, empresarios y usuarios) que integran el sistema Moda, debido a su complejidad y, por ahora, parcial desconocimiento. Pese a ya estar viviendo un escenario futurista que, hasta hace unos años era impensable, los adelantos tecnológicos de la quinta revolución industrial nos demuestran, una vez más, la importancia del individuo como impulsor de creatividad y calidad de vida, por lo que el contacto humano y el rescate de las tradiciones se convierten en un aspecto fundamental en este gran cambio que estamos experimentando. Finalmente, y muy ligado a lo anterior, está la importante necesidad de desarrollar modelos de producción sostenibles y circulares, que sean

conscientes del impacto ambiental del Sistema Moda sobre los ecosistemas y permitan una relación más amigable con nuestro entorno.

Agradecemos a la Dirección General del Sistema Nacional de Aprendizaje -SENA- y a la Subdirección del CMTC por facilitar nuestra participación en este evento, así como a los organizadores del CREATEX 2024 por su diligente gestión logística y apoyo durante la realización del mismo. También a nuestros colaboradores (instructores, aprendices, personal administrativo y logístico) quienes estuvieron siempre al tanto de la atención. Finalmente, agradecimientos especiales a todos los interesados en el Stand SENA quienes se vincularon en las distintas actividades y servicios que ofrecimos para ustedes.



Diana Mábel Acosta Poveda

Instructora SENA CMTC

Diseñadora de Modas y Textiles, Universidad del Área Andina; Técnica en Diseño, Escuela de Diseño y Mercadeo de Moda Arturo Tejada Cano; Tecnóloga en Confección, SENA; Especialización en Gerencia de Diseño, Jorge Tadeo Lozano.



Jhonatan Arley Fajardo Buitrago

Instructor SENA CMTC

Ingeniero de producción de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; ha publicado artículos académicos enfocados a la optimización de los procesos productivos e implementación de la dinámica LEGO para la formación de nuestros técnicos y tecnólogos.



Ana María Muñoz

Dinamizadora SENNOVA CMTC

Ingeniera Química, Magister en Ingeniería, Materiales y Procesos, y Candidata a doctora en Ingeniería Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.



Este trabajo está bajo la licencia **Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional**

¿Cómo citar este artículo?

Revista Innmoda Lab (2024). Style, Life + Robots. CREATEX 2024 y el futuro del Sistema Moda. *Innmoda Lab*, (8), 167-174. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innlab/article/view/7004>

**JUAN CARLOS ILLERA BEDOYA**

Diseñador gráfico, Universidad del Valle, Cali – Colombia. Especialización Tecnológica en Ilustración Creativa, Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Valle del Cauca.

**EDITH JOHANNA DÍAZ CAÑAS**

Ingeniera Química, Universidad Industrial de Santander; Especialización Tecnológica en Gestión de Laboratorios de Calibración y Ensayo. Norma 17025, SENA. Maestría en Innovación, Fundación Universitaria del Área Andina.

**BRIAN DANIEL UYAZAN OVIEDO**

Diseñador Industrial, Tecnólogo en Diseño de Calzado y Marroquinería.

**JUAN DAVID NIÑO LIZCANO**

Ingeniero químico, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga – Colombia; Magíster en Innovación, Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá – Colombia.

**CARLOS ARTURO TAPIA LASSO**

Especialización en Gerencia informática, Corporación Universitaria Remington, Bogotá – Colombia.

**BLANCA AURORA CAÑAS MEDINA**

Maíster en Dirección de Recursos Humanos, Barcelona. España.

**DORIS AMPARO BABATIVA NOVOA**

Doctorado en Psicología, Universidad Católica de Colombia, Bogotá – Colombia; Maestría en Docencia, Universidad de La Salle, Bogotá – Colombia; Psicóloga, Universidad Católica de Colombia, Bogotá – Colombia.

**BRIAN MAURICIO MÁRQUEZ**

Ingeniero Industrial, Unidad Central del Valle del Cauca, Tuluá – Colombia; Tecnólogo en Gestión de Mercados, Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá – Colombia; Especialización Tecnológica en Procesos Pedagógicos de la Formación Profesional, Centro de Electricidad y Automatización Industrial (C.E.A.I), Cali – Colombia.

**EDWIN MANUEL REYES BARRETO**

Magíster en Mercadeo, Universidad Libre, Bogotá – Colombia; Especialización en Mercadeo, Universidad Libre, Cali – Colombia; Especialización Tecnológica en Talento Humano Educación, Servicio Nacional de Aprendizaje, Bogotá – Colombia; Economista, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

**ANDRÉS FELIPE MARROQUÍN PAVA**

Gerente General en Mercapava S.A., Pradera, Colombia.

**DIANA CATALINA VANEGAS ANDRADE**

Licenciada en Química, Magíster en plantas Medicinales, Grupo de investigación: INNMODA CMTC.

**ANGÉLICA MARGOTH QUIROGA BARRETO**

Ingeniera Química, Especialista en Dirección de Proyectos, Magíster en Dirección y Administración de Empresas; Grupo de investigación: INNMODA CMTC.

**ANA MARÍA MUÑOZ GONZÁLEZ**

Doctora en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales.

**MARÍA DEL PILAR BONILLA MORENO**

Magíster en Desarrollo de Software.



INNMODA LAB

PUBLICA TU ARTÍCULO

en nuestra
Edición 9 - 2025

Consulta nuestra **Guía de autores** y conoce todos los requisitos para que puedas dar a conocer tu **experiencia creativa e investigativa** en la única revista académica en Colombia dedicada exclusivamente al Sistema Moda.

Conoce más en:
<https://cutt.ly/ceyHChOW>



revistainnmoda@gmail.com

innmoda_cmtc

sennova_cmtc



SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



**Centro de Manufactura
en Textil y Cuero**
Regional Distrito Capital