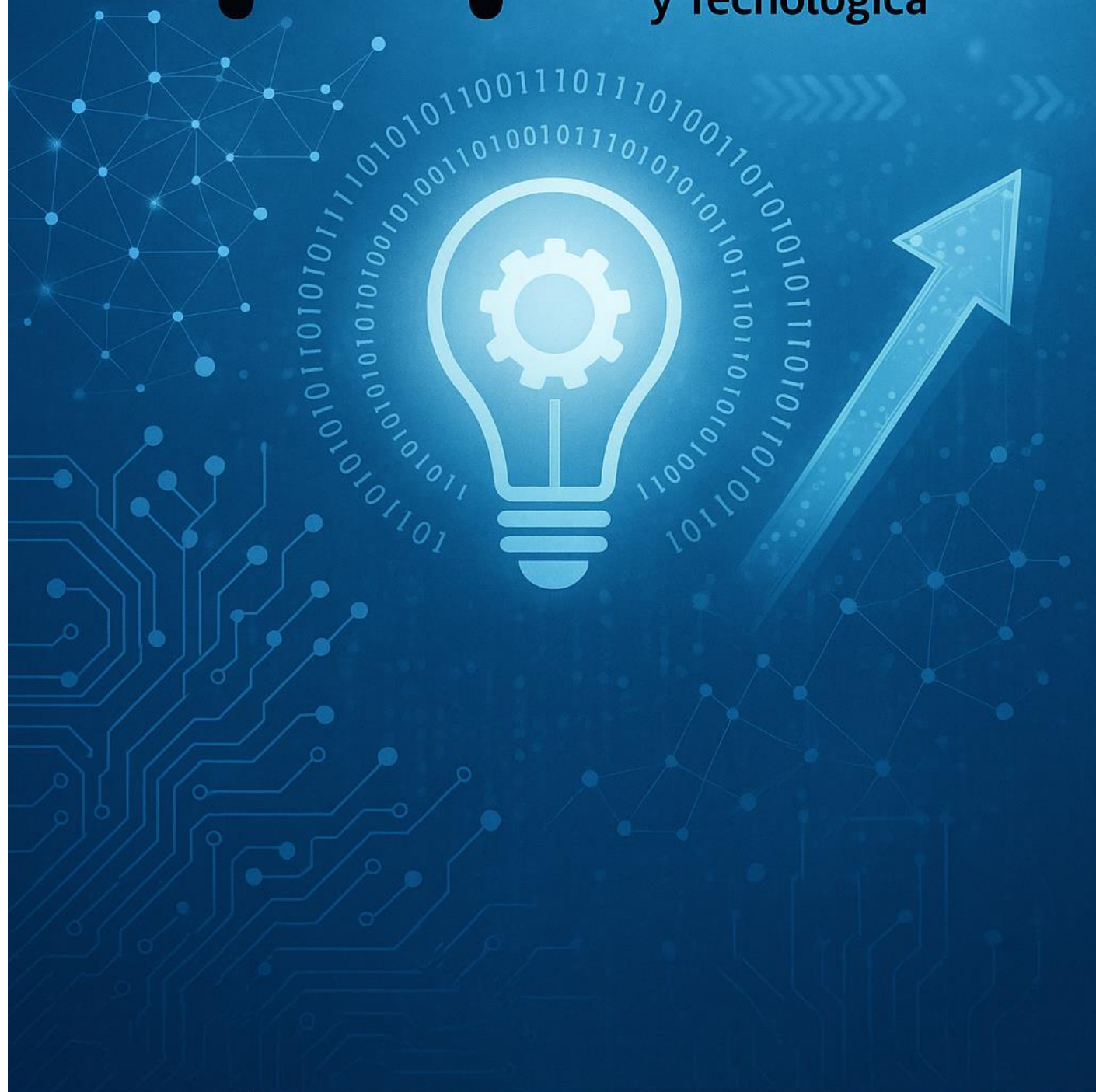


REVISTA **LOGINN**

Investigación Científica
y Tecnológica





Periodicidad Semestral
ISSN WEB 2590-7441
Volumen 9 No. 1
2025

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Regional Magdalena
Centro de Logística y Promoción Ecoturística del Magdalena
Innovación y Competitividad

Grupo de Investigación
“Innovadores Logísticos y Ecoturísticos del Magdalena”

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

Santa Marta, Magdalena, Colombia



Equipo Editorial

Director

Julio Rafael del Castillo Lozano. PhD.
SENA- Centro de Logística y Promoción
Ecoturística Regional del Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Editora

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

Comité Editorial

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

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

Comité Científico

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

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

EDITORIAL

En un mundo donde la innovación tecnológica y el conocimiento científico avanzan a un ritmo sin precedentes, la Revista Loginn continúa firme en su propósito de ser un puente entre la investigación, el desarrollo y la sociedad. Este Volumen 9, Número 1 refleja el compromiso de nuestra comunidad académica con la generación de conocimiento pertinente, útil y transformador para enfrentar los desafíos de nuestros territorios.

En esta edición, se presentan investigaciones que abordan desde soluciones tecnológicas aplicadas a la agroindustria hasta estrategias de sostenibilidad y gestión de la innovación, demostrando la capacidad de nuestros investigadores para proponer alternativas viables que fortalezcan el tejido productivo y social de nuestra región y del país.

Invitamos a nuestros lectores a explorar cada artículo con una mirada crítica y constructiva, generando nuevas ideas y alianzas para que el conocimiento trascienda las páginas de esta revista y se convierta en acción concreta. Desde Loginn, reafirmamos nuestro compromiso con la ciencia abierta, la calidad editorial y la divulgación del conocimiento como motor para el desarrollo sostenible.

PhD. Sugey Martha Issa Fontalvo

Editora

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG>

Tabla de Contenido

DESARROLLO DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA EL FOMENTO DE LA
GANADERÍA SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE SIBATÉ, CUNDINAMARCA....5
Andrés David Núñez Garzón, Laura Natalia Villabon Torres, Héctor Germán Gil Novoa

PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA COSTERO Y MARINO EN
PLAYA DE POZOS COLORADOS SANTA MARTA/COLOMBIA FRENTE A
ESTELAR SANTAMAR HOTEL17
Francisco José Coronado, Alexander Chaves Ortiz, Sergio Daniel Martínez Campo

EL HIDROGENO VERDE DESCARBONIZA EL TRANSPORTE MARÍTIMO
GLOBAL28
Alexander Eslava Sarmiento

POTENCIAL DEL AGROTURISMO EN EL CANTÓN SUCRE: UN ANÁLISIS DESDE
LA PERCEPCIÓN DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA47
Jorge Antonio Vasconez Alvarado, Frank Ángel Lemoine Quintero

BIOTECNOLOGÍA, DEPORTE Y ÉTICA: UNA REFLEXIÓN55
Valeria Correa Gallego, Cesar Armando Peñuela Rodríguez

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RUTA DE APRENDIZAJE INCLUSIVA, A TRAVÉS
DE METODOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE DE UN GRUPO DE APRENDICES
HETEROGÉNEO.....68
Lina Faisuri González Becerra, Juan David Agudelo Perdomo, Delfina María Alzate
Castaño

DESARROLLO DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA EL FOMENTO DE LA GANADERÍA SOSTENIBLE EN EL MUNICIPIO DE SIBATÉ, CUNDINAMARCA

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE PROMOTION OF SUSTAINABLE LIVESTOCK IN THE MUNICIPALITY OF SIBATÉ, CUNDINAMARCA

Andrés David Núñez Garzón¹, Laura Natalia Villabon Torres², Héctor Germán Gil Novoa³

¹ TecnoAcademia Cazucá, Centro Industrial y Desarrollo Empresarial de Soacha, Colombia. **Email:** andresdavid.nunez2806@gmail.com

² TecnoAcademia Cazucá, Centro Industrial y Desarrollo Empresarial de Soacha, Colombia. **Email:** nativillabont09@gmail.com

³ TecnoAcademia Cazucá, Centro Industrial y Desarrollo Empresarial de Soacha, Colombia. **Email:** vohectorg@gmail.com

Para citar este artículo: Núñez Garzón, A. D., Villabon Torres, L. N. & Gil Novoa, H. G. (2025). Desarrollo de soluciones tecnológicas para el fomento de la ganadería sostenible en el municipio de Sibaté, Cundinamarca. LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica, 9(1). <https://doi.org/10.23850/25907441.6597>.

Recibido: 30 de septiembre de 2024

Aceptado: 18 de marzo de 2025

Publicado en línea: 8 de junio de 2025

.....

Palabras clave:

Tecnologías de la información, SCRUM, Ganadería sostenible, Prácticas regenerativas.

JEL: O32, O30, Q1

.....

Keywords:

Information technologies, SCRUM, Sustainable livestock, Regenerative practices.

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo el desarrollo de soluciones tecnológicas orientadas a mejorar la gestión y comunicación en el sector ganadero del municipio de Sibaté, Cundinamarca, promoviendo prácticas sostenibles y responsables (Franco & Gómez, 2021). Sibaté, uno de los municipios más cercanos a Bogotá, forma parte de la Sabana y destaca por su predominio en la agricultura y ganadería, siendo un punto estratégico de conexión hacia el sur del departamento de Cundinamarca (Álvarez, 2021). Desarrollado por aprendices de la TecnoAcademia Cazucá del SENA, pertenecientes al semillero GEDS (Grupo de Estudio de Desarrollo de Software) del grupo de investigación CIDEINNOVA, el proyecto implementa soluciones tecnológicas para apoyar al sector ganadero local, facilitando la adopción de prácticas regenerativas y sostenibles (Silva & Martínez, 2020). Para su desarrollo, se utilizó la metodología ágil SCRUM, organizando el trabajo en ciclos cortos (sprints), lo que permitió una entrega continua de avances y una retroalimentación constante de los usuarios (Rubin, 2020). Las soluciones propuestas buscan no solo optimizar las actividades productivas, sino también fomentar la sostenibilidad en un contexto donde la ganadería es una actividad central para la economía local (Rodríguez, 2020).

Abstract

This project aims to develop technological solutions focused on improving management and communication in the livestock sector in the municipality of Sibaté, Cundinamarca, promoting sustainable and responsible practices (Franco & Gómez, 2021). Sibaté, one of the closest municipalities to Bogotá, is part of the Sabana region and is known for its prominence in agriculture and livestock, being a strategic point of connection to the south of the department of Cundinamarca (Álvarez, 2021). Developed by apprentices from TecnoAcademia Cazucá of SENA, belonging to the GEDS Seedbed (Software Development Study Group) of the CIDEINNOVA research group, the project implements technological solutions to support the local livestock sector, facilitating the adoption of regenerative and sustainable practices (Silva & Martínez, 2020). For its development, the agile SCRUM methodology was used, organizing the work in short cycles (sprints), which allowed continuous delivery of progress and constant user feedback (Rubin, 2020). The proposed solutions aim not only to optimize productive activities but also to promote sustainability in a context where livestock is a central activity for the local economy (Rodríguez, 2020).

Introducción

Sibaté, ubicado en la sabana de Bogotá y siendo uno de los municipios más cercanos a la capital, se destaca por su economía basada en la agricultura y la ganadería (Álvarez, 2021). Su ubicación estratégica como salida hacia el sur de Cundinamarca convierte a este municipio en un punto clave de conexión entre la capital y otros municipios del departamento (Álvarez, 2021). A lo largo de los años, la ganadería ha sido una actividad fundamental para la economía local, pero también ha enfrentado retos relacionados con la sostenibilidad y el impacto ambiental (Rodríguez, 2020).

Con el objetivo de impulsar prácticas ganaderas más sostenibles y alineadas con el cuidado del medio ambiente, los aprendices de la TecnoAcademia Cazucá del SENA, pertenecientes al semillero GEDS (Grupo de Estudio de Desarrollo de Software) del grupo de investigación CIDEINNOVA, han desarrollado una serie de soluciones tecnológicas que promueven la ganadería responsable y regenerativa en Sibaté. Estas soluciones buscan no solo mejorar la gestión y la comunicación dentro del sector, sino también facilitar el acceso a información y recursos que permitan a los ganaderos adoptar prácticas más sostenibles.

El proyecto se desarrolló bajo la metodología ágil SCRUM, que permite organizar el trabajo en ciclos cortos denominados sprints, lo cual facilitó la entrega continua de avances y la incorporación de mejoras en base a la retroalimentación de los usuarios finales (Rubin, 2020; Díaz & Martínez, 2021). De esta manera, el sistema no solo responde a las necesidades específicas del sector ganadero de Sibaté, sino que también permite una adaptación ágil a los cambios y desafíos que surgen durante su implementación.

Este artículo presenta el proceso de desarrollo de estas soluciones tecnológicas, destacando su impacto en la promoción de una ganadería sostenible y su contribución al desarrollo socioeconómico de Sibaté (Franco & Gómez, 2021; Silva & Martínez, 2020).

El presente proyecto se desarrolla en el contexto del municipio de Sibaté, Cundinamarca, una región de la Sabana de Bogotá que ha basado su economía históricamente en la agricultura y la ganadería. Debido a la creciente preocupación por el impacto ambiental de estas actividades, especialmente en áreas rurales, es necesario fomentar la adopción de prácticas más sostenibles y responsables. En este marco, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se presentan como herramientas fundamentales para impulsar una transición hacia métodos productivos más respetuosos con el medio ambiente, manteniendo la competitividad y eficiencia del sector ganadero local.

Sostenibilidad en la ganadería

La ganadería sostenible se refiere a la implementación de prácticas que buscan un equilibrio entre la productividad y la conservación del entorno natural. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la ganadería sostenible involucra el uso eficiente de los recursos, la reducción de emisiones contaminantes, la preservación de la biodiversidad y la regeneración de los suelos (FAO, 2017). Estas prácticas son fundamentales para proteger los ecosistemas y mejorar la viabilidad económica del sector ganadero a largo plazo.

En Sibaté, la adopción de estas prácticas es clave debido a la importancia que tiene el sector ganadero en la economía local. No obstante, la implementación de métodos sostenibles enfrenta varios

desafíos, como la falta de acceso a información y la necesidad de capacitación en prácticas que no solo reduzcan el impacto ambiental, sino que también permitan a los ganaderos obtener beneficios económicos.

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el sector ganadero

Las TIC han demostrado ser un elemento transformador en diversos sectores productivos, y la ganadería no es la excepción (Álvarez, 2021). En el contexto de la ganadería, las TIC pueden facilitar la gestión de recursos, el monitoreo de actividades, la trazabilidad de productos y la comunicación eficiente entre productores y otros actores de la cadena de valor. Una de las ventajas clave de las TIC es la capacidad de integrar grandes volúmenes de datos, lo que permite una mejor toma de decisiones y el acceso a información en tiempo real.

En el caso del proyecto desarrollado en Sibaté, la plataforma digital creada por los aprendices del SENA TecnoAcademia Cazucá tiene como objetivo utilizar estas tecnologías para promover una ganadería más sostenible (Silva & Martínez, 2020). El sistema incluye módulos de gestión, comunicación y educación, facilitando a los ganaderos el acceso a información clave y a recursos que les permitan adoptar prácticas regenerativas y sostenibles (González & Lara, 2020).

Metodología SCRUM

La metodología ágil SCRUM, empleada en el desarrollo de esta plataforma, es una de las metodologías ágiles más utilizadas en el desarrollo de software (Rubin, 2020; Díaz & Martínez, 2021). Se caracteriza por organizar el trabajo en ciclos cortos y repetitivos llamados sprints, lo que permite una entrega continua de avances y facilita la incorporación de retroalimentación por parte de los usuarios. Este enfoque centrado en el usuario es especialmente útil en proyectos tecnológicos, ya que asegura que el producto final responda de manera eficiente a las necesidades reales de los usuarios finales (Rubin, 2020).

En el contexto del presente proyecto, SCRUM ha sido clave para adaptar las funcionalidades del sistema a las necesidades de los ganaderos locales de Sibaté, permitiendo iteraciones rápidas y la incorporación de mejoras a lo largo de todo el proceso de desarrollo (Díaz & Martínez, 2021).

Educación y capacitación en el sector rural

La educación es un elemento crucial para la adopción de prácticas sostenibles en la ganadería (Paredes & Jiménez, 2020). En zonas rurales, la falta de acceso a formación técnica y educativa puede representar una barrera significativa para la modernización del sector (Paredes & Jiménez, 2020). Por este motivo, el proyecto incluye un módulo educativo dentro de la plataforma, diseñado para proporcionar capacitaciones en línea sobre prácticas ganaderas sostenibles (Silva & Martínez, 2020). Este tipo de soluciones contribuye a que los ganaderos adopten mejores prácticas, aumentando su productividad de manera responsable y alineada con los objetivos de sostenibilidad (Franco & Gómez, 2021).

La educación en línea es particularmente importante en áreas como Sibaté, donde la proximidad a la capital puede facilitar el acceso a recursos, pero las limitaciones tecnológicas y de conectividad todavía representan un desafío.

Desarrollo rural y sostenibilidad

El desarrollo rural sostenible implica la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales mediante el uso eficiente de los recursos naturales, económicos y sociales. Este enfoque es especialmente relevante en municipios como Sibaté, donde la agricultura y la ganadería forman la base de la economía. El uso de tecnologías sostenibles puede mejorar la rentabilidad del sector ganadero, mientras que al mismo tiempo se reduce el impacto ambiental negativo asociado con las prácticas ganaderas convencionales (Franco & Pacheco, 2020).

Este proyecto contribuye al desarrollo rural sostenible al proporcionar a los ganaderos de Sibaté una herramienta tecnológica que les permite gestionar de manera más eficiente sus actividades, reducir el impacto ambiental y acceder a capacitaciones que les ayudarán a mejorar sus prácticas productivas (Álvarez, 2021).

Metodología

El desarrollo del proyecto "Desarrollo de Soluciones Tecnológicas para el Fomento de la Ganadería Sostenible en el Municipio de Sibaté, Cundinamarca" se llevó a cabo bajo un enfoque ágil, utilizando la metodología SCRUM, que permite organizar el trabajo en ciclos cortos (sprints) y fomentar la interacción constante con los usuarios finales para asegurar que el producto desarrollado responda a sus necesidades específicas (Rubin, 2020). Este enfoque es particularmente valioso en un proyecto orientado a usuarios rurales, como los ganaderos de Sibaté, quienes requieren soluciones adaptadas a su contexto local.

Fases del proyecto

El proyecto fue dividido en varias fases consecutivas, cada una con objetivos específicos:

1. Análisis de requisitos y diseño conceptual

En esta primera fase, se realizó un análisis detallado de las necesidades de los ganaderos locales a través de entrevistas, encuestas y talleres participativos. Los aprendices del SENA TecnoAcademia Cazucá, pertenecientes al semillero GEDS (Grupo de Estudio de Desarrollo de Software), trabajaron de cerca con los ganaderos para identificar las principales dificultades en la gestión de sus actividades y los desafíos relacionados con la adopción de prácticas sostenibles. Sobre la base de esta información, se elaboró un diseño conceptual de la plataforma tecnológica.

2. Desarrollo del sistema (Fase Beta)

Esta fase implicó la implementación de las funcionalidades centrales del sistema, siguiendo un enfoque iterativo basado en la metodología SCRUM. El equipo de desarrollo organizó el trabajo en sprints semanales, donde cada sprint tenía como objetivo la entrega de un conjunto de funcionalidades concretas (Rubin, 2020). Las funcionalidades clave incluyeron:

Módulo de gestión de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS).

Módulo educativo sobre prácticas ganaderas sostenibles.

Interfaces para la gestión diaria de las actividades ganaderas.

Al final de cada sprint, los ganaderos participantes probaron las funcionalidades desarrolladas y

proporcionaron retroalimentación, lo que permitió al equipo realizar los ajustes necesarios antes de avanzar al siguiente ciclo de desarrollo.

3. Pruebas y validación en campo (Fase Beta)

A medida que las funcionalidades del sistema fueron completadas, el equipo comenzó las pruebas en fincas ganaderas de Sibaté (González & Lara, 2020). Durante esta fase, los ganaderos utilizaron la plataforma en su contexto real de trabajo. La validación incluyó la evaluación de la usabilidad, accesibilidad y efectividad del sistema para facilitar la adopción de prácticas ganaderas sostenibles.

4. Recopilación de retroalimentación y mejora continua

Dado que el proyecto se encuentra en fase Beta, las pruebas con los usuarios finales continúan siendo fundamentales para la mejora continua del sistema. La retroalimentación se recopiló mediante encuestas y entrevistas, permitiendo identificar problemas técnicos, dificultades de uso y áreas de mejora. Con base en esta retroalimentación, el equipo de desarrollo ajustó y refinó las funcionalidades antes de avanzar hacia la implementación final.

Metodología SCRUM

La metodología SCRUM fue seleccionada por su capacidad para adaptarse a entornos cambiantes y por fomentar la entrega continua de valor a los usuarios. A lo largo de todo el proceso de desarrollo, se realizaron las siguientes actividades SCRUM:

Reuniones de planificación de sprint: Al inicio de cada sprint, se establecieron los objetivos y las tareas específicas que se desarrollarían en ese ciclo. Se priorizaron las funcionalidades clave que tenían un impacto directo en las necesidades de los usuarios.

Reuniones diarias (Daily Scrum): El equipo de desarrollo llevó a cabo reuniones cortas diarias para revisar el progreso, identificar obstáculos y ajustar tareas cuando fue necesario. Estas reuniones permitieron una comunicación constante y una rápida solución de problemas.

Revisión y retroalimentación al final de cada sprint: Al final de cada sprint, se presentó el producto incremental a los ganaderos para su evaluación. Los comentarios y sugerencias de los usuarios se utilizaron para ajustar las funcionalidades y definir los objetivos del siguiente sprint.

Retroalimentación de los usuarios y reuniones de mejora (Sprint Retrospective): Después de cada sprint, el equipo llevó a cabo reuniones retrospectivas para evaluar el proceso de trabajo, identificar áreas de mejora en la colaboración del equipo y mejorar el flujo de trabajo.

Herramientas tecnológicas empleadas

Frontend: Se utilizó JavaScript y el framework React para desarrollar una interfaz de usuario amigable, adaptable a diferentes dispositivos y accesible para los ganaderos, incluso para aquellos con poca experiencia en el uso de tecnologías digitales (Lawrence & Pires, 2021).

Backend: El servidor fue desarrollado con Node.js, lo que permitió una escalabilidad y eficiencia

en el procesamiento de datos, especialmente en la gestión de peticiones de usuarios y el acceso a la información.

Base de datos: Se implementó MySQL como sistema de gestión de bases de datos, garantizando la integridad, seguridad y eficiencia en el manejo de grandes volúmenes de información, como los datos relacionados con la trazabilidad ganadera.

Participación de los usuarios finales

Desde la fase de diseño conceptual hasta las pruebas de campo, los usuarios finales (ganaderos de Sibaté) participaron activamente en el desarrollo del sistema. Su involucramiento fue crucial para asegurar que la plataforma fuera relevante, útil y fácil de usar en sus actividades cotidianas. Esta participación incluyó pruebas de usabilidad, entrevistas y sesiones de retroalimentación, lo que permitió adaptar la plataforma a las condiciones reales del municipio.

Capacitación y soporte

Como parte de la fase Beta, se ofrecieron sesiones de capacitación a los ganaderos sobre el uso del sistema. Estas capacitaciones cubrieron tanto las funcionalidades del aplicativo como las prácticas ganaderas sostenibles promovidas por la plataforma. Adicionalmente, se proporcionó soporte técnico para garantizar que los usuarios pudieran resolver cualquier problema técnico que surgiera durante la fase de pruebas.

Materiales y métodos

El desarrollo de este proyecto comenzó a finales de abril del presente año (2024) y actualmente se encuentra en su fase Beta. Esta etapa implica que el sistema ha sido diseñado y desarrollado, pero sigue siendo sometido a pruebas con usuarios finales, lo que permite recoger retroalimentación y realizar ajustes antes de su lanzamiento definitivo. Esta fase es crucial para identificar mejoras y adaptaciones necesarias que aseguren que el aplicativo sea completamente funcional y relevante para el sector ganadero de Sibaté, Cundinamarca (Silva & Martínez, 2020).

Diseño del trabajo y desarrollo del software

El proyecto consistió en el diseño y desarrollo de una plataforma tecnológica destinada a mejorar la gestión de la ganadería en el municipio de Sibaté. El equipo, compuesto por aprendices de la TecnoAcademia Cazucá del SENA, del semillero GEDS, llevó a cabo un análisis detallado de las necesidades del sector, orientado a facilitar la adopción de prácticas sostenibles por parte de los ganaderos locales. A lo largo del proceso, el equipo trabajó en ciclos cortos de desarrollo o sprints, siguiendo la metodología SCRUM. Cada sprint incluía una fase de planificación, desarrollo, pruebas y retroalimentación de usuarios, lo que garantizó una evolución continua de la solución.

Tecnologías empleadas

Para la interfaz del usuario (frontend), se empleó JavaScript junto con el framework React, que permitió construir una plataforma dinámica, interactiva y fácil de navegar, teniendo en cuenta que algunos de los usuarios finales pueden no estar familiarizados con el uso intensivo de la tecnología. En el lado del servidor (backend), se utilizó Node.js para garantizar un procesamiento eficiente de las

solicitudes de los usuarios (Lawrence & Pires, 2021), así como la escalabilidad de la plataforma a medida que la demanda aumente. Para la gestión de datos, se implementó MySQL, una base de datos robusta y confiable que permite manejar grandes volúmenes de información, incluyendo registros sobre la trazabilidad y gestión de los recursos ganaderos (Lawrence & Pires, 2021).

Fase Beta

En la fase Beta, el aplicativo está siendo probado directamente por los ganaderos de Sibaté. Esta etapa es clave, ya que se recopila información sobre su desempeño en condiciones reales, como su facilidad de uso, eficiencia en la gestión de datos y capacidad para mejorar las actividades ganaderas. Los aprendices del SENA continúan recolectando retroalimentación a través de entrevistas y encuestas a los usuarios para identificar posibles errores o áreas de mejora. Esta fase también permite verificar la efectividad del módulo educativo, que incluye capacitaciones sobre prácticas ganaderas sostenibles, y asegurar que el sistema responda a las necesidades locales.

Población objetivo y contexto del estudio

La población objetivo son los ganaderos del municipio de Sibaté, quienes históricamente han dependido de la agricultura y la ganadería para su subsistencia. La adopción de prácticas sostenibles es vital para reducir el impacto ambiental de estas actividades y fomentar un equilibrio entre la producción y la conservación de los recursos naturales. El proyecto está diseñado para proporcionar herramientas que faciliten la implementación de estas prácticas, con un enfoque en la regeneración de los ecosistemas locales.

Lugar y fechas del estudio

El proyecto se inició a finales de abril de 2024 en Sibaté, Cundinamarca, y actualmente se encuentra en su fase de pruebas Beta. Las pruebas han sido llevadas a cabo directamente en fincas ganaderas de la región, con la participación activa de los usuarios finales, quienes han proporcionado retroalimentación crucial para las iteraciones del sistema. La fase Beta se extenderá hasta que el aplicativo cumpla con los estándares de usabilidad y funcionalidad requeridos para su lanzamiento final.

Procedimientos y funcionalidades principales

La metodología SCRUM ha sido implementada en el desarrollo de este proyecto, organizando el trabajo en ciclos cortos de sprints. En cada sprint, se realizan reuniones diarias de seguimiento (daily scrums) para revisar el progreso, ajustar tareas y solucionar problemas que surjan. Entre las funcionalidades más importantes del sistema se encuentra el módulo de gestión de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS), que permite a los ganaderos tener un canal directo de comunicación con los administradores del sistema (Franco & Gómez, 2021). Este módulo está diseñado para promover la transparencia y la mejora continua de las actividades ganaderas en Sibaté.

Adicionalmente, el sistema incluye un módulo educativo que proporciona a los ganaderos acceso a capacitaciones sobre prácticas ganaderas sostenibles y regenerativas (Silva & Martínez, 2020). Este módulo no solo apoya el aprendizaje y la adopción de nuevas técnicas, sino que también facilita la creación de una comunidad que comparte conocimientos y buenas prácticas. Las pruebas en la fase Beta están evaluando la efectividad de este módulo, asegurando que cumpla con las necesidades

formativas de los usuarios (Silva & Martínez, 2020).

Futuras mejoras

A medida que avance la fase Beta, se espera realizar ajustes y mejoras en la interfaz de usuario, la escalabilidad del sistema y la precisión de las funcionalidades educativas (Franco & Gómez, 2021). Además, la retroalimentación recibida durante esta fase permitirá refinar el sistema para asegurar que se adapte plenamente a las condiciones locales del municipio de Sibaté.

Resultados y Discusión

Hasta la fecha, el proyecto ha alcanzado importantes avances que están alineados con los objetivos iniciales, aunque sigue en su fase Beta, lo que implica que continúan realizándose pruebas y ajustes antes de su implementación final. Los resultados obtenidos hasta el momento indican que el aplicativo tiene un potencial significativo para mejorar la gestión y adopción de prácticas sostenibles en el sector ganadero de Sibaté.

Resultados principales

Funcionalidad del sistema: Durante la fase Beta, se ha implementado y probado la mayoría de las funcionalidades clave del sistema. Entre ellas, el módulo de gestión de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) ha demostrado ser una herramienta valiosa para los ganaderos locales, ya que permite una comunicación directa y efectiva con los administradores del sistema. Esta funcionalidad ha mejorado la transparencia y ha abierto un canal de retroalimentación que facilita la mejora continua de las actividades ganaderas.

Módulo educativo: El sistema incluye un módulo educativo que proporciona a los ganaderos acceso a capacitaciones sobre prácticas ganaderas sostenibles. Las pruebas iniciales de este módulo han demostrado ser bien recibidas por los usuarios, quienes han valorado positivamente la accesibilidad y relevancia de los contenidos ofrecidos (Silva & Martínez, 2020). Esta funcionalidad es clave para promover un cambio cultural hacia la adopción de métodos más respetuosos con el medio ambiente.

Usabilidad y accesibilidad: A través de las pruebas realizadas, se ha confirmado que el sistema es intuitivo y fácil de usar, lo que es crucial dado el perfil de los usuarios, muchos de los cuales no están familiarizados con las tecnologías digitales. El uso de React para el frontend ha facilitado la creación de una interfaz amigable, mientras que Node.js y MySQL han asegurado un backend eficiente y escalable (Lawrence & Pires, 2021). No obstante, se han identificado áreas donde la interfaz podría simplificarse aún más, para hacerla aún más accesible a todos los usuarios.

Conectividad y acceso: Uno de los desafíos más relevantes identificados durante la fase Beta ha sido la conectividad en algunas áreas rurales de Sibaté. Si bien la mayoría de los usuarios han podido acceder al sistema sin problemas, en ciertas zonas con conectividad limitada el acceso ha sido más complicado, lo que implica la necesidad de buscar alternativas tecnológicas que funcionen en entornos con baja o inestable conectividad a internet.

El proyecto ha demostrado un importante avance en la integración de la tecnología con el sector ganadero de Sibaté, impulsando la adopción de prácticas más sostenibles. El éxito de la fase Beta hasta el momento puede atribuirse a la adecuada elección de tecnologías (React, Node.js, MySQL) y a la implementación de la metodología SCRUM, que ha permitido un desarrollo iterativo con mejoras

continúas basadas en la retroalimentación de los usuarios.

Uno de los principales logros ha sido la creación de un sistema accesible y útil para los ganaderos locales, lo que subraya la importancia de adaptar las soluciones tecnológicas a las condiciones y necesidades reales del contexto (Torres & Quintero, 2021). El módulo de PQRS ha mejorado la comunicación y la transparencia, elementos esenciales en la gestión eficiente de la ganadería, mientras que el módulo educativo está fomentando la transición hacia prácticas más sostenibles.

Desafíos y áreas de mejora

Conectividad: Como se mencionó, uno de los principales desafíos es la conectividad en algunas áreas rurales del municipio (Valenzuela & Cruz, 2021). Para mitigar este problema, se está evaluando la posibilidad de desarrollar versiones offline del sistema que permitan a los usuarios acceder a ciertas funcionalidades sin conexión, y luego sincronizar la información cuando la conexión a internet esté disponible.

Capacitación digital: Aunque el sistema ha sido diseñado para ser intuitivo, algunos usuarios han requerido asistencia adicional en el uso de las tecnologías. Esto subraya la necesidad de ofrecer capacitaciones más exhaustivas sobre el uso del aplicativo, así como soporte técnico continuo para asegurar que todos los usuarios puedan aprovechar al máximo las funcionalidades del sistema.

Ampliación de funcionalidades: Durante la fase Beta, se ha identificado la posibilidad de ampliar las funcionalidades del sistema para incluir herramientas adicionales (Silva & Torres, 2021), como un módulo de trazabilidad que permita a los ganaderos monitorear el estado de sus productos desde la producción hasta la distribución, mejorando la transparencia y la sostenibilidad a lo largo de la cadena de valor.

Impacto potencial

El desarrollo de esta plataforma tiene el potencial de transformar la ganadería en Sibaté, no solo mejorando la eficiencia de las actividades productivas, sino también fomentando una cultura de sostenibilidad que es crucial para la preservación del medio ambiente y el desarrollo económico de la región. Las tecnologías empleadas han permitido un enfoque flexible y escalable que puede ser adaptado a las condiciones cambiantes y a las necesidades emergentes de los usuarios.

A medida que el proyecto avance hacia su fase final, se espera que la plataforma no solo se implemente a nivel local en Sibaté, sino que también pueda ser replicada en otros municipios que enfrentan desafíos similares en cuanto a la sostenibilidad en el sector ganadero.

Conclusiones

El proyecto de desarrollo de soluciones tecnológicas para el fomento de la ganadería sostenible en el municipio de Sibaté, Cundinamarca, ha alcanzado avances significativos, aunque continúa en fase Beta. A lo largo de este proceso, se ha demostrado el potencial de la tecnología para apoyar el desarrollo de prácticas más sostenibles y eficientes en el sector ganadero local, lo que contribuye tanto a la mejora de la productividad como a la preservación del entorno natural.

Uno de los principales logros de este proyecto ha sido la implementación de un sistema accesible

y adaptable a las necesidades de los ganaderos de Sibaté, quienes tradicionalmente han dependido de prácticas ganaderas convencionales. La plataforma desarrollada no solo optimiza la gestión de sus actividades diarias, sino que también promueve la adopción de métodos más responsables con el medio ambiente, a través de capacitaciones y recursos educativos integrados.

En la fase Beta, el sistema ha mostrado una alta aceptación por parte de los usuarios, aunque también ha revelado desafíos importantes, como la necesidad de mejorar la conectividad en zonas rurales y de proporcionar capacitación más extensa para los usuarios con menor experiencia en el uso de tecnologías digitales. Estos retos subrayan la importancia de seguir perfeccionando el sistema y de ofrecer un soporte técnico continuo para garantizar su éxito a largo plazo.

Los resultados obtenidos hasta ahora sugieren que el aplicativo tiene un impacto positivo no solo en la sostenibilidad del sector ganadero, sino también en la mejora de la comunicación y la transparencia entre los ganaderos y los administradores del sistema, a través del módulo de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) (González & Lara, 2020). Este canal de comunicación ha permitido establecer un proceso de retroalimentación constante que promueve la mejora continua de las prácticas ganaderas.

Recomendaciones para el futuro

Ampliación de funcionalidades: A medida que el proyecto avanza hacia su implementación final, es recomendable seguir ampliando las funcionalidades del sistema, incorporando herramientas de trazabilidad y monitoreo que ayuden a los ganaderos a gestionar más eficientemente sus productos y procesos. Estas mejoras no solo aumentarán la funcionalidad de la plataforma, sino que también fortalecerán la transparencia y sostenibilidad del sector.

Mejorar la conectividad: Uno de los principales desafíos identificados ha sido la limitada conectividad en algunas zonas rurales de Sibaté. Para superar este obstáculo, se recomienda explorar soluciones tecnológicas que permitan el uso del sistema en modo offline, con sincronización de datos cuando haya acceso a internet. Esto garantizaría que todos los ganaderos, independientemente de su ubicación, puedan beneficiarse plenamente del aplicativo.

Capacitación continua: Aunque el sistema ha sido diseñado para ser intuitivo, es crucial seguir ofreciendo capacitaciones a los ganaderos sobre el uso del aplicativo y las tecnologías digitales. La capacitación continua asegurará que todos los usuarios puedan aprovechar al máximo las herramientas que el sistema ofrece, aumentando así su efectividad y contribuyendo al éxito del proyecto.

En conclusión, el desarrollo de esta plataforma representa un paso importante hacia la transformación del sector ganadero de Sibaté en un modelo más sostenible y eficiente (Franco & Gómez, 2021). A medida que el proyecto avance hacia su etapa final, se espera que continúe evolucionando para adaptarse a las necesidades cambiantes del sector, fomentando la regeneración ambiental y el desarrollo socioeconómico de la región. El éxito de este proyecto también abre la puerta a su replicación en otros municipios que enfrentan desafíos similares, consolidando a Sibaté como un referente en la implementación de prácticas ganaderas sostenibles.

Declaración sobre conflicto de interés:

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

Referencias Bibliográficas

- Álvarez, G. (2021). Transformación digital en áreas rurales: El impacto de las TIC en la Amazonía. *Revista de Tecnologías Sostenibles*, 10(3), 120-137.
- Bass, L., Weber, I., & Zhu, L. (2020). *DevOps: A software architect's perspective*. Addison-Wesley Professional.
- Díaz, E., & Martínez, L. (2021). Adopción de tecnologías ágiles en la gestión de proyectos en zonas rurales. *Revista de Innovación Rural*, 4(2), 48-61.
- Erickson, J., Lyytinen, K., & Siau, K. (2020). Agile modeling, agile software development, and extreme programming: The state of research. *Journal of Database Management*, 21(1), 88-100.
- FAO. (2017). *Ganadería sostenible: Estrategias y desafíos para la conservación del medio ambiente*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2018). *Directrices voluntarias para la gestión sostenible de la ganadería*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Franco, L., & Gómez, P. (2021). Gestión de proyectos con SCRUM en el sector agropecuario. *Revista de Innovación Tecnológica*, 9(4), 67-82.
- Franco, C. A., & Pacheco, R. (2020). Innovations in regenerative livestock systems in Colombia. *Journal of Sustainable Agriculture*, 11(2), 89-104.
- González, P., & Lara, M. (2020). Prácticas regenerativas en la producción ganadera: Casos de estudio en la Amazonía. *Revista Agroecología*, 6(1), 24-36.
- Lawrence, P., & Pires, C. (2021). *Node.js in practice: Building scalable applications for web development*. Manning Publications.
- Lozano, F., & Rivera, D. (2020). Modelos de trazabilidad para la ganadería sostenible: Aplicaciones tecnológicas en la Amazonía. *Revista Agroindustrial*, 8(1), 56-72.
- Miller, P., & Johnson, S. (2021). Agile software development in rural areas: Challenges and solutions. *Journal of Rural Development and Technology*, 12(4), 89-107.
- Paredes, F., & Jiménez, O. (2020). Capacitación virtual para la adopción de prácticas ganaderas regenerativas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 13(1), 50-66.
- Rodríguez, S. (2020). Ganadería sostenible: Retos y oportunidades para la conservación de los ecosistemas en la Amazonía. *Revista de Ciencias Ambientales*, 12(2), 110-124.
- Romero, D., & Méndez, J. (2021). Implementación de SCRUM en el desarrollo de soluciones tecnológicas para la Amazonía. *Revista Tecnológica Rural*, 6(1), 34-49.
- Rubin, K. S. (2020). *Essential Scrum: A practical guide to the most popular agile process*. Addison-Wesley.

- Silva, A., & Martínez, C. (2020). Desarrollo tecnológico en la Amazonía: Aplicación de metodologías ágiles en entornos rurales. *Revista Innovación Rural*, 7(3), 92-108.
- Silva, J. F., & Torres, C. M. (2021). Web development with JavaScript and React: Interactive solutions for sustainable livestock. *Journal of Software Engineering*, 5(3), 75-92.
- Silva, V. (2020). Prácticas de ganadería sostenible en zonas rurales: Casos de éxito en la Amazonía. *Revista de Agroindustria y Sostenibilidad*, 8(1), 22-35.
- Tapia, A. L., & Montoya, R. M. (2020). Tecnologías de la información aplicadas a la sostenibilidad ganadera. *Revista Latinoamericana de Innovación y Tecnología*, 7(1), 45-59.
- Torres, D., & Quintero, W. (2021). Tecnologías ágiles para el desarrollo rural: Implementación en el sector agropecuario. *Revista de Desarrollo Tecnológico*, 4(3), 102-118.
- Valenzuela, R., & Cruz, M. (2021). Soluciones digitales para la trazabilidad ganadera en áreas rurales. *Revista Agropecuaria*, 8(2), 133-147.
- Wilson, J., & Hernández, W. (2020). Desarrollo de soluciones web para la trazabilidad ganadera en la Amazonía. *Revista TecnoAgro*, 6(1), 68-80.
- Zárate, M., & Mejía, L. (2020). Innovación tecnológica en la ganadería sostenible: Un enfoque de desarrollo rural. *Revista de Ciencias Ambientales y Tecnología*, 9(2), 97-110.

PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA COSTERO Y MARINO EN PLAYA DE POZOS COLORADOS SANTA MARTA/COLOMBIA FRENTE A ESTELAR SANTAMAR HOTEL

PROTECTION AND CONSERVATION OF THE COASTAL AND MARINE ECOSYSTEM IN PLAYA DE POZOS COLORADOS SANTA MARTA/COLOMBIA IN FRONT OF ESTELAR SANTAMAR HOTEL

Francisco José Coronado¹ , Alexander Chaves Ortiz² , Sergio Daniel Martínez Campo³ 

¹ Estelar Santamar Hotel y Centro de Convenciones. **Email:** Francisco.coronado@hotelesestelar.com

² Estelar Santamar Hotel y Centro de Convenciones. **Email:** alexchavez1002@hotmail.com

³ Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA. **Email:** sdmartinez@sena.edu.co

Para citar este artículo: Coronado, F. J., Chaves Ortiz, A. & Martínez Campo, S. D. (2025). Protección y conservación del ecosistema costero y marino en playa de Pozos Colorados Santa Marta/Colombia frente a Estelar Santamar Hotel. LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica, 9(1). <https://doi.org/10.23850/25907441.6725>.

Recibido: 27 de noviembre de 2024

Aceptado: 18 de marzo de 2025

Publicado en línea: 8 de junio de 2025

.....

Palabras clave:

limpieza
playa,
educación
ambiental,
microbasura.

JEL: Q55,
R5, Z3

.....

Keywords:

beach
cleaning,
environment
al education,
microtrash.

Resumen

Este trabajo de campo surge de la necesidad que requiere el estado, la empresa privada y la sociedad, para ayudar en la protección y conservación de los ecosistemas costeros y marinos. Bajo este enfoque, la cadena Hoteles ESTELAR, con su sucursal Estelar Santamar Hotel y Centro de Convenciones, localizada en la ciudad de Santa Marta/Colombia, frente a las playas arenosas del sector de Pozos Colorados, en un área aproximada de 3.261,14 m², con su grupo de colaboradores y en compañía de algunos vendedores ambulantes de playa, huéspedes, empresas, ambientalistas y niños, niñas y adolescentes, desde el año 2023, desarrolló dentro de su entorno, un proceso de jornadas de limpieza de playa. Estas acciones, permitieron conocer de forma directa la problemática de contaminación en las playas del sector y a su vez, se generaron diversas estrategias para abordar la problemática y se establecieron actividades de sensibilización y educación ambiental. El impacto creado con la iniciativa del hotel, permitió la generación de lazos concomitantes con el SENA a través de su programa Red Tecnoparque Magdalena, para proyectar elementos más eficientes para la recolección de residuos sólidos de menor tamaño presentes en la playa.

Abstract

This field work arises from the need required by the state, private companies and society to help in the protection and conservation of coastal and marine ecosystems. Under this approach, the Hoteles ESTELAR chain, with its Estelar Santamar Hotel and Convention Center branch, located in the city of Santa Marta/Colombia, in front of the beaches of the Pozos Colorados sector, in an approximate area of 3,261.14 m², With his group of collaborators and in the company of some beach street vendors, guests, companies, environmentalists and children and adolescents, since 2023, he has developed a process of beach cleaning days within his environment. These actions made it possible to directly understand the problem of pollution on the beaches of the sector and, in turn, various strategies were generated to address the problem and awareness-raising and environmental education activities were established. The impact created with the hotel initiative allowed the generation of concomitant ties with the SENA through its Magdalena Tecnopark Network program, to project, more efficient elements for waste collection. smaller solids present on the beach.

Introducción

La contaminación marina en las playas ha centrado la atención mundial y por ello, diferentes organizaciones sin ánimo de lucro, empresas privadas y un sin número de voluntarios, están realizando múltiples actividades con el fin de conservar y preservar los océanos, la fauna y la vida marina. Tanto así; que, dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados en el año 2015, por la Organización De Las Naciones Unidas (ONU), el objetivo número 14, se centró en la Vida Submarina, precisamente, para trabajar en conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.

El incremento de los plásticos y la producción de miles de productos, se torna en una amenaza constante para la biodiversidad marina e incluso para los seres humanos, porque cada año, alrededor de ocho millones de toneladas ingresan a los océanos, según Parker (2024), además; la mayoría de estos elementos tienen una vida útil corta. Pero, pueden permanecer en el ambiente por cientos de años, de allí la importancia en explorar soluciones que ayuden a mitigar el ingreso de dichos residuos a los ecosistemas.

Por otra parte, la contaminación en las playas y mares tiene diversas fuentes, entre ellas, las actividades turísticas y de recreación, los ríos, embarcaciones, y la acción descomedida de los seres humanos, entre otros.

La ciudad de Santa Marta se encuentra ubicada sobre el Mar Caribe. Sus playas son muy atractivas turísticamente, tanto para visitantes nacionales como extranjeros, es la única ciudad de Colombia que cuenta con dos playas certificadas bandera azul y se consolidada como un destino sostenible y comprometido con la conservación ambiental. Sin embargo, dicho turismo genera un impacto negativo en la naturaleza y paisaje, por el alto flujo de residuos que ingresan en sus playas, por tal razón, desde la administración gubernamental, la academia, el sector turístico y la sociedad en general deben unir esfuerzo para mitigar tanto el impacto ambiental como crear estrategias que garanticen la sostenibilidad amigable con la naturaleza.

Durante los últimos años, se han establecido diferentes métodos de muestreo y recolección de información sobre los residuos sólidos presentes en los ecosistemas costeros y marinos. Sin embargo; como lo expone Pimienta (2022), “los muestreos in situ terminan siendo indispensables para la obtención de datos más específicos” puesto que, allí, se analizan diferentes factores para determinar las fuentes generadoras de contaminación y se logra obtener información de mejor calidad.

Según estudios del primer muestreo internacional de macro basura en playa de arena del 2021, coordinado por científicos de la basura y la Fundación Valve, entre los contaminantes más frecuentes que se encuentran en las playas están, el plástico con un 62.4%, las colillas de cigarrillos con un 10.5%, madera procesada 9.1%, otros tipos de basura 6.5%, papel 4.4%, metal 3.9%, vidrio 2.6%. Además; el estudio señala que la mayor cantidad de basura proviene del mismo sector local. El análisis de estos datos entrega un diagnóstico que nos da un punto de partida para generar diversas estrategias e iniciativas de concientización y sensibilización ambiental que incluyan a todos los moradores y visitantes de las playas y a su vez, incentivar la generación de instrumentos eficaces de recolección de residuos sólidos presentes en las playas.

En concordancia con los resultados del estudio antes descrito y con el propósito de identificar

cómo ayudar en la protección y conservación de los ecosistemas costeros y marinos; a principios del año 2023, en la ciudad de Santa Marta, específicamente en el sector de Pozos Colorados frente al ESTELAR Santamar Hotel y Centro de Convenciones, dentro de un área aproximada de 3.261,14 metros cuadrados de playa arenosa, un importante grupo de personas: colaboradores de dicho establecimiento turístico, junto con algunos vendedores ambulantes de playa, niños, niñas y adolescentes, huéspedes, ambientalistas y en ocasiones empresas, han realizado hasta octubre de 2024 veintidós (22) jornadas de aseo y limpieza de playa como estrategia ambiental. Las actividades están centradas en remover la arena y en extraer aquellos residuos de menor tamaño a 2.5 cm que a simple vista no se ven, pero contaminan y afectan considerablemente las playas y la fauna terrestre y marina. Además, se filtran en otras estrategias de limpieza de macro-residuos.

Para desplegar esta labor, fue necesario conseguir materiales y herramientas apropiadas (artesanales) para este tipo de terreno y de esta manera, hacer un trabajo mucho más práctico y efectivo. De dicha labor, se pudo comprobar que las colillas de cigarrillo junto con los plásticos son la mayor cantidad de residuos sólidos que se encuentran en la playa, seguido de tapas de envases plásticos y metálicos, anillas de aluminio, sobres de medicamentos, corchos, vidrios, encendedores, tuercas, aretes, monedas, tornillos, jeringas e incluso lancetas, entre otros.

Para el presente estudio, partimos de la premisa de que los residuos sólidos recolectados en las playas superiores a 2,5 cm son considerados “macro-basura” y los menores a este tamaño, se consideran “micro-basura o micro-residuos”. Sobre los micro-residuos detectados y recogidos, se evidenció que estos elementos son una amenaza considerable para el medio ambiente debido a su tamaño, detección y dificultad en la recolección. En la mayoría de las ocasiones, se ocultan dentro de la arena y pasan desapercibidos o se tornan insignificantes para quienes realizan las jornadas de limpieza de playas y comunidad en general.

Además de la estrategia de disminuir el impacto ambiental, el Hotel ESTELAR Santamar, instaló en una zona visible de la playa, paneles informativos sobre la importancia de arrojar la basura en los contenedores y no arrojar las colillas de cigarrillos en la arena, como acción preventiva. Del mismo modo; se diseñó una actividad lúdica ambiental dirigida hacia los niños, niñas y adolescentes, con el ánimo de generar conciencia y sensibilización ambiental en las zonas costeras, para las nuevas y futuras generaciones.

Finalmente, el presente estudio se estructura en cuatro partes así: actividades de limpieza de playa, elementos y herramientas de limpieza, acciones de sensibilización y educación ambiental con niños, niñas y adolescentes, y actividades articuladas en alianza con otras entidades.

Metodología

La metodología empleada para el desarrollo del presente estudio, está ajustada a una investigación de campo, teniendo en cuenta que los colaboradores de Estelar Santamar Hotel y algunos voluntarios, trabajaron directamente en un entorno específico y delimitado (playa arenosa del sector de Pozos Colorados/Santa Marta, frente al Hotel Estelar Santamar) durante veintidós meses, y dentro de ese periodo de tiempo se obtuvo información valiosa y datos originales sobre micro-basura y otros, además; con base en los elementos encontrados, surgieron otras actividades y acciones para abordar el tema ambiental en esta zona costera, con el objetivo de proteger y conservar los ecosistemas costeros y marinos.

La Cadena Hoteles ESTELAR, es una compañía colombiana con más de 50 años en el sector turístico. Asimismo, promueve el desarrollo sostenible del entorno que lo rodea y a través de su programa EcoEstelar, genera un compromiso Estelar con el medio ambiente.

Bajo el anterior direccionamiento, el Hotel Estelar Santamar con sede en la ciudad de Santa Marta, desarrolla a diario un programa con sus colaboradores, consistente en la recolección de residuos sólidos en todas las áreas del hotel y en la zona de playa. Estos residuos son llevados a una zona específica donde, con la participación de recicladores de la región, hacen el proceso de separación de estos y posteriormente se entregan a empresas dedicadas y especializadas en reciclaje industrial para generar nuevos productos. Por otra parte, y como complemento a lo anterior, el presente trabajo se enfoca en exponer la participación directa del hotel con otro de sus programas ambientales estructurado desde el año 2023, el cual se articuló también con la programación bimensual de cierre de playa en la zona urbana de Santa Marta para la limpieza y oxigenación de la playa establecida por la Alcaldía Distrital de Santa Marta, en cumplimiento del decreto 217 del 01 de octubre del 2021. Estas jornadas de limpiezas de playa identificaron que los residuos sólidos de menor tamaño a 2,5 cm, pasan desapercibidos para el común de los ciudadanos y para los voluntarios de las brigadas de limpieza.

Para organizar este trabajo, como primera medida, el Hotel Estelar Santamar, lidera el proceso continuo de limpieza de playa con sus colaboradores. Asimismo, se extendió la invitación a algunos vendedores ambulantes de playa, clientes, empresas, ambientalistas y niños, niñas y adolescentes, además; se recolectó información y se sistematizó los resultados alcanzados en cada jornada. Segundo: A medida que las actividades de limpieza se desplegaron, se evidenció la necesidad de conseguir e implementar diferentes elementos y materiales para fortalecer el proceso de limpieza y concientización ambiental. Tercero: conocer de primera mano lo que ocurre en la playa sobre el tema de los residuos arrojados en la arena y el mar, fue determinante para abordar una actividad de concientización y educación ambiental dirigida hacia los niños, niñas y adolescentes denominada “La Búsqueda del Tesoro” la cual, se realiza periódicamente en el hotel. Por último; el trabajo permanente de limpieza de playa fue de interés para otras entidades, las cuales se han unido al proyecto, con el fin de fortalecerlo y contribuir positivamente en la protección y conservación del ecosistema costero y marino en el sector de Pozos Colorados, como es el caso del Servicio Nacional de Aprendizaje “SENA”, a través de su programa - Red Tecnoparque Rural Itinerante Magdalena.

Resultados

Las actividades de limpieza de playa en el sector de Pozos Colorados por parte de Estelar Santamar Hotel, han generado los siguientes resultados:

Primero: Jornadas de Limpieza de Playas.

Veintidós (22) jornadas de limpieza de playa, en donde se vincularon los colaboradores de ESTELAR Santamar, algunos vendedores ambulantes de playa y huéspedes. Estas brigadas permanentes de limpieza son una herramienta concreta e importante para trabajar en la sostenibilidad del medio ambiente.

Asimismo, la micro-basura fue el eje central de las limpiezas de playa, puesto que, al remover la arena, haciendo uso de cernidores, se encontraron muchos residuos que a simple vista no se ven y son grandes generadores de contaminación, entre los cuales se destacan:

Colillas de cigarrillos (no reciclables), estos elementos filtran nicotina y metales pesados, su tiempo de degradación es extenso y al caer al suelo, contaminan el entorno que lo rodea. De igual manera; este trabajo comprobó que las colillas de cigarrillo junto con los plásticos son los mayores contaminantes de las playas y el mar. Según los datos arrojados por la fundación aquae, una sola colilla de cigarrillo puede contaminar entre 08 y 10 litros de agua salada, por lo tanto; durante las 22 jornadas de limpieza de playa, se recolectó un total de cinco mil seiscientos treinta y un, (5.631) colillas de cigarrillo, evitando así, que se contamine un promedio de 56.310 litros de agua marina en las playas del sector de Pozos Colorados. Al proyectar la cifra de las colillas de cigarrillo recolectadas en doce (12) playas de arena de similares características a la del estudio en la ciudad de Santa Marta, se encontrarían en promedio 67.572 colillas de cigarrillo y se evitaría la contaminación de 675.720 litros de agua marina aproximadamente.

Tapas de envases plásticos (reciclables), estos elementos plásticos están elaborados con polietileno. Los micro-residuos como las tapas plásticas no solo afectan la arena y el mar, sino que ponen en peligro las especies marinas, puesto que, por su tamaño y la vistosidad de sus colores, son llamativas para dichas especies, y de ser ingeridas, pueden alterar su supervivencia. El proyecto recolectó en la playa un total de ocho punto tres kilogramos (8,3 kg) de estos objetos. Estas tapas de envases plásticos son recicladas para que tengan un segundo uso debido a su dureza, resistencia y adaptabilidad a diferentes ambientes.

Tapas metálicas y lanillas de aluminio (reciclables), el aluminio es un metal tóxico y su exposición inadecuada en el ambiente puede ser perjudicial para la salud de las personas como también de los ecosistemas (Rosabel, 2013), las tapas y anillas de aluminio son muy livianos y se esconden fácilmente dentro de la arena de playa haciendo que su detección y recolección sea difícil. Sin embargo, con el uso de cernidores de arena y otras herramientas, se logró recoger un total de 3.373 tapas metálicas y 2.470 anillas de aluminio.

Sobres de medicamentos, jeringas y lancetas (residuos peligrosos), las jornadas de limpieza evidenciaron que elementos como los sobres de medicamentos con pastillas y otros, son frecuentes de encontrarlos tirados en la playa sin el tratamiento de desecho adecuado. Sin embargo; estos objetos no deberían terminar arrojados en estos lugares por el riesgo que representan para la salud de las personas, de igual manera; al remover la arena se halló “una jeringa (01) y una lanceta o pinchador (01)”. Estos elementos corto punzantes de riesgo biológico debieron ser depositados por quienes los utilizaron en recipientes especiales y de esta manera evitar que alguien pueda salir lesionado o infectado.

Otros micro-residuos (no reciclables), en las múltiples jornadas de limpieza de playas, a parte de los residuos anteriormente descritos se encontró: palillos de colombinas, sobres de dulces, baterías, acoples, tuercas, tornillos, partes de juguetes, vidrios (2.600 gramos), corchos, monedas, aretes, encendedores, entre otros. Estos elementos contaminantes, pueden alterar los ecosistemas y afectar el hábitat de las especies.

Por otra parte; En las jornadas de limpieza de playa se logró la participación de dos organizaciones empresariales que asistieron a eventos y congresos en el Centro de Convenciones. Una de las empresas participó en el año 2023, con 47 de sus colaboradores e hizo pública dicha actividad en su red social (Instagram), con el siguiente mensaje “Junto a nuestros amigos del Hotel Estelar en Santa Marta nos embarcamos en una limpieza en Pozos colorados. Eliminamos basura, objetos peligrosos y, sobre todo, generamos conciencia de no arrojar objetos no deseados en las playas”.

La otra entidad empresarial, junto con sus colaboradores, con motivo del Día Mundial de los Océanos a celebrarse en el mes de junio de 2024, participó en la décima octava jornada de limpieza de playas organizada por el hotel Estelar. Allí, entre otros resultados, se recolectó “una llanta de avión” (macro-basura), de 95 cm de diámetro y 35 cm de ancho. En los bordes de esta llanta se encontraban incrustadas varias especies de Ostras (moluscos bivalvos), Cirrípedos (crustáceos), pólipos de coral y gusanos serpulidos. Esta llanta fue expulsada del mar, en febrero del 2024 y permaneció durante 121 días en una playa adyacente a la playa objeto de estudio, sin que nadie la recogiera y sin que a nadie le importara. Al verificar el objeto, se halló que este fue fabricado en la ciudad de Guilin –China, y terminó en las costas de Santa Marta sin el tratamiento de reciclaje adecuado.

Sobre los neumáticos o llantas depositados en el mar, a nivel mundial, encontramos dos casos catastróficos para el ecosistema marino. El primero de ellos, se da en la costa de Fort Lauderdale en Florida EE. UU sobre la década de los años 70. Según el informe de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE. UU. (NOAA), el propósito era generar arrecifes artificiales y se arrojaron al mar más de dos millones de neumáticos a una profundidad de 20 metros aproximadamente. El segundo evento, se registró en la década de los años 80 en las costas de la Riviera Francesa según el informe de Endangered Species International. En esta ocasión, se lanzaron alrededor de 25.000 llantas o neumáticos en el Mar Mediterráneo, con el propósito de generar un hábitat. Sin embargo; los dos proyectos han fracasado porque, entre otras, el caucho sintético no genera un hábitat para las especies marinas y a medida que la llanta se descompone, va liberando sustancias tóxicas, las cuales afectan y alteran el ecosistema. Por otra parte, el amarre y la forma de anclar los neumáticos hizo que no soportaran las corrientes marinas y con ello, se generó el desprendimiento de los mismos y su dispersión, generando mayor contaminación marina. De igual manera; entidades gubernamentales de dichos países, han hecho esfuerzos importantes por sacar del mar estos neumáticos, pero el trabajo se ha tornado bastante complejo y costoso.

De otra parte; al proyecto, en la vigésimo segunda jornada de limpieza de playa, se sumó un grupo de quince (15) apneístas voluntarios. Estas personas practican apnea o buceo a pulmón y participaron en una jornada de limpieza subacuática para buscar y extraer la basura que se encuentra dentro del mar en el área de estudio.

La jornada fue exitosa porque los apneístas, alcanzaron a evidenciar que frente de Estelar Santamar Hotel, el mar se encuentra en buenas condiciones y sin mayor contaminación. Lograron extraer en menor proporción algunos elementos como, bolsas plásticas, envases plásticos y collares.

Estas acciones de limpieza de playa y subacuática con otros aliados generan sinergia entre las partes y son un aporte a los compromisos de responsabilidad social de dichas empresas, además; el hotel otorgó una mención de honor a las empresas participantes y a los voluntarios apneístas como reconocimiento por la colaboración en dichas actividades y aportar un grano de arena para contribuir de forma real en la conservación del ecosistema costero y marino.

Segundo: Elementos y Materiales para las limpiezas de playa.

En las actividades de recolección de basura en la playa, se evidenció que existen muchos residuos menores a 2,5 cm al interior de la arena y estos pasan desapercibidos para el común de la población, y en algunos casos, su recolección se torna compleja. Con base a lo anterior, a parte del talento humano empleado en las labores de limpieza, fue necesario ir consiguiendo elementos y herramientas apropiadas al entorno, para hacer más efectiva la limpieza de playa. Por lo tanto, se gestionaron

diferentes elementos entre los que se destacan: palas y rastrillos en hierro para remover y oxigenar la arena, cernidores o zarandas para filtrar y retener los residuos más pequeños, contenedores de basura para depositar allí los residuos, bolsas para depositar los residuos sólidos, color negro (residuos no aprovechable), verde (residuos orgánicos aprovechables), blanco (residuos aprovechables) y rojo (residuos peligrosos), rastrillos convencionales, guantes y guardianes de bioseguridad, carretillas y de forma artesanal, recogedores metálicos perforados y filtradora de arena en acero inoxidable. El uso de estas herramientas permitió adentrarse en la arena de playa y descubrir muchos micro-residuos.

Tercero: Actividades de Sensibilidad y Educación Ambiental: En aras de promover acciones de sensibilización ambiental, se adquirieron ceniceros (cono de plástico con tapa plana, reutilizable) para compartirle a los fumadores en la playa y evitar que arrojen las colillas en la arena. Así mismo; se instaló un panel informativo en la playa con recomendaciones sobre el uso de está y cuidados en el mar, en donde se invita a los transeúntes y visitantes a no arrojar colillas de cigarrillo en la arena y utilizar los contenedores de basura.

Del mismo modo, para los niños y niñas se diseñó tres avisos disuasivos con señales de prohibición universal (círculo rojo con diagonal) y de esta manera, ilustrar que en la playa y en el mar, está prohibido arrojar basuras, tapas, pitillos, palillos de colombinas, bolsas o plásticos, colillas de cigarrillos, entre otros.

Dentro de las acciones de sensibilización y educación ambiental para niños, niñas y adolescentes en el año 2024, el hotel, creó la actividad ambiental denominada “La Búsqueda Del Tesoro” esta actividad se desarrolla semanalmente y allí, los niños presentes en el hotel o visitantes, de forma lúdica, dentro de la playa, con las medidas de bioseguridad y acompañados por personal del hotel, van buscando figuras de especies marinas enterradas en la arena y van recogiendo los residuos que se encuentran tirados en la playa. De igual manera, algunos niños, con los avisos disuasivos, exponen a los adultos la importancia de no arrojar basura en la playa y en el mar. Para finalizar esta actividad, los niños son guiados hasta una zona donde existe un cofre con un tesoro escondido debajo de la arena y al encontrarlo, los niños van a descubrir que hay un bono de helado para todos, además, dentro del cofre, encuentran una mención de honor marcada con su nombre y el agradecimiento por participar y contribuir al cuidado de las playas y océanos. Los residuos recogidos por los niños son separados por el personal del hotel, y posteriormente reciclados según sea su clasificación.

En una de las actividades ambientales, se contó con la presencia del señor conferencista Roberto Flores Carrillo – Biólogo, experto en desarrollo sostenible, turismo y conservación del medio ambiente de Ecuador, quién dialogó con los niños y les explicó sobre las múltiples criaturas que viven debajo de la arena, además; resaltó la iniciativa por parte del Hotel e hizo la invitación para socializar dicha labor a través de una participación virtual, en una serie de conferencias virtuales de acción turística en el marco de la conmemoración del Día Internacional de la Biodiversidad, llevada a cabo el 22 de mayo 2024.

Finalmente, hasta finales del mes de octubre del 2024, la actividad ambiental “La Búsqueda Del Tesoro” se realizó en treinta y nueve (39) jornadas y han participado 399 niños, niñas y adolescentes. Cabe resaltar; que, en cada jornada de sensibilización con los niños, se recopilan anécdotas interesantes que se pueden abordar en otro escenario.

Cuarto: Alianzas Estratégicas.

El trabajo de limpieza de playa evidenció que los residuos de menor tamaño a 2.5 cm, casi no se recogen, porque no se le ve la importancia y en muchas ocasiones, estos desechos pasan desapercibidos por toda la comunidad. Sin embargo; estos residuos si son grandes contaminantes del ecosistema costero y marino. Bajo este fenómeno, se creó un lazo concomitante entre el Estelar Santamar y la Red Tecnoparque SENA, para fortalecer los procesos de sensibilización ambiental y para desarrollar elementos o máquinas simples filtradoras de arena y así, mejorar los sistemas de limpiezas de playas y hacerlas más efectivas.

Tecnoparque Magdalena, realiza el acompañamiento y seguimiento a dos proyectos de base tecnológica, el primero, el diseño y construcción de un prototipo funcional filtrador de micro residuos en la arena de playa, y segundo, el desarrollo de un entorno de ambiente de realidad virtual, que apoye las estrategias y actividades que implementa el hotel, de manera que los participantes puedan visualizar e interactuar con posibles escenarios, ejemplo, playas deterioradas y marginadas en caso de no cuidarlas.

Discusión

A la fecha no existe una parametrización definida a la hora de recolectar muestras de residuos sólidos en las playas por parte de investigadores y organizaciones. Sin embargo; en este trabajo se tomó como referencia el primer estudio de macro-basura descrito anteriormente, en donde se determinó que los residuos sólidos superiores a 2.5 cm son considerados macro-basura, por lo tanto, los residuos inferiores a 2.5 cm, para el presente análisis es considerado como micro-basura.

Sobre la micro-basura o residuos sólidos inferiores a 2,5 cm no se encuentra suficiente literatura al respecto, debido a que generalmente se mira hacia los micro-plásticos, con estudios especializados y avanzados y su rango de observación se encuentra en partículas inferiores a 5 mm, las cuales forman parte de procesos de descomposición de residuos más grandes. Por consiguiente, el presente trabajo es un punto de partida para nuevas investigaciones.

Por los hallazgos encontrados de residuos peligrosos, entre otros, se recomienda que, para futuras investigaciones, se considere un rango de 5 cm en adelante como macro- basura y los rangos inferiores a 5 cm se determinen como micro-residuos.

En estudios realizados en el Caribe colombiano, sobre la sistematización de ocho experiencias de jornadas de limpieza de playas en un área protegida como estrategia de educación ambiental en el Parque Nacional Natural los Corales del Rosario y de San Bernardo, entre otros, resaltaron la importancia de monitorear los residuos que ingresan al área protegida, dónde destacan la falta de educación de los moradores del sector sobre el manejo de residuos. Sin embargo, reconocen que las jornadas deben ser permanentes y articular con otros procesos educativos. Así las cosas, el presente trabajo de campo, por su estructuración y continuidad en las limpiezas de playa, se convierte en un referente de consulta para otras entidades y organizaciones dedicadas a labores de limpieza de playas y protección de las zonas costeras y marinas.

Finalmente, el estudio demuestra un trabajo integral de actividades y acciones concretas sobre protección del medio ambiente y de los ecosistemas, donde participan, la empresa privada, la sociedad, el estado, los niños, niñas y adolescentes y la academia y por más pequeño que sea el aporte, cada grano de arena cuenta en la construcción de un mejor planeta.

Conclusiones

Como conclusiones del presente estudio se tiene que:

Las cadenas hoteleras, edificaciones y prestadores de servicios turísticos con incidencia directa sobre la playa, podrían implementar dentro de sus políticas ambientales, el desarrollo de procesos de experiencias exitosas en la protección y conservación de los ecosistemas costeros y marinos a través de jornadas pedagógicas ambientales.

La vinculación de los niños, niñas y adolescentes en actividades concretas de educación y sensibilidad ambiental, en el área de playa y el mar, son una herramienta esencial para expandir los comportamientos sociales ambientales en las presentes y futuras generaciones.

La comunicación asertiva entre la empresa privada y la academia, permite la articulación y materialización de ideas para afrontar de manera colectiva, soluciones a problemas reales y a su vez, enriquecer el conocimiento y generar nuevas oportunidades para todos los intervinientes.

Declaración sobre conflicto de interés:

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

Referencias Bibliográficas

Agencia UNAL. (2019). Icopor y tapas plásticas, los que más contaminan playas de Buenaventura. Universidad Nacional de Colombia. <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/ycopor-y-tapas-plasticas-los-que-mas-contaminan-playas-de-buenaventura>

Báez Hurtado, Y. (2018). Guía para una investigación de campo: (ed.). Grupo Editorial Éxodo. <https://elibro-net.biblioteca.unimagdalena.edu.co/es/ereader/unimagdalena/153628?page=96>

Decreto 217 (01 de octubre del 2021) Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto No 243 del 17 de septiembre de 2020 y se dictan otras disposiciones en virtud de la emergencia sanitaria en el Distrito Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta

De Veer P., D., Villalobos R., V. & Thiel, M. (2022). Científicos de la basura, resultados del primer muestreo internacional de macrobasura en playa. Red de Científicos de la Basura. Universidad Católica del Norte <https://cientificosdelabasura.ucn.cl/resultados-del-primer-muestreo-internacional-de-macrobasura-en-playas/>

Fundación Aquae (2021). Las colillas contaminan los océanos tanto como los plásticos. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/las-colillas-de-cigarros-contaminan-los-oceanos-tanto-como-los-plasticos/#:~:text=Algunos%20datos%20sobre%20las%20colillas%20en%20el%20mar&text=Tardan%20una%20decada%20en%20degradarse,50%20litros%20de%20agua%20dulce>

Fundación Aquae (2022). Los plásticos: una amenaza para los océanos.

https://www.fundacionaquae.org/plasticos-ods-14/amp/?gad_source=1&gclid=EAIAI QobChMikLuPzb3GiAMV4KFaBR3I dTfMEAAAYASAAEgJuGPD_BwE

Grupo Banco Mundial. (2019). 12 ideas para combatir la contaminación marina en el caribe
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/06/10/12-ideas-para-combatir-la-contaminacion-marina-en-el-caribe>

Henao-Castro, Alejandro, et al. (2023). Sistematización de experiencias de jornadas de limpieza de playas en un área marina protegida como estrategia de educación ambiental. Revista Mutis, vol. 13, no. 1. Informe Académico, dx.doi.org.biblioteca.unimagdalena.edu.co:2048/0.21789/22561498.1889.

Hoteles ESTELAR. Política de sostenibilidad.
https://hotelesestelar.com/es/sobre-nosotros?_gl=1*9mrzfv*_gcl_au*MTY0MzA3Njg0MS4xNzE3MTcxMzAw*_ga*MTc5NDE0ODQ1Ny4xNjYxNTUzMDgx*_ga_6Q2X2Q86C4*MTcxOTQxMjE3OC4xNS4wLjE3MTk0MTIxNzguNjAuMC4w

Howard, J. (2023). Contaminación marina: causas y métodos de lucha. National Geographic.
<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-marina>

Invemar (2022). Basura plástica y colillas son las frecuentes en las playas de Latinoamérica según un estudio de ciencia ciudadana.
https://portal.invemar.org.co/web/portal/noticias/-/asset_publisher/bKak15sn6b1L/content/basura-plastica-y-colillas-son-las-frecuentes-en-las-playas-de-

latinoamerica-segun-un-estudio-de-ciencia-ciudadana-
/10182?inheritRedirect=false

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019). Resolución No. 2184 (26 de diciembre de 2019), Por la cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones.
<https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-2184-de-2019/>

Ministerio de Ambiente (2022). Política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos y Plan de Acción 2022-2030.
<https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/politica-ambiental-para-la-gestion-integral-de-residuos-peligrosos-y-plan-de-accion-2022-2030/>

Naciones Unidas (2015). Objetivos de desarrollo sostenible.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Naciones Unidas (2024). Maravillas oceánicas: sostener lo que nos sustenta. Día mundial de los océanos.
<https://www.un.org/es/observances/oceans-day>.

National Geographic (2024). Colillas de cigarrillo: investigadores latinoamericanos estudian cómo tratarlas a través de hongos.
<https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2023/01/colillas-de-cigarrillo-investigadores-latinoamericanos-estudian-como-tratarlas-a-traves-de-hongos>

- Parker, L. (2024). The world's plastic pollution crisis, explained. Environment. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/plastic-pollution>
- Pimienta Serrano, E. V., & Pacheco Bustos, C. (2022). Perspectivas sobre el impacto ambiental de las actividades antropogénicas y la generación de residuos sólidos en playas del Caribe colombiano. *Ingeniería y Competividad*, 24(2). <http://dx.doi.org.biblioteca.unimagdalena.edu.co:2048/10.25100/iyc.v24i2.11365>
- Reyes Castillo, K. G. de los, Ramos Durán, R. S., & Sánchez Torres, G. (2014). Diseño de un método para la automatización del monitoreo de residuos sólidos en la playa de el Rodadero.
- Richmond, K. (2018). ¿Para qué sirve separar, clasificar y reciclar las tapas plásticas? Universidad de Costa Rica. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/11/30/para-que-sirve-separar-clasificar-y-reciclar-las-tapas-plasticas.html>
- Sánchez, E. (2015). El naufragio de los neumáticos. https://www.ecoavant.com/contaminacion/el-naufragio-de-los-neumaticos_2387_102.html
- Torrellas Hidalgo, R. (2012). La exposición al aluminio y su relación con el ambiente y la salud. *Tecnogestión: Una mirada al ambiente*, 9(1). <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/5646>

EL HIDROGENO VERDE DESCARBONIZA EL TRANSPORTE MARÍTIMO GLOBAL

GREEN HYDROGEN DECARBONIZES GLOBAL SHIPPING

Alexander Eslava Sarmiento¹ 

¹ Ingeniero, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Logística Internacional. Consultor Portuario, Surveyor Cargo. **Email:** laeslavas@unal.edu.co

Para citar este artículo: Eslava Sarmiento, A. (2025). El hidrógeno verde descarboniza el transporte marítimo global. LOGINN Investigación Científica y Tecnológica, 9(1). <https://doi.org/10.23850/25907441.7057>.

Recibido: 29 de abril de 2025

Aceptado: 30 de mayo de 2025

Publicado en línea: 6 de junio de 2025

.....

Palabras

clave:

Hidrógeno Verde;
Transporte Marítimo;
Transición Energética,
Gases Efecto Invernadero;
Descarbonización;
Energías Renovables.

Resumen

El transporte marítimo global es el modo de transporte de mercancías más eficiente energéticamente. Esto, ya que la industria depende de combustibles de origen fósil: fueloil pesado «Heavy Fuel Oil», (HFO), el diésel marino «Marine Diesel Oil», (MDO), o el gasóleo marino «Marine Gas Oil», (MGO). La combustión de estos combustibles dentro del respectivo sistema de propulsión del buque resulta en la liberación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), propulsores del Cambio Climático Global (CCG). A medida que las regulaciones ambientales se vuelven más estrictas y los costos del combustible continúan aumentando, la adopción de tecnologías y prácticas energéticamente eficientes en el sector marítimo adquieren cada vez de mayor importancia. En respuesta a ello, existe un creciente impulso transicional a fuentes de energía más limpias y sostenibles como el hidrógeno verde (H₂), producido a través de energía eólica y/o energía solar; tiene el potencial de convertirse en la solución que busca transporte marítimo global; el H₂ se puede utilizar en pilas de combustible o en motores de combustión interna de cuatro tiempos. El interés en el uso del H₂ como combustible marino radica en que no produce CO₂ como subproducto, su principal producto de combustión es el agua.

JEL: F18;
L92; M14;
Q42

Abstract

Global maritime transport is the most energy-efficient mode of freight transport. This is because the industry relies on fossil fuels: Heavy Fuel Oil (HFO), Marine Diesel Oil (MDO), or Marine Gas Oil (MGO). The combustion of these fuels within the vessel's respective propulsion system results in the release of Greenhouse Gas (GHG) emissions, drivers of Global Climate Change (GCC). As environmental regulations become stricter and fuel costs continue to rise, the adoption of energy-efficient technologies and practices in the maritime sector is becoming increasingly important. In response, there is a growing push to transition to cleaner and more sustainable energy sources such as green hydrogen (H₂), produced through wind and/or solar power; it has the potential to become the solution sought by global maritime transport. H₂ can be used in fuel cells or four-stroke internal combustion engines. The interest in using H₂ as a marine fuel lies in the fact that it does not produce CO₂ as a byproduct; its main combustion product is water.

.....
Keywords:

Green Hydrogen;
Maritime Transport;
Energy Transition;
Greenhouse Gases; Decarbonization; Renewable Energy.

Introducción

A nivel global, el 82 % de las mercancías comercializadas, se transportan por buque, en una flota de aproximadamente 99.800 buques de 100 toneladas brutas o más (media). La edad promedio de estos buques se sitúa en 22 años. Se acepta que la vida media de un buque es de 30 años. Desde este punto de vista, la mayoría de los buques existentes deberían estar operativos durante muchos años más; el transporte marítimo es el modo de transporte más eficiente energéticamente, ya que la industria marítima depende predominantemente de combustibles de origen fósil, como el fueloil pesado «Heavy Fuel Oil», (HFO), el diésel marino «Marine Diesel Oil», (MDO), o el gasóleo marino «Marine Gas Oil», (MGO). La combustión de estos combustibles dentro del respectivo sistema de propulsión del buque resulta en la liberación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), incluyendo dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), así como emisiones de material particulado (MP), óxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x), todos altamente propulsores del Cambio Climático Global (CCG) (Fayas Malik Kanchiralla, Selma Brynolf, Tobias Olsson, Joanne Ellis, Julia Hansson & Maria Grahn, 2023). De hecho, el transporte marítimo es responsable del 3 % de las emisiones globales de GEI (706 millones de toneladas de emisiones de CO₂ en 2024) (Zhu Deng, Biqing Zhu, Steven J. Davis, Philippe Ciais, Dabo Guan, Peng Gong & Zhu Liu., 2025).

Según la Organización Marítima Internacional (OMI), el sector del transporte marítimo es responsable de casi el 3% de las emisiones totales de GEI a nivel global, y de acuerdo a la información publicada en «Lloyd's List», las emisiones de CO₂ en el sector naviero muestran un aumento interanual del 4,9 % en 2021 (International Maritime Organization, 2024). Esto supone un gran revés para los continuos esfuerzos del sector naviero por reducir las emisiones de GEI. Es evidente que el sector naviero es responsable de una parte importante de las emisiones globales de GEI y esta cifra aumenta constantemente. Si no se toman medidas, es probable que las emisiones del transporte marítimo aumenten hasta un 130 % para 2050 en comparación con los niveles de 2008. En esta era de creciente conciencia global sobre los problemas ambientales, la eficiencia energética en el sector marítimo es una preocupación importante. Desempeña un papel significativo en el desarrollo sostenible al mitigar el CCG, conservar los recursos y reducir los costos operativos.

Sostenibilidad Energética

Mejorar la eficiencia energética de los buques es esencial para reducir el consumo de combustible, disminuir las emisiones de GEI y minimizar los costos operativos. La eficiencia energética en los buques no sólo ayuda a reducir los costos operativos, también se alinea con los esfuerzos globales para combatir el CCG al disminuir la huella de carbono de la industria marítima. A medida que las regulaciones ambientales se vuelven más estrictas y los costos del combustible continúan aumentando, la adopción de tecnologías y prácticas energéticamente eficientes en el sector naviero se vuelve cada vez más importante (Pietro Moretto & Spencer Quong, 2022). Por tanto, la necesidad del momento es el uso sostenible de la energía. Esto significa la utilización responsable y eficiente de los recursos energéticos de manera que se satisfagan las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades energéticas (Sogut, M.Z. & Ozkaynak, S., 2023). A continuación, se indican los pasos necesarios para conservar la energía y reducir sus efectos nocivos:

Eficiencia energética en los buques. Mejorar la eficiencia energética es un componente clave de los esfuerzos para reducir la emisión de GEI de los buques. La OMI ha hecho obligatorio para todos

los buques el Plan de Gestión de la Eficiencia Energética de Los Buques «Ship Energy Efficiency Management Plan», (SEEMP) (IMO, 2021). Este plan se centra en diversas medidas para reducir el consumo de combustible y, por tanto, aumentar la eficiencia energética. La adopción de prácticas de eficiencia energética, como la planificación optimizada de rutas, la navegación a baja velocidad y la limpieza del casco y de la hélice, pueden reducir el consumo de combustible y las emisiones. El mantenimiento regular y la modernización con tecnologías de ahorro de energía, como los sistemas de lubricación por aire, también pueden mejorar la eficiencia (Sogut, M.Z. et al, 2023).

Combustibles alternativos y propulsión. Dejar de lado los combustibles fósiles (petróleo, gas carbón) y optar por alternativas más limpias como el hidrógeno verde, el amoníaco, el metanol y los biocombustibles puede reducir significativamente las emisiones de GEI y los contaminantes del aire (Raza, Z. & Singh, S., 2023). La implementación de tecnologías de propulsión innovadoras, como los sistemas eléctricos e híbridos, también puede mejorar la eficiencia energética.

Cumplimiento normativo. El cumplimiento de las normas marítimas internacionales, como las normas de la OMI sobre emisiones GEI, gestión del agua de lastre y calidad del combustible, es esencial para reducir el impacto ambiental del transporte marítimo. El cumplimiento de las zonas de control de emisiones, «Emission Control Areas», (ECAs), y del índice de eficiencia energética de los buques existentes, «Energy Efficiency Existing Ship Index» (EEXI), también es fundamental (Raza, Z., et al, 2023).

Gestión de residuos. La eliminación adecuada de los residuos es esencial para evitar la contaminación del mar. La aplicación de planes de gestión de residuos y el cumplimiento de los Anexos IV y V del Convenio MARPOL son fundamentales.

Diseño innovador y modernización. Los nuevos diseños de buques que priorizan la sostenibilidad y la eficiencia energética, como los buques que cumplen con el Índice de Diseño de Eficiencia Energética (EEDI), son cruciales. La modernización de buques más antiguos con tecnologías de eficiencia energética también puede mejorar la sostenibilidad (Raza, Z., et al, 2023).

Capacitación y concientización de la tripulación. Capacitar a los miembros de la tripulación en las mejores prácticas de sostenibilidad, seguridad y protección del medio ambiente es vital. Las tripulaciones bien informadas y proactivas pueden desempeñar un papel importante a la hora de minimizar la huella ambiental de la industria.

Colaboración y asociaciones. La colaboración entre los gobiernos, las partes interesadas de la industria y las organizaciones puede impulsar esfuerzos colectivos para lograr la sostenibilidad en el sector del transporte marítimo. Las asociaciones para la investigación, el intercambio de mejores prácticas y la resolución de desafíos comunes son fundamentales en este sentido.

La sostenibilidad energética no sólo previene los daños ambientales, también garantiza la viabilidad y la resiliencia a largo plazo del sector marítimo ((Raza, Z., et al, 2023; Sogut, M.Z. et al, 2023). Es evidente que el uso sostenible de la energía es esencial no sólo para la preservación del medio ambiente, también lo es para la estabilidad económica y el bienestar social a largo plazo. Al adoptar un enfoque holístico de la gestión energética, se podrá crear un futuro energético más resiliente y sostenible para los actuales y para las generaciones futuras.

Emisiones A Bordo

Los motores principales de los buques utilizan combustible para generar la energía necesaria de empuje, la que lo hace avanzar. Los combustibles que utilizan los buques son principalmente combustibles fósiles (petróleo, gas carbón), por lo que sus gases de escape contienen una gran cantidad de sustancias nocivas (Oleksiy Melnyk, Svitlana Onyshchenko, Oleg Onishchenko, Oleksandr Shumylo, Andrii Voloshyn, Valentyna Ocheretna & Oleksandr Fedorenko, 2024), a saber:

Dióxido de carbono. El dióxido de carbono (CO₂) es emitido por los buques debido a la combustión de combustibles fósiles en los motores de los buques. Es un GEI y conduce al calentamiento global al atrapar el calor del sol. El dióxido de carbono adicional en la atmósfera absorbe la radiación del sol y la reemite, lo que provoca un mayor calentamiento de la atmósfera (Raza, Z., et al, 2023). El calentamiento global conduce a cambios climáticos, derretimiento de los casquetes polares, aumento del nivel del mar, aumento de la temperatura del agua de mar que afecta a la flora y fauna marina, etc. El CO₂ en la atmósfera tiene efectos nocivos para los seres humanos, los animales y el medio ambiente en general. El CO₂ puede ser absorbido por el agua de mar, lo que aumenta la acidez de los océanos y produce efectos adversos para la vida marina y el ecosistema.

Óxidos de nitrógeno. El nitrógeno es un gas inerte y normalmente no arde. Sin embargo, en una cámara de combustión, el nitrógeno puede reaccionar para formar óxido de nitrógeno (NO_x) debido a la alta temperatura y presión. Los óxidos de nitrógeno son gases nocivos que actúan de muchas maneras (Raza, Z., et al, 2023). En primer lugar, pueden depositarse directamente sobre las plantas y pueden resultar tóxicos para ellas. En segundo lugar, si están presentes en la atmósfera, interactúan con el agua de lluvia, causando lluvia ácida, que daña tanto la vida vegetal como el suelo. Esta lluvia ácida también tiene efecto perjudicial sobre los océanos, afectando así a la vida marina en general. En tercer lugar, cuando se inhalan, incluso muy pequeñas dosis causan graves problemas de salud. Por último, pueden interactuar con compuestos orgánicos volátiles (COV), lo que da lugar a ozono troposférico, que tiene un efecto perjudicial sobre la salud humana, causando dificultades respiratorias, alergias, problemas cardiovasculares, disminución de la productividad de los cultivos, etc.

Óxidos de azufre. Los óxidos de azufre (SO_x) se producen en los motores del buque durante la combustión de combustibles fósiles debido a la presencia de azufre en el combustible. Son gases nocivos que afectan la atmósfera (Raza, Z., et al, 2023). Provocan lluvia ácida, afectando la vida vegetal, contaminando el suelo, etc. Aumentan la acidez de los océanos, lo que afecta a la vida marina. Afectan directamente a los seres humanos, ya que incluso una dosis insignificante causa graves daños y malestar respiratorio, irritación ocular y otros problemas de salud. También provoca corrosión de estructuras metálicas ya que los óxidos de azufre (SO_x) pueden formar ácido sulfúrico en presencia de humedad.

Partículas en suspensión. Se refiere a partículas diminutas de carbono y otros contaminantes que se liberan en los gases de escape como resultado de la combustión (Raza, Z., et al, 2023). Cuando las partículas en suspensión se liberan a la atmósfera, pueden llegar al tracto respiratorio y causar graves molestias en forma de tos, estornudos y cáncer.

Por tanto, los gases de escape de los buques provocan diversos problemas para el medio ambiente en general y para los seres humanos en particular. No cabe duda de que el transporte marítimo es el medio de transporte más eficiente energéticamente, pero la contaminación atmosférica provocada por los buques, si no se controla, puede provocar graves problemas medioambientales.

Reducción Consumo De Combustible

La emisión de CO₂ y otros gases nocivos tiene una correlación directa con el consumo de combustible fósil. Es un hecho conocido que los motores de bajo consumo de combustible es la mejor manera de reducir la contaminación del aire (Serkan Karakas, A. Zafer Acar & Mehmet Kirmizi, 2024). El motor principal del buque quema fueloil pesado «Heavy Fuel Oil», (HFO), lo que genera un alto nivel de contaminación del aire en el motor marino estándar de dos tiempos (Oleksiy et al, 2024). Por ello, el aumento de la eficiencia del combustible es el objetivo de las iniciativas de la OMI en este campo. La medida de reducir el consumo de combustible fósil tiene muchos beneficios:

Transición. Combustibles fósiles se conservan para las generaciones futuras (Serkan Karakas, et al 2024; Vojinovic, I., 2024).). Esto garantizará que no desaparezcan por completo en unos pocos años; se conservarán durante un período más largo (período de transición), durante el cual se introducirán combustibles alternativos (hidrógeno verde, amoniaco, metano, biocombustibles, otros).

Costos-Beneficio. El combustible es uno de los principales costos operativos del buque, por lo que la reducción del consumo de combustible se traduce en un ahorro de costos para los armadores.

Reducción de la demanda. La reducción del consumo reducirá directamente la creciente demanda de combustibles fósiles, en consecuencia, frenará el aumento de los precios, lo que supondrá un doble alivio para los armadores y los clientes en general, ya que las tarifas de los fletes se reducirán con el tiempo.

Reducción de sustancias nocivas. Uno de los efectos más importantes de la reducción del consumo de combustibles fósiles es la reducción de las emisiones de sustancias nocivas (GEI) como el dióxido de azufre, el NO_x y el dióxido de carbono. Las emisiones de GEI tienen un impacto negativo en el medio ambiente y cualquier reducción de sus emisiones será muy beneficiosa para la sociedad en su conjunto, al mejorar la calidad del aire (Serkan Karakas, et al 2024; Vojinovic, I., 2024).).

Limitar emisiones de gases de escape. Las emisiones de gases de escape (GEI) están en el centro de atención hoy día, y muchos países han implementado regulaciones para limitar las emisiones de los buques. El incumplimiento de las normas puede dar lugar a multas y sanciones. Reducir el consumo de combustible y cambiar a combustibles más limpios es la mejor manera de cumplir con estas regulaciones.

Avances tecnológicos. Impulsarán el esfuerzo por reducir el consumo de combustibles fósiles a medida que los propietarios de los buques se den cuenta de que no pueden seguir operando y funcionando sus buques seguirán funcionando como siempre (Serkan Karakas, et al 2024; Vojinovic, I., 2024).). Por ejemplo, los buques híbridos que utilizan energía renovable y combustibles alternativos impulsarán la reducción del consumo de combustible fósil en las próximas dos décadas.

En efecto, reducir el consumo de combustible fósil en los buques tiene múltiples beneficios para todas las partes interesadas. Esto se traduce en significativos ahorros de costos para los operadores, mejora la sostenibilidad medioambiental al reducir las emisiones, contribuye a la seguridad energética al diversificar las fuentes de combustible, pasando de los combustibles fósiles a combustibles cero emisiones GEI (Oleksiy et al, 2024), y mejora las relaciones con las partes interesadas al demostrar un compromiso con la sostenibilidad.

Motores De Bajo Consumo

Los gases de escape de los motores de un buque contienen una enorme cantidad de energía térmica. En consecuencia, los motores de bajo consumo de combustible intentan utilizar esta energía térmica para alimentar sus turbinas, hacer funcionar plantas de vapor y producir energía eléctrica, aumentando así la eficiencia a casi el 80 % (Lind, M., Lehmacher, W., Bentham, J.B., Kuttan, S., Tikka, K., Watson, R.T., 2023). A medida que la contaminación del aire se convierte en un factor importante, los fabricantes de motores trabajan arduamente en nuevos prototipos para reducir la huella de carbono, así como la emisión de GEI. Al reducir el consumo de combustible, las emisiones de GEI y los costos operativos, los motores de bajo consumo de combustible ayudan a que el transporte marítimo sea más sostenible y económicamente viable a largo plazo.

Así, el combustible y el sistema de propulsión de un buque deben ser compatibles (Ramsay, W., Fridell, E. & Michan, M., 2023). Por tanto, la selección de un combustible alternativo influye en el sistema de propulsión, y la selección de un sistema de propulsión alternativo influye en la selección del combustible alternativo. Otros factores que influyen en la elección del sistema de propulsión y el combustible son el tipo de buque, la demanda de potencia y el perfil operativo. De hecho, el transporte marítimo internacional suele utilizar sistemas de propulsión de dos tiempos, cuatro tiempos y diésel-eléctricos. En estos sistemas, la energía química almacenada en el combustible se convierte en energía mecánica (de propulsión) y energía eléctrica (necesaria para los sistemas de a bordo) mediante Motores de Combustión Interna (MCI) (Larissa Fink, Shaghayegh Kazemi Esfeh, Jorgen Depken, Sören Ehlers & Martin Kaltschmitt, 2025). Los motores diésel de dos tiempos de baja velocidad se caracterizan por una mayor eficiencia y se utilizan generalmente para la propulsión. Por otro lado, los motores diésel de 4 tiempos de velocidad media presentan mayores densidades de potencia y se utilizan habitualmente para generar energía eléctrica (generadores diésel).

En efecto, la mayoría de los buques, actualmente, utilizan métodos de combustión en forma de motor de combustión interna (MCI). El hidrógeno Verde (H₂) puede utilizarse para propulsar un MCI; sin embargo, dadas las diferentes tasas de combustión del hidrógeno y los combustibles utilizados actualmente, la modernización requeriría modificaciones significativas (Ramsay, W., et al 2023). Si bien, con la infraestructura adecuada. Debido a su alta inflamabilidad y densidad de energía gravitacional, el rendimiento de un motor de H₂ puede superar combustibles a base de petróleo.

Eficiencia Energética Del Buque

A bordo, la tripulación del buque puede tomar varias medidas para aumentar la eficiencia energética del buque y reducir así el consumo de combustible, a saber:

Planificación del viaje. Medida más básica e importante para reducir el consumo de combustible. El plan del viaje debe ser la ruta más económica de un puerto a otro, acorde con la seguridad del buque. De hecho, las condiciones meteorológicas adversas y las corrientes aumentan el consumo de energía. Uno de los aspectos más importantes de la planificación del viaje que afectará a la eficiencia energética es la distancia recorrida (Charles J. McKinlay, Stephen R. Turnock & Dominic A. Hudson, 2021). Teniendo en cuenta la seguridad del buque, el plan de viaje debe ser el que recorra la distancia más corta entre un puerto y el siguiente. Si se planifica cuidadosamente la ruta, se puede seleccionar más eficiente teniendo en cuenta factores como las corrientes oceánicas, las condiciones meteorológicas y la congestión del tráfico. Esto conducirá a una reducción del consumo de combustible y contribuirá a unas operaciones sostenibles.

Rutas meteorológicas. Las compañías navieras emplean los servicios de compañías de rutas meteorológicas para guiar al capitán sobre el rumbo más óptimo, teniendo en cuenta el clima, las corrientes y los requisitos del buque. En la actualidad, los servicios de rutas meteorológicas recurren a la Inteligencia Artificial (IA) (Eslava Sarmiento, Alexander, 2025), para obtener un pronóstico preciso de los patrones meteorológicos y, de ese modo, guiar el buque sobre el rumbo y la velocidad, teniendo en cuenta la seguridad y la economía del viaje. El capitán debe estar en comunicación con ellos y expresar cualquier inquietud o diferencia (Vojinovic, I. 2024). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el capitán conserva la autoridad primordial en todos los aspectos de la operación del buque. Si el capitán considera que la ruta recomendada por los servicios de rutas meteorológicas es insegura de alguna manera, debe levantar la bandera roja e informar a los servicios de rutas en consecuencia. Evitar las condiciones meteorológicas adversas y las corrientes desfavorables puede reducir significativamente el consumo de combustible del buque. La planificación de rutas en función de las condiciones meteorológicas mejora la eficiencia energética del transporte marítimo al optimizar las rutas de los buques para minimizar el consumo de combustible, reduciendo las emisiones de GEI, mejorando la seguridad y eficiencia operativa.

Optimización de la velocidad. La velocidad es un criterio importante para controlar el consumo de combustible. Un aumento del 10 % en la velocidad aumentará el consumo de combustible en más del 15% dependiendo del tamaño y tipo de buque (Vojinovic, I., 2024). Por tanto, la velocidad del buque debe ajustarse en caso de retrasos en el atraque, etc. Esto se conoce como llegada “Llegada Justo a Tiempo”. Para que esto sea exitoso, los agentes del buque deben coordinarse con el puerto y los prácticos para obtener una estimación precisa del atraque del buque. En consecuencia, informarán al capitán, quien ajustará su velocidad para llegar a tiempo y, de ese modo, reducir el consumo de combustible. La optimización de la velocidad equilibra la velocidad del buque y el consumo de combustible, con técnicas como la navegación lenta que reducen significativamente el uso de combustible sin comprometer la llegada puntual y mejorando la eficiencia energética del buque.

Ajuste del buque. El ajuste correcto depende de varios factores, como el diseño del buque, el peso muerto, las condiciones meteorológicas, por proa o por popa es mejor para la velocidad, el consumo de combustible y la eficiencia energética del buque (Cagatayhan et al, 2023). Corresponde a los operadores de los buques estudiar este aspecto en diferentes condiciones de funcionamiento para llegar al ajuste correcto, que optimizará el rendimiento hidrodinámico y la eficiencia energética del buque.

Gestión agua de lastre. La convención de gestión del agua de lastre, requiere que todos los buques implementen gradualmente una planta de tratamiento, «Ballast Water Treatment», (BWT). La gestión adecuada del lastre tiene un efecto en el peso muerto del buque, su asiento y su eficiencia energética. Aunque la tripulación del buque no puede hacer mucho al respecto, mantener el mínimo lastre a bordo sin duda se traducirá en un menor consumo de combustible y, en consecuencia, en una reducción de la huella de carbono del buque (Vojinovic, I., 2024). Esto no siempre es posible, ya que, en caso de mal tiempo, los buques pueden tener que cargar lastre adicional para que el buque sea más estable.

Horas de funcionamiento de los equipos. todos los equipos consumen energía y reducir las horas de funcionamiento es un buen método para aumentar la eficiencia energética (Ramsay, W., et al 2023). Ya se trate de equipos de amarre o equipos auxiliares en la sala de máquinas; garantizar que el equipo no funcione en vacío ayudará a reducir el consumo de energía. Es práctica común mantener el

cabrestante y el molinete de amarre en funcionamiento antes de la operación de fondeo o atraque. Es una buena práctica que los buques desarrollen procedimientos operativos estándar, «Standard Operating Procedures», (SOP) para el uso de los equipos a fin de optimizar las horas de funcionamiento y garantizar la eficiencia energética. Al proporcionar pautas y capacitación estandarizadas, los SOP permiten a los operadores de los buques optimizar el rendimiento de los equipos, minimizar el consumo de combustible y reducir el impacto ambiental, al tiempo que garantizan operaciones seguras y eficientes en el mar.

Consumo directo de energía a bordo. Existen muchas otras formas de reducir el consumo de combustible y aumentar la eficiencia energética, como controlar el aire acondicionado para mantener la temperatura requerida, controlar la calefacción de la carga, apagar luces cuando no se necesitan, etc. El personal del buque participa directamente en estas medidas operativas, y gestionar y controlar el consumo de energía a bordo contribuirá en gran medida a la eficiencia energética (Cagatayhan et al, 2023; Vojinovic, I., 2024).). La OMI ha hecho del Plan de gestión de la eficiencia energética de los buques, «Energy Efficiency Management Plan», (SEEMP), un requisito obligatorio a bordo.

Formación y motivación del personal del buque. Cualquier sistema es tan bueno como las personas que lo implementan. En consecuencia, la formación del personal de los buques es prioridad (Vojinovic, I., 2024). Aunque no existe un requisito obligatorio de formación en materia de eficiencia energética, muchos armadores inscriben a su personal en cursos de este tipo impartidos por organizaciones reconocidas y centros de formación de renombre. Se forma al personal sobre la importancia de la eficiencia energética y se le proporcionan diversas medidas para aplicar el SEEMP y, de ese modo, reducir las emisiones de GEI de sus buques.

Instalación de depuradores a bordo. según las enmiendas de la OMI al Anexo VI, el límite de azufre para el combustible utilizado en los motores de los buques es del 0,5 % m/ m fuera de las Áreas Se Control de Emisiones (ACE) y del 0,1 % m/m dentro de ellas. Los propietarios de los buques pueden, a su elección, instalar depuradores para eliminar el SOx de los gases de escape y seguir utilizando combustible con el 3,5 % m/m según las reglamentaciones anteriores (Cagatayhan et al, 2023). Dado que los depuradores de circuito abierto vierten en el mar las aguas residuales que contienen SOx, muchos países han prohibido el uso de depuradores de circuito abierto en sus aguas. Los depuradores de circuito cerrado son una opción más sostenible, ya que las aguas residuales se descargan en instalaciones de recepción en tierra.

Estrategia

La primera estrategia de la OMI para lograr una reducción de las emisiones de GEI entró en vigor en 2018 (Rodríguez, S.P., Sevilla, N.P.M., Tabla-Hernandez, J., Pachauri, A., Ayala, N.P., 2025). Esta estrategia busca acelerar la reducción de las emisiones de GEI del transporte marítimo con el objeto de alcanzar un nivel de cero emisiones netas para 2050 o alrededor de esa fecha. Además, se han establecido objetivos provisionales de reducción de GEI del 20 % para 2030 y de al menos el 70 % para 2040. Asimismo, el objetivo para 2030 implica la adopción de tecnologías y combustibles que permitan alcanzar emisiones de GEI nulas o casi nulas en una proporción de al menos el 5% del consumo total de combustible en el sector marítimo. En consecuencia, para cumplir con los límites de emisiones de GEI de la flota mercante global y de cruceros, se han evaluado diferentes áreas de mejora, que incluyen medidas específicas y su potencial de reducción (Vojinovic, I., 2024), entre otras:

Reducción de velocidad, optimización de rutas y utilización de buques, obteniéndose un

Potencial de Reducción (PR) de GEI (PR-GEI) > 20 %

Optimización de la forma del casco, revestimiento del casco, limpieza del casco (PR-GEI entre el 5-15 %)

Mejoras de eficiencia, recuperación de calor residual, sistemas de propulsión alternativos (PR-GEI entre el 5-20 %)

Uso de combustibles alternativos (Gas Natural Licuado (GNL), Gas Licuado de Petróleo (GLP), Hidrógeno Verde (H₂), amoníaco, metanol), electrificación, uso de energía eólica, energía solar o energía nuclear (PR-GEI del 100 %)

Captura de carbono de los gases de escape y almacenamiento permanente del carbono (PR-GEI del 90 %).

En consecuencia, la adopción de combustibles y fuentes de energía alternativas es la única área de mejora con potencial para lograr una reducción completa (100 %) de las emisiones de GEI de la flota mundial de buques (Dutra, F.S., Araujo, B.M., Santos, R.S., Caiado, R.G.G., Thomé, A.M.T., 2025; Oleksiy et al, 2024). Sin embargo, se puede considerar el uso de una gama relativamente amplia de combustibles alternativos en la industria marítima, cada uno caracterizado por diferentes beneficios y desafíos, dependiendo de sus propiedades específicas (Dutra, F.S., et al 2025). De hecho, los requisitos relacionados con la infraestructura de producción, distribución y abastecimiento de combustible (bunkering), así como las respectivas tecnologías de propulsión, pueden diferir para el uso de diferentes opciones de combustibles alternativos, lo que potencialmente también requiere importantes modificaciones a bordo de los buques.

Hidrogeno Verde

Aunque el hidrógeno (H) es el elemento más abundante del universo, no está disponible en una forma que permita su uso directo. Para obtener hidrógeno puro, es necesario producirlo artificialmente a partir de combustibles fósiles o energías renovables mediante procesos, algunos de los cuales generan grandes cantidades de carbono.

Cuando la fuente de energía utilizada es renovable (solar, eólica), el hidrógeno se produce mediante electrólisis (descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno mediante electricidad) y se denomina Hidrógeno Verde (H₂) (Dere, C., 2023; Rodríguez, S.P., et al, 2025); la electricidad utilizada debe provenir de fuentes renovables para garantizar un proceso libre de carbono. El proceso de producción de H₂ se considera libre de emisiones de GEI, con sólo 13 g de CO₂ emitidos por MJ de H₂ producido ((Larissa Fink, et al, 2025). Ovchinnikov, A., Mackinnon, J., 2024). La combustión de hidrógeno no produce CO₂ (u otros GEI), CO, HC, SO_x, humo, plomo (u otros metales tóxicos), ácido sulfúrico, ozono (u otros oxidantes), benceno (u otros compuestos cancerígenos) o formaldehído. En cambio, su principal producto de combustión es el agua (Yifan Wang & Laurence A. Wright., 2021).

El H₂ tiene el potencial de convertirse en la solución para los diversos segmentos y la logística del transporte marítimo global. El H₂ se puede utilizar en pilas de combustible o en motores de combustión interna de cuatro tiempos. La atención a las tecnologías del hidrógeno está creciendo, y las industrias están incrementando la inversión en soluciones de hidrógeno en todas las cadenas de valor previstas y relacionadas con este. Estas incluyen aplicaciones del hidrógeno en el transporte, como camiones pesados, ferrocarril y transporte marítimo. El interés en el uso del hidrógeno como combustible marino radica en que no produce CO₂ como subproducto. Al utilizarse en pilas de combustible, experimenta una reacción química y, al emplearse en MCI, se quema; sin embargo, en ambos casos, sólo produce agua y calor como subproductos (Ji-Chao Li, Heng Xu, Ke Zhou & Ji-

Qiang Li., 2024; Ravikumar Jayabal, 2025).

Al comparar las pilas de combustible de hidrógeno con los MCI de 4 tiempos, alimentados por hidrógeno los MCI de hidrógeno tienen ventajas en cuanto al costo inicial, la densidad de potencia y la pureza del hidrógeno que se suministrará al motor. En ambos procesos, las pilas de combustible de hidrógeno se consideran más eficientes, ya que no producen emisiones de GEI de escape; el único subproducto es agua. Las propiedades de combustión del H₂ lo convierten en un combustible adecuado para los MCI de 4 tiempos. La velocidad de la llama es de 5 a 6 veces mayor que la del diésel y es combustible con una amplia gama de concentraciones, que oscila entre el 4 % y el 75 % de concentración por volumen (Ramsay, W., Fridell, E. & Michan, M., 2023). La proporción volumétrica combustible del H₂ corresponde de 0,1 a 7,1 en términos de relación de equivalencia, lo que permite la combustión en relaciones de equivalencia más bajas y sin emisiones de carbono (CO, CO₂) (Larissa Fink, et al 2025; Van Hoecke, L., Laffineur, L., Campe, R., Perreault, P., Verbruggen, SW. & Lenaerts, S., 2021).

Los límites de inflamabilidad del H₂ tienen una capacidad de funcionamiento de amplio rango, en particular en comparación con el combustible diésel. El poder calorífico del hidrógeno es máximo y, tanto, la cantidad de energía generada por el hidrógeno será máxima en comparación con los motores diésel. Esto se debe a que el hidrógeno presenta una mayor eficiencia energética general durante la conversión de combustible y se proporciona con frenado regenerativo en sistemas de propulsión para mejorar la eficiencia. Dado que los límites operativos de la relación combustible-aire de los motores diésel están significativamente restringidos por una combustión inadecuada, humo y emisiones de hidrocarburos no quemados en relaciones de equivalencia más altas, entre 0,7 y 0,9, la capacidad del H₂ para mantener la combustión en condiciones muy pobres y los resultados (Larissa Fink, et al 2025; Van Hoecke, et al, 2021). En efecto, los sistemas de combustión con emisiones contaminantes reducidas que se ofrecen en tales condiciones se consideran ventajosos.

Al ser un combustible sin emisiones de carbono, el H₂ puede considerarse el combustible del futuro (Dere, C., 2023). Se produce mediante la electrólisis del agua para obtener hidrógeno y oxígeno. La electrólisis se alimenta con energías renovables, como la eólica, la solar, la geotérmica, etc. Se están desarrollando tecnologías para que este proceso sea más eficiente y rentable. Dado que el hidrógeno es un combustible libre de carbono, no se producen emisiones de CO₂ durante su combustión. Al igual que el amoníaco, la combustión del hidrógeno no produce emisiones de metano, pero sí de óxido nitroso (N₂O), que contribuyen al CCG. Al utilizar una pila de combustible de H₂ en lugar de un MCI, se evitan las emisiones de N₂O y óxidos de nitrógeno (NO_x), y sólo se produce agua (Larissa Fink, et al 2025; Fink, L., Esfeh, S.K., Depken, J., Ehlers, S., Kaltschmitt, M., 2025).

Dada su incipiente adopción en el sector marítimo, la infraestructura para el hidrógeno se encuentra actualmente en una fase inicial y disponible sólo de forma limitada y a pequeña escala. No obstante, desde 2023, cinco buques internacionales operaban con H₂ como combustible. Se han encargado otros cinco buques. De hecho, la principal desventaja del H₂ como combustible para buques es la preocupación por su inflamabilidad y su alta reactividad. El H₂ tiene un amplio rango de inflamabilidad y puede encenderse en concentraciones tan bajas como el 4 % en el aire, lo que lo hace más propenso a fugas accidentales o explosiones si no se maneja adecuadamente (Ramsay, W., et al, 2023). Por tanto, para que el H₂ sea ampliamente aceptado como combustible para buques, es necesario contar con procedimientos seguros de almacenamiento, abastecimiento (bunkering) y manipulación. Sin embargo, la industria está trabajando para solucionar este problema.

El H₂ puede almacenarse en un buque como gas licuado a $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con una ligera sobrepresión; como gas comprimido a alta presión (normalmente de 250 a 500 bares) en forma licuada a temperaturas criogénicas; o ligado a portadores líquidos o sólidos (Fink, L., et al, 2025; Pålsson, C., Rydbergh, T., 2023). El tipo de almacenamiento suele depender del uso final. Cuando se requiere baja potencia y un tiempo de funcionamiento relativamente corto, el almacenamiento a presión es la mejor solución. Cuando se requiere un tiempo de funcionamiento más prolongado y mayor potencia, el hidrógeno debe almacenarse a alta presión a temperaturas criogénicas. Dado que el H₂ es la molécula más pequeña, es más difícil de contener que otros gases; tiene un amplio rango de inflamabilidad, se inflama fácilmente y puede autoinflamarse. Dado que el mercado aún está en desarrollo, los esfuerzos se concentran en abordar la producción y distribución de hidrógeno de manera limpia, económica y segura. De hecho, algunos tipos de pilas de combustible de H₂ suelen ser reversibles, lo que permite la electrólisis (Mauricio Latapí, Brynhildur Davíðsdóttir, David Cook, Lára Jóhannsdóttir, Andrea Marin Radoszynski & Kenneth Karlsson, 2024; Sanjay Kumar, Anilia Nanan-Surujbally, Davinder Pal Sharma & Dinesh Pathak, 2024).

Por tanto, un buque propulsado por hidrógeno con una pila de combustible reversible podría producir su propio H₂ con acceso a electricidad y agua (Federico Ustolin, Alessandro Campari & Rodolfo Taccani, 2022). Esto podría aliviar las preocupaciones sobre la seguridad del suministro, ya que se requeriría menos infraestructura para que un puerto proporcione suministro eléctrico, en lugar de almacenar grandes volúmenes de H₂. En efecto, si el buque contara con un método de producción de energía renovable a bordo (solar o eólica), esto contribuirá a satisfacer la demanda (Oleksiy Melnyk, Oleg Onishchenko, Svitlana Onyshchenko, Serhii Kuznichenko, Oleh Lohinov & Artur Zaporozhets, 2025; Ji-Chao Li, et al 2024).

Desafíos

El Hidrógeno Verde (H₂) es un combustible descarbonizador del transporte marítimo, sin embargo, en la industria marítima existen desafíos que deben abordarse antes de su utilización efectiva. Estos desafíos existen a bordo del buque, durante la producción de hidrógeno y en el frente regulatorio. Los dos principales desafíos para el uso del hidrógeno como combustible marino es la gestión de la seguridad y el almacenamiento (Abdisa Sisay Mekonnin, Krzysztof Wacławiak, Muhammad Humayun, Shaowei Zhang & Habib Ullah, 2025; Onorati A, Payri & R, Vaglieco B., 2022). La necesidad de seguridad surge tanto a nivel operativo como a nivel de almacenamiento debido a la explosividad. y la naturaleza inflamable del H₂. Esto requiere la implementación de conceptos de seguridad para los sistemas de los buques. y el manejo de estos sistemas por parte de la tripulación. El almacenamiento es otra área de preocupación, ya que el H₂ necesita almacenarse a bordo a muy alta presión y a temperaturas criogénicas debido a su bajo volumen y densidad energética en comparación con otros combustibles (Natali, M., Rego, R., 2023). Esto requiere esfuerzos adicionales en el diseño, desarrollo y mantenimiento dichas condiciones de almacenamiento en los buques.

Estudios revelan que, cuando el H₂ se utiliza como combustible en motores de combustión, la eficiencia se reduce debido a las mayores pérdidas de agua de refrigeración y se logra una baja presión media efectiva de frenado debido a la muy baja densidad del combustible gaseoso ((Dere, C., 2023; Dutra, F.S., et al 2025). Esto exige un aumento de las dimensiones del motor para producir la misma potencia a la misma velocidad que un motor diésel. De igual forma, se ha comprobado que las bujías refrigeradas y una mezcla diluida de hidrógeno y aire son más eficaces para eliminar el riesgo de detonación, considerando debidamente la definición de la disposición y la forma óptima de un inyector, como el número de orificios y su diámetro y su posición relativa (Abdisa Sisay Mekonnin et al, 2025).

En el frente regulatorio, los marcos regulatorios internacionales existentes exigen que los buques propulsados por H2 cumplan con el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar, «Safety Of Life At Sea», (SOLAS) y Parte A del Código IGF, «International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low Flashpoint Fuels», en la que los armadores deben demostrar la seguridad del diseño alternativo a la administración del pabellón correspondiente. Si bien la OMI está trabajando para añadir el H2 al Código, este sigue siendo un proyecto en desarrollo (Mikael Lind, Wolfgang Lehmacher, Sanjay Kuttan, Jillian Carson-Jackson, David Cummins, Margi van Gogh & Torbjörn Rydbergh, 2023). Lamentablemente, esto no proporciona al armador la confianza necesaria de que su buque sea realmente seguro y que, en última instancia, se clasifique como seguro para las operaciones. La falta de normas regulatorias y políticas genera incertidumbre operativa para los armadores y operadores en cuanto a la certificación, inspección o mantenimiento de los buques de nueva generación propulsados por H2. De igual forma, también se consideran esenciales las políticas e incentivos para la producción y el suministro de H2 como combustible marino, que actualmente son inexistentes. De ahí que sea un área de preocupación.

Reglamentos

Si bien el H2 tiene sus propias ventajas como combustible de descarbonizante del transporte marítimo, sorprende que la OMI no cuente con Normas para el diseño de buques a base de hidrógeno. En su lugar, han establecido un mecanismo denominado “Enfoque de Diseño Alternativo”, el cual permite la innovación sin necesidad de Normas (Yilin An, Tzu Yang Loh, Pannikar Sujith Bhaskara & Siang Meng Ivan Sin, 2023). Este enfoque exige que el innovador demuestre niveles equivalentes de seguridad tecnológica, según lo estipulado por las normas vigentes (Sanjay Kumar, et al, 2024).

Seguridad

Dado que las regulaciones no se han definido explícitamente, es importante que se aprecien las preocupaciones de seguridad asociadas con el uso del H2 como combustible marino. La principal preocupación es su alta combustibilidad (Weijie Fang, Chunliang Ding, Le Chen, Wenquan, Zhou, Jiafan Wang, Kai Huang, Rui Zhu, Jiang Wu, Bangfu Liu, Qi, Fang, Xianxuan Wang & Jiachao Wang, 2024). Con un amplio rango y una baja temperatura de autoignición, las explosiones de H2 son un motivo de gran preocupación. Para superar este desafío, se pueden utilizar sensores disponibles comercialmente, generalmente de tipo electroquímico. Estos sensores son cruciales; el H2 no puede mezclarse con un odorante, debido a que puede contaminar las celdas de combustible, y una fuga podría pasar desapercibida, ya que las moléculas de hidrógeno son más pequeñas que las del odorante.

De igual manera, el oxígeno generado por la condensación del aire en las tuberías representa otro riesgo de explosión. Si bien se puede utilizar una configuración similar a la del GNL para el hidrógeno, será necesario prestar mayor atención al aislamiento y a la prevención de fugas (Weijie Fang, et al, 2024). De hecho, la alta resistencia requiere que el hidrógeno se almacene en forma líquida a temperaturas extremadamente bajas ($-253\text{ }^{\circ}\text{C}$), lo que hace que el proceso sea muy intensivo en energía, con requisitos de alta calidad y aumento del espesor del aislamiento. Incluso el proceso de evaporación antes del uso requiere un alto consumo de energía, con riesgos adicionales de explosión debido a fugas (Olga Aneziris & Ioanna Koromila, 2023).

El uso de temperaturas criogénicas para almacenar H2 es otro aspecto de seguridad que debe abordarse. Dichas temperaturas criogénicas pueden causar fragilización de la estructura. Estos problemas de seguridad pueden abordarse mediante el uso de Computación en la Nube (CN), Internet

de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA), Gemelos Digitales (GD), Tecnología Blockchain (TB), Big-Data (BD), Simulación Inteligente (SI), Realidad Aumentada (RA), para la predicción de riesgos, la mejora del diseño y la mitigación (Eslava Sarmiento, Alexander, 2025). Consciente de la importancia de la necesidad de normas de seguridad para el uso de hidrógeno como combustible, el Instituto Técnico de Italia ha emitido la norma técnica ENR 14002:2021 como norma técnica voluntaria para el uso de hidrógeno como combustible en buques de guerra.

Cumplimiento

Dado que la falta de normativas (Dere, C., 2023; Yilin An, et al, 2023), no puede impedir que las innovaciones se centren en el desarrollo de combustibles alternativos para la descarbonización del sector marítimo, se está adoptando el enfoque del “Diseño Alternativo”. Sin embargo, este cumplimiento es voluntario y no vinculante. Dado que el sector marítimo es lento en la adopción de cambios, dicho cumplimiento voluntario suele incorporarse en la propia fase de reacondicionamiento o diseño, como se ha observado en varios buques fluviales en los que se ha utilizado H₂ como combustible alternativo para la propulsión.

Comentarios

El CCG es el principal problema al que se enfrenta hoy en día la industria marítima, principalmente debido a la liberación de GEI. La solución obvia sería reducir el consumo de combustibles fósiles y, en última instancia, hacer la transición a combustibles alternativos y ecológicos. Sin embargo, es más fácil decirlo que hacerlo, ya que se trata de una transición compleja que abarca desde los desafíos prácticos de la implementación hasta las diversas consideraciones de costo-beneficio. Esta complejidad subraya la magnitud de la transformación necesaria para dirigir la industria marítima hacia un futuro sostenible y responsable con el medio ambiente.

Por tanto, la transición hacia un transporte marítimo sin combustibles fósiles (descarbonizado) se enfrenta a importantes obstáculos, debido a que, una pequeña fracción de la flota mundial -menos del 1 %- utiliza actualmente combustibles no fósiles el 93,5 % de los buques activos aún dependen de combustibles fósiles convencionales (petróleo, gas carbón), y sólo el 5,92 % utiliza Gas Natural Licuado (GNL). La mayor parte del transporte mundial depende de los combustibles fósiles para obtener la energía necesaria; los motores de los buques queman combustibles fósiles para generar energía, lo que da lugar a la liberación de gases de escape a la atmósfera (GEI). En efecto, hoy en día, la mayoría de los buques que se botan (entregan) carecen de los avances tecnológicos disruptivos de la Industria 4.0 (I4.0): Computación en la Nube (CN), Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA), Gemelos Digitales (GD), Tecnología Blockchain (TB), Big-Data (BD), Simulación Inteligente (SI), Realidad Aumentada (RA). Esto se debe, por lo general, a que los armadores no están dispuestos a invertir en tecnología. Prefieren cumplir con las normas mínimas, que les garantizarán no entrar en conflicto con los organismos encargados de hacer cumplir la normativa, como los controles del Estado rector del puerto y del Estado de abanderamiento, y podrán seguir comerciando como de costumbre.

La energía, en sus diversas formas, ha sido el elemento vital del transporte marítimo durante siglos y ha determinado la evolución de la industria. Los buques tienen una conexión íntima con el medio ambiente y es necesario un esfuerzo constante para garantizar que no lo contaminen. Los buques utilizan combustibles fósiles como fuente de energía y las emisiones de los tubos de escape de los buques contienen ingentes cantidades de GEI que provocan el CCG. Sin embargo, el problema surge

cuando el efecto invernadero se potencia debido a la presencia de GEI, principalmente dióxido de carbono (CO₂). La presencia de CO₂ potencia el efecto invernadero y eleva la temperatura de la Tierra; teniendo efectos desastrosos en el planeta, como el deshielo de los glaciares, el CCG, riesgos potenciales para la salud, invasión de especies, pérdida de la seguridad alimentaria.

Mejorar la eficiencia energética de los buques es esencial para reducir el consumo de combustible, disminuir las emisiones de GEI y minimizar los costos operativos. La eficiencia energética en los buques no sólo ayuda a reducir los costos operativos, también se alinea con los esfuerzos globales para combatir el CCG al disminuir la huella de carbono de la industria marítima. A medida que las regulaciones ambientales se vuelven más estrictas y los costos del combustible continúan aumentando, la adopción de tecnologías y prácticas energéticamente eficientes en el sector naviero se vuelve cada vez más importante. Esto, significa la utilización responsable y eficiente de los recursos energéticos de manera que se satisfagan las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades energéticas, tomando medidas preventivas, a saber: reduciendo las emisiones de GEI (descarbonizando la economía global), reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles aumentando la eficiencia energética y, pasando a fuentes de energía alternativas, ya que la dependencia excesiva de estos recursos no renovables en el sector marítimo generará problemas de suministro y volatilidad de precios (la industria marítima es muy vulnerable a estas fluctuaciones). De hecho, la dependencia de la industria marítima de los combustibles fósiles conducirá a la obsolescencia tecnológica y a una menor competitividad en el mercado mundial. En respuesta a ello, existe un creciente impulso global para la transición a fuentes de energía más limpias y sostenibles como el Hidrógeno Verde (H₂).

Conclusiones

El hidrógeno es el combustible universal que no contiene carbono, es renovable y tiene propiedades de combustión únicas como combustible prometedor para el futuro. Como fuente de energía para fines de transporte no se utiliza demasiado en la actualidad. Sin embargo, tiene un gran potencial como fuente de energía, para ser almacenada, transportada y distribuida. Por tanto, se espera que el H₂ como combustible pueda marcar el futuro de los Motores de Combustión Interna, (MCI), y en efecto, del transporte marítimo, debido a su contenido libre de carbono, al no emitir dióxido de carbono (CO₂), hidrocarburos no quemados ni emisiones de monóxido de carbono (CO).

El H₂, utilizado como combustible marino, ofrece numerosos beneficios a los operadores y armadores de buques, al medio ambiente y a la sociedad, al ayudar a la industria naviera a cumplir con las normas de emisiones de carbono a las que se comprometió la OMI. En consecuencia, el hidrógeno ofrece menores costos de combustible y una mayor autonomía en comparación con los combustibles convencionales (petróleo, gas carbón), a la vez que estimula el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones para el diseño, la propulsión, el almacenamiento, el suministro (bunkering) y la seguridad de los buques.

Si bien el H₂ produce emisiones insignificantes de escape y puede considerarse un combustible adecuado para la descarbonización del transporte marítimo global, su uso en un buque presenta sus propios desafíos. Con 300 kg de H₂ que proporcionan la misma energía que una tonelada de diésel, el espacio necesario a bordo para almacenar hidrógeno líquido es casi ocho veces mayor que el gasóleo marino «Marine Gas Oil», (MGO). Si bien las instalaciones de almacenamiento terrestres pueden adaptarse para aplicaciones marinas, el espacio disponible a bordo para el almacenamiento de combustible es limitado y puede representar un gran desafío.

El H₂ tiene un potencial significativo para su utilización directa en Motores de Combustión Interna (MCI), donde transforma la energía química del hidrógeno en energía térmica, que posteriormente se convierte en energía mecánica o eléctrica. Las pilas de combustible convierten la energía química del H₂ o de combustibles ricos en hidrógeno en electricidad, calor y agua como bioproducto, ofreciendo ventajas sobre los motores diésel: mayor eficiencia, emisiones cercanas a cero, menor ruido y menores costos de mantenimiento. Sin embargo, los principales desafíos para el uso de pilas de combustible en el sector marítimo incluyen el costo total, la pureza del H₂, el almacenamiento a bordo, la legislación en materia de seguridad y la infraestructura.

Los buques propulsados por H₂ pueden producir H₂ a bordo mediante electrólisis de agua de mar, como lo demuestra el «Energy Observer», equipado con paneles solares y turbinas eólicas para la producción de hidrógeno verde. Este hidrógeno puede utilizarse en pilas de combustible para sistemas de propulsión y auxiliares.

Si bien el H₂ produce emisiones insignificantes de escape, es un combustible adecuado para la descarbonización del transporte marítimo. Con 300 kg de H₂ que proporcionan la misma energía que una tonelada de diésel, el espacio necesario a bordo del buque para almacenar hidrógeno líquido es casi ocho veces mayor que el gasóleo marino «Marine Gas Oil», (MGO). Si bien las instalaciones de almacenamiento terrestres pueden adaptarse para aplicaciones marinas, el espacio disponible a bordo del buque para el almacenamiento de combustible es limitado y puede representar un gran desafío.

Para mitigar el CCG, es necesaria una reducción rápida y completa de las emisiones de GEI. Actualmente, el transporte marítimo es responsable de aproximadamente el 3 % de las emisiones globales de GEI. Por tanto, el objetivo es lograr la neutralidad climática en el sector marítimo para 2050. Por un lado, esto aplica al transporte marítimo internacional, abordado por la Organización Marítima Internacional (OMI) en su respectiva estrategia de reducción de GEI. Por otro lado, esto aplica al transporte fluvial, cuyos objetivos de reducción de emisiones se establecen mediante objetivos nacionales o transnacionales.

Al almacenar H₂ en el buque, es todo un desafío, dada su menor densidad energética volumétrica en comparación con los combustibles convencionales. Esto implica la necesidad de tanques más grandes y, por tanto, menor capacidad de transporte o frecuencias de abastecimiento más cortas y ajustes de ruta.

Declaración sobre conflicto de interés:

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

Referencias Bibliográficas

- | | | |
|--|--|------|
| Abdisa Sisay Mekonnen, Krzysztof
Wacławski, Muhammad Humayun,
Shaowei Zhang & Habib Ullah. (2025).
Hydrogen Storage Technology, and Its
Challenges: A Review, Catalysts, | 15(3),
https://doi.org/10.3390/catal15030260 | 260; |
| | Cagatayhan Sevim & Burak Zincir.
(2023). Comparison of Biofuels for | |

- Decarbonized Maritime Transportation. In: Sogut, M.Z., Karakoc, T.H., Secgin, O., Dalkiran, A. (eds) Proceedings of the 2022 International Symposium on Energy Management and Sustainability. ISEMAS 2022. Springer Proceedings in Energy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30171-1_55
- Charles J. McKinlay, Stephen R. Turnock & Dominic A. Hudson. (2021). Route To Zero Emission Shipping: Hydrogen, Ammonia or Methanol? International Journal of Hydrogen Energy, Volume 46, Issue 55, Pages 28282-28297, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.06.066>
- Dere, C. (2023). Hydrogen Fueled Engine Technology, Adaptation, and Application for Marine Engines. In: Zincir, B., Shukla, P.C., Agarwal, A.K. (eds) Decarbonization of Maritime Transport. Energy, Environment, and Sustainability. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1677-1_4
- Dutra, F.S., Araujo, B.M., Santos, R.S., Caiado, R.G.G., Thomé, A.M.T. (2025). Wave of Change: Sustainable Fuel Selection in Maritime Operations. In: Gonçalves dos Reis, J.C., Mendonça Freires, F.G., Vieira Junior, M., Garcia Barbastefano, R., Oliveira Sant'Anna, Â.M. (eds) Industrial Engineering and Operations Management. IJCIEOM 2024. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 483. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80785-5_30
- Elçiçek, H. (2024). Bibliometric Analysis on Hydrogen and Ammonia: A Comparative Evaluation for Achieving IMO's Decarbonization Targets. Int. J. Environ. Sci. Technol. 21, 7039–7060. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05450-2>
- Eslava Sarmiento, Alexander. (2025). Transporte Marítimo 4.0 «Shipping 4.0». Revista Zonalogística, ISSN: 1657-2432. Colombia. Abril; Edición 143: 8-15 <https://www.zonalogistica.com/product/revista-143-fisica/>
- Fayas Malik Kanchiralla, Selma Brynolf, Tobias Olsson, Joanne Ellis, Julia Hansson & Maria Grahn. (2023). How Do Variations in Ship Operation Impact the Techno-Economic Feasibility and Environmental Performance of Fossil-Free Fuels? A Life Cycle Study, Applied Energy, Volume 350, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121773>
- Federico Ustolin, Alessandro Campari & Rodolfo Taccani. (2022). An Extensive Review of Liquid Hydrogen in Transportation with Focus on the Maritime Sector, J. Mar. Sci. Eng. 2022, 10(9), 1222; <https://doi.org/10.3390/jmse10091222>
- Fink, L., Esfeh, S.K., Depken, J., Ehlers, S., Kaltschmitt, M. (2025). Powerfuels and Alternative Fuels in the Maritime Sector. In: Bullerdiek, N., Neuling, U., Kaltschmitt, M. (eds) Powerfuels. Green Energy and Technology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62411-7_31
- International Maritime Organization (IMO). (2021). Fourth IMO GHG Study 2020. <https://wwwcdn.imo.org/localresource>

s/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%202020%20Executive-Summary.pdf.

International Maritime Organization (IMO). (2024). International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). [https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx).

Ji-Chao Li, Heng Xu, Ke Zhou & Ji-Qiang Li. (2024). A Review on the Research Progress and Application of Compressed Hydrogen in The Marine Hydrogen Fuel Cell Power System, *Heliyon*, Volume 10, Issue 3, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25304>

Larissa Fink, Shaghayegh Kazemi Esfeh, Jorgen Depken, Sören Ehlers & Martin Kaltschmitt. (2025). Powerfuels and Alternative Fuels in the Maritime Sector. In: Bullerdiek, N., Neuling, U., Kaltschmitt, M. (eds) *Powerfuels. Green Energy and Technology*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62411-7_31

Lind, M., Lehmacher, W., Bentham, J.B., Kuttan, S., Tikka, K., Watson, R.T. (2023). Four Steps to Decarbonization. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds) *Maritime Decarbonization*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_4

Mauricio Latapí, Brynhildur Davíðsdóttir, David Cook, Lára Jóhannsdóttir, Andrea Marin Radoszynski & Kenneth Karlsson. (2024). Hydrogen Fuel Cells in Shipping: A Policy Case Study of

Denmark, Norway, And Sweden, *Marine Policy*, Volume 163, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106109>

Mikael Lind, Wolfgang Lehmacher, Sanjay Kuttan, Jillian Carson-Jackson, David Cummins, Margi van Gogh & Torbjörn Rydbergh. (2023). Effective Partnerships to Support Maritime Decarbonization. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds) *Maritime Decarbonization*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_13

Natali, M., Rego, R. (2023). Ship Engine, Equipment and Fuel Options for Decarbonization. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds) *Maritime Decarbonization*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_27

Oleksiy Melnyk, Oleg Onishchenko, Svitlana Onyshchenko, Serhii Kuznichenko, Oleh Lohinov & Artur Zaporozhets. (2025). Exploring the Multifaceted Aspects of Renewable Energy Integration in the Maritime Sector. *Maritime Systems, Transport and Logistics I. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 580. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82027-4_4

Oleksiy Melnyk, Svitlana Onyshchenko, Oleg Onishchenko, Oleksandr Shumylo, Andrii Voloshyn, Valentyna Ocheretna & Oleksandr Fedorenko. (2024). Implementation Research of Alternative Fuels and Technologies in Maritime Transport. In: Boichenko, S., Zaporozhets, A., Yakovlieva, A., Shkilniuk, I. (eds) *Modern Technologies in Energy and Transport. Studies in Systems, Decision and*

Control, vol 510. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-44351-0_2

Pages 345-396,
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820492-4.00003-8>

Olga Aneziris & Ioanna Koromila. (2023). Risk Assessment of Cryogenic Fuels in Marine Transportation, Proceedings of the 33rd European Safety and Reliability Conference (ESREL 2023), Edited by Mário P. Brito, Terje Aven, Piero Baraldi, Marko Čepin and Enrico Zio, Organizers. Published by Research Publishing, Singapore. https://doi.org/10.3850/978-981-18-8071-1_P511-cd

Ramsay, W., Fridell, E. & Michan, M. (2023). Maritime Energy Transition: Future Fuels and Future Emissions. J. Marine. Sci. Appl. 22, 681–692. <https://doi.org/10.1007/s11804-023-00369-z>

Onorati A, Payri & R, Vaglieco B. (2022). The Role of Hydrogen for Future Internal Combustion Engines. International Journal of Engine Research;23(4):529-540. <https://doi.org/10.1177/14680874221081947>

Ramsay, W., Fridell, E. & Michan, M. (2023). Maritime Energy Transition: Future Fuels and Future Emissions. J. Marine. Sci. Appl. 22, 681–692 <https://doi.org/10.1007/s11804-023-00369-z>

Ovchinnikov, A., Mackinnon, J. (2024). Green Technology Choice for Deep Decarbonization. In: Bouchery, Y., Corbett, C.J., Fransoo, J.C., Tan, T. (eds) Sustainable Supply Chains. Springer Series in Supply Chain Management, vol 23. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45565-0_12

Ravikumar Jayabal. (2025). Hydrogen Energy Storage In Maritime Operations: A Pathway To Decarbonization And Sustainability, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 109, Pages 1133-1144, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.02.207>

Pålsson, C., Rydbergh, T. (2023). The Extent of Decarbonization in the Global Shipping Fleet. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds) Maritime Decarbonization. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_3

Raza, Z. & Singh, S. (2023). Decarbonizing the Maritime Industry: Current Environmental Targets and Potential Outcomes. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds) Maritime Decarbonization. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_2

Pietro Moretto & Spencer Quong. (2022). Legal Requirements, Technical Regulations, Codes, And Standards for Hydrogen Safety Chapter 7, In: Hydrogen Safety for Energy Applications, Butterworth-Heinemann,

Rodríguez, S.P., Sevilla, N.P.M., Tabla-Hernandez, J., Pachauri, A., Ayala, N.P. (2025). Decarbonization in Maritime Sector and Its Path to Sustainability. In: Marrugo Negrete, J., Jonathan, M.P., Ramanathan, A., Chidambaram, S., Nagarajan, R., Kumar, P. (eds) Mining Impacts and their Environmental Problems. Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-72127-4_13

Sanjay Kumar, Anilia Nanan-Surujbally, Davinder Pal Sharma & Dinesh Pathak. (2024). Hydrogen Safety/Standards (National and International Document Standards on Hydrogen Energy and Fuel Cell), Chapter 5.2, Editor(s): Deepshikha Jaiswal-Nagar, Viney Dixit, Sheila Devasahayam, Towards Hydrogen Infrastructure, Elsevier, Pages 315-346, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95553-9.00011-X>

Serkan Karakas, A. Zafer Acar & Mehmet Kirmizi. (2024). Maritime Sustainability: Navigating Complex Challenges and Ecological Footprints. In: Leal Filho, W., Kuzmanović, V. (eds) Sustainable Development Seen Through the Lenses of Ethnoeconomics and the Circular Economy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-72676-7_2

Sogut, M.Z. & Ozkaynak, S. (2023). Energy Efficiency and Management Onboard Ships. In: Zincir, B., Shukla, P.C., Agarwal, A.K. (eds) Decarbonization of Maritime Transport. Energy, Environment, and Sustainability. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1677-1_10

Van Hoecke, L., Laffineur, L., Campe, R., Perreault, P., Verbruggen, SW. & Lenaerts, S. (2021). Challenges In the Use of Hydrogen for Maritime Applications, 14(2), 815–843. <https://doi.org/doi:10.1039/d0ee01545h>

Vojinovic, I. (2024). Understanding Main Drivers of Global Decarbonization. In:

Badnjević, A., Gurbeta Pokvić, L. (eds) MEDICON'23 and CMBEBIH'23. MEDICON CMBEBIH 2023 2023. IFMBE Proceedings, vol 93. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-49062-0_93

Weijie Fang, Chunliang Ding, Le Chen, Wenquan, Zhou, Jiafan Wang, Kai Huang, Rui Zhu, Jiang Wu, Bangfu Liu, Qi, Fang, Xianxuan Wang & Jiachao Wang. (2024). Review of Hydrogen Storage Technologies and the Crucial Role of Environmentally Friendly Carriers, Energy Fuels 2024, 38, 15, 13539–13564, <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.4c01781>

Yifan Wang & Laurence A. Wright. (2021). A Comparative Review of Alternative Fuels for the Maritime Sector: Economic, Technology, and Policy Challenges for Clean Energy Implementation, World, 2(4), 456-481; <https://doi.org/10.3390/world2040029>

Yilin An, Tzu Yang Loh, Pannikar Sujith Bhaskara & Siang Meng Ivan Sin. (2023). Review of Safety Regulations, Codes, and Standards (RCS) for Hydrogen Distribution and Application, International Journal of Green Energy, 21(8), 1757–1765. <https://doi.org/10.1080/15435075.2023.2266499>

Zhu Deng, Biqing Zhu, Steven J. Davis, Philippe Ciais, Dabo Guan, Peng Gong & Zhu Liu. (2025). Global Carbon Emissions and Decarbonization In 2024. Nat Rev Earth Environ 6, 231–233.

POTENCIAL DEL AGROTURISMO EN EL CANTÓN SUCRE: UN ANÁLISIS DESDE LA PERCEPCIÓN DE SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA

POTENTIAL OF AGROTOURISM IN THE SUCRE CANTON: AN ANALYSIS FROM THE PERCEPTION OF ECONOMIC SUSTAINABILITY

Jorge Antonio Vasconez Alvarado ¹, Frank Ángel Lemoine Quintero ² 

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. **Email:** e1309403655@live.ulead.edu.ec

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. **Email:** frank.lemoine@uleam.edu.ec

Para citar este artículo: Vasconez Alvarado, J. A. & Lemoine Quintero, F. A., (2025). Potencial del Agroturismo en el Cantón Sucre: Un Análisis desde la percepción de sostenibilidad económica. LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica, 9(1). <https://doi.org/10.23850/25907441.6960>.

Recibido: 8 de enero de 2025

Aceptado: 26 de abril de 2025

Publicado en línea: 8 de junio de 2025

.....

Palabras

clave:

agroturismo,
sostenibilidad
, ruralidad,
percepción,
actores
locales.

JEL: Q55,
R5, Z3

.....

Keywords:

Agrotourism,
sustainability
, rurality,
perception,
local actors.

Resumen

La actividad agroturística ofrece una valiosa oportunidad para fortalecer la cohesión social al revalorizar la cultura local, diversificar ingresos, generar empleo y promover la sustentabilidad mediante prácticas agrícolas responsables. La investigación, de enfoque mixto y método analítico-descriptivo, permitió un análisis interpretativo de los resultados en el destino Sucre. Se encuestaron 54 actores locales de la comunidad de Bahía mediante un muestreo aleatorio simple no probabilístico por conveniencia. El análisis estadístico con SPSS v. 26 arrojó una fiabilidad de 0.793, considerada aceptable. Los resultados, basados en una prueba no paramétrica para muestras independientes, indicaron que tres hipótesis nulas fueron rechazadas y tres retenidas, mostrando algunas incongruencias. Esto llevó a correlacionar los resultados de las hipótesis retenidas, revelando variaciones significativas en las respuestas de los participantes. Se concluye que es necesario implementar estrategias desde la academia, la investigación y la vinculación comunitaria para fortalecer el agroturismo y alcanzar sus objetivos.

Abstract

Agrotourism offers a valuable opportunity to strengthen social cohesion by valuing local culture, diversifying income, generating employment, and promoting sustainability through responsible agricultural practices. This mixed-method study, using a descriptive-analytical approach, enabled an interpretative analysis of results in the Sucre destination. A total of 54 local actors from the Bahía community were surveyed through a non-probabilistic convenience sampling. Data analysis using SPSS v.26 yielded a reliability score of 0.793, considered acceptable. Results from a non-parametric test for independent samples showed that three null hypotheses were rejected and three retained, revealing certain inconsistencies. Consequently, correlations were made among retained hypotheses, highlighting significant response variations among participants. The study concludes that strategies must be implemented through academia, research, and community engagement to strengthen agrotourism and achieve its goals.

Introducción

El agroturismo es reconocido como una modalidad de turismo que combina la actividad turística con las prácticas agrícolas y la vida rural, permitiendo a los visitantes experimentar de cerca las labores del campo y la cultura local. Va más allá del simple disfrute del entorno natural, invitando a los turistas a participar en actividades cotidianas como la siembra, la cosecha, el cuidado de animales, la elaboración de productos tradicionales, y la interacción directa con los agricultores y sus familias.

Desde mi criterio, el agroturismo no solo ofrece una experiencia única y auténtica, sino que también es una herramienta poderosa para el desarrollo sostenible de las comunidades rurales. Promueve la diversificación de las economías locales, proporciona ingresos adicionales a los agricultores, conserva las tradiciones culturales y fomenta el uso sostenible de los recursos naturales. Además, ofrece a los visitantes una oportunidad para reconectarse con la naturaleza, aprender sobre la producción de alimentos, y comprender mejor el valor del trabajo agrícola, todo mientras se promueve un turismo más responsable e inclusivo.

(Garaicoa y otros, 2023) refieren que el agroturismo es un subsector de la industria ecoturismo, por otra parte (Segura-Rodríguez y otros, 2021) enfocan el agroturismo en fincas o áreas específicas que desde su contexto generan niveles de producción y que por sus características el espacio puede convertirse en un área turística.

El agroturismo es una de las palabras que ha venido ganando bastante terreno en los últimos tiempos, (Cobos y otros, 2021) alegan que esta actividad tiene mucha importancia para el presente y el futuro del ser humano y del planeta, pues demanda tanto del tipo de turismo responsable como el sostenible. Esta es una de las actividades más relevantes que está tomando un auge dentro las ofertas turísticas a nivel mundial, sin embargo, es bueno mencionar que por las diversas situaciones que ha atravesado el mundo esto ha tenido subidas y bajadas de viajeros. Así lo menciona (BBVA, Descarga el monográfico de BBVA 'El viaje hacia la sostenibilidad del turismo', 2022) al decir que:

“El turismo mundial alcanzó los 415 millones de viajeros en 2021. Todavía lejos de los 1.500 de 2019 (una cifra superior a la población del país más habitado del mundo, que es China), el escenario que dejó el coronavirus a partir de entonces nos ha obligado a abrir un paréntesis. Estamos ante una palanca que, si se aprieta bien, puede transformar este sector en un motor de crecimiento responsable, justo, de calidad e inclusivo”.

Cabe mencionar que para muchos desde la nueva libertad que vivimos pos pandemia del Covid-19, la ruralidad se convirtió en esa puerta de escape de las grandes ciudades, ya que vivir la ruralidad involucra varios factores que son muy propios del campo, y no existe nada más relajante que tener contacto con estos factores e identificar cada parte que nos muestra el ecosistema, el cual se encuentra al alcance de nuestras manos y nos permite como seres humanos conocer y disfrutarlo.

Según (UWNTO, 2021) declara en su plataforma que la OMT entiende el turismo rural como: “un tipo de actividad turística en el que la experiencia del visitante está relacionada con un amplio espectro de productos vinculados por lo general con las actividades de naturaleza, la agricultura, las formas de vida y las culturas rurales, la pesca con caña y la visita a lugares de interés”.

Otras consideraciones argumentan que el agroturismo es el conjunto de dos actividades; el agro

y el turismo. El agroturismo es un segmento del turismo rural que invita a los turistas a participar de las actividades cotidianas del hombre de campo, conocer en todo momento la importancia del sembrío, la tradición y la gastronomía. (Octavio y otros, 2022) Expresa que el turismo rural, al igual que el turismo de montaña, tiene un gran potencial para estimular el crecimiento de la economía local y el cambio social, por su complementariedad con otras actividades económicas, su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) y la creación de empleo y su capacidad de promover la dispersión de la demanda en el tiempo (lucha contra la estacionalidad) y a lo largo del territorio. (AGROPINOS, 2024)

Dicha actividad también se puede considerar como un polo de desarrollo, turístico económico y social de una región, en beneficio de la población rural lo que constituye en servicios para percibir otros ingresos como complemento a los de su actividad principal, buscando mejorar la economía rural en las fincas y granjas, y permitiendo al agricultor diversificar sus actividades, añadiendo al mismo tiempo un valor agregado a sus productos.

El agroturismo debe conjugar varias aristas para ser exitoso: es el contacto directo con la vida rural, riqueza cultural; es el disfrute de la naturaleza, los paisajes, la conversación con los sabios campesinos, el conocimiento histórico del lugar; siempre con la participación y observación del turista nacional o extranjero, además de calidad en la prestación de este servicio y su adecuada promoción en redes sociales, lo cual lo hace más cercano al turista que nunca ha tenido ese contacto con la ruralidad. (Jijón, 2019)

Con la visión de convertir el turismo en una fuerza positiva para la transformación, el desarrollo rural y el bienestar de las comunidades, la OMT pone en marcha la iniciativa ‘Best Tourism Villages by UNWTO’. La misma que aspira a impulsar el papel del turismo en la valoración y salvaguarda de los pueblos rurales junto con sus paisajes, sistemas de conocimientos, diversidad biológica, cultural, valores y actividades locales (agricultura, silvicultura, ganadería y/o pesca), incluida su gastronomía. Se habla mucho de reconversión de áreas agrícolas, de optimización de cultivos, de nuevos productos exportables; pero no se habla del agroturismo como una verdadera opción de explotación agropecuaria, como concepto bien concebido. (UNWTO, 2023)

(Santiago, 2018) alega que, a raíz de la popularidad del agroturismo, muchos de los productos turísticos tradicionales ya se han explotado y los turistas demandan cada vez más de experiencias nuevas. La sostenibilidad se presenta, así pues, como una oportunidad para levantar la contribución que este sector realiza al PIB mundial, que ha caído a la mitad por la pandemia. (BBVA, Turismo responsable: sus retos y oportunidades, 2022) explica en su blog que la actividad representa más del 10% del PIB global, se ha pasado al 5,5%, según cifras aportadas por el Consejo Mundial de Viajes y Turismo (WTTC). Unas pérdidas económicas que sufren más los países en vías de desarrollo por la falta de vacunas. Y es que la pandemia, además de incrementar la desigualdad, ha provocado menor número de viajeros y una tragedia por la pérdida de empleo en todos los continentes. Como muestra un informe de la organización Mundial de Turismo (OMT) de 2020, una de cada diez personas en el mundo se dedicaba a actividades relacionadas con el turismo, muchas, en microempresas y pequeñas y medianas empresas (Mipymes). (Largo & Posligua, 2020)

En la actualidad existen empresas que colaboran en crear modelos de agroturismo que dese su enfoque contribuyen con la sostenibilidad y la generación de empleos, donde (MARIAE, 2012) ofrece la oportunidad de vincular la agricultura con el turismo ha sido visualizada desde hace algún tiempo por diversas instituciones como una alternativa para la reactivación de las zonas rurales y basada en el procedimiento que se muestra en la figura 1.

Figura 1.

Actividades que pueden concebirse dentro del agroturismo



Nota. Basado en Barrera, 2006.

La innovación en el desarrollo juega un papel importante en la búsqueda e implementación de nuevas soluciones para satisfacer las necesidades sociales. Todo esto conlleva a que nos planteemos una nueva fuente de ingreso; la materia prima se tiene en el territorio, pues los recursos naturales que posee el Cantón Sucre son inmensos, abarcando dos parroquias completamente rurales como San Isidro y Charapotó, ambas con diferencias muy marcadas en sus climas. Por otra parte, sus extensiones geográficas son bastantes llamativas ante los ojos de propios y extraños, por lo tanto, teniendo la planificación y mapeo de ambas zonas, sería la mejor carta de venta de turismo rural para este cantón.

San Isidro, desde sus cascadas, grandes montañas con miradores únicos que dejan ver el infinito y ciertas partes de otros cantones cercanos, sus yacimientos arqueológicos con sus tolas sin explotar donde guardan la mayor riqueza arqueológica del norte de Manabí, los ríos bañan sus riveras cercanas que hacen aún más vistosos sus paisajes, que invitan a relajarse en un ambiente natural, único dentro de un bioclima en las zonas altas. De la misma manera la gastronomía que posee de antaño y que se comparte de generación en generación y sus tradiciones religiosas que se mantienen a lo largo de los años, la convierten en un gran atractivo agroturístico, con mucha fuerza y bondades para dar a conocer.

Otra de las parroquias que pueden ayudar a impulsar la actividad económica del cantón Sucre, es Charapotó, el granero manabita, bañada desde sus playas del Pajonal hasta la boca de San Jacinto, entrando por sus valles llenos de sembrío de arroz que hacen la invitación a una aventura enriquecedora para cualquier turista que viva esta experiencia.

La Extensión Sucre perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se ha trazado algunos objetivos desde los ejes académicos, investigativo y vinculatorio con la veracidad de buscar alternativas sustentables en la rama de actividad de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca

apoyándose en la carrera de Licenciatura en Agronegocios que nace para promover una formación integral donde se pone especial consideración en los saberes, las habilidades y los factores psicosociales como artífices para solucionar los problemas existentes en la comercialización, en la ausencia del encadenamiento productivo que afecta el proceso de establecer vínculos entre empresas que componen diferentes etapas o eslabones de un determinado proceso productivo, y en la deficiente aplicabilidad de la economía circular en la zona urbana del cantón Sucre.

El objetivo propuesto para el presente estudio es analizar la percepción de actores locales sobre el potencial de la actividad agroturística como la alternativa de sostenibilidad económica para el cantón Sucre. Bajo lo antes expuesto se pretende contribuir a fomentar la actividad de agronegocios a través de la generación de alternativas sostenibles y la generación de empleos como estrategia de sostenibilidad económica para el cantón.

Fundamentación teórica que sustenta el estudio

De acuerdo a planteamientos por parte de (SESRFOREST, 2013) el agroturismo es una de las modalidades del turismo en espacios rurales, en el que se incluyen el turismo rural, el ecoturismo y el turismo de aventura, entre otros. Que según la Organización Mundial del Turismo (OMT), citada por (Barrera, 2006), el agroturismo es la actividad que se realiza en explotaciones agrarias (granjas o plantaciones), donde los actores complementan sus ingresos con alguna forma de turismo en la que, por lo general, facilitan alojamiento, comida y oportunidad de familiarización con trabajos agropecuarios.

(Rivero & Blanco, 2003) refieren que el agroturismo se perfila como un tipo de actividad turística que ofrece al visitante la posibilidad de conocer aspectos de la cultura local y de aprender sobre prácticas tradicionales de cultivos, cosechas y procesamiento de productos agropecuarios, forestales y pesqueros, además de la artesanía.

Pero según (Bizkaia, s.f.) reconoce al agroturismo como la prestación de servicios turísticos de alojamiento y restauración por parte de personas agricultoras y ganaderas en sus caseríos e integrados en una explotación agraria, aunque (Camacho, 2007) genera otro criterio desde el contexto de turismo rural y expone que es aquella actividad en la que los turistas se desplazan desde su lugar de residencia hacia destinos relacionados con la vida del campo y todo lo referente a éste.

Una definición más actualizada la da el autor (Rodríguez, 2019) cuando alega que el Agroturismo, como una variante vinculada a la modalidad de Turismo de Naturaleza, tiene como fin la satisfacción de ciertos segmentos del mercado turístico interesado en el conocimiento de la cultura rural y del campo; además, promueve nuevas formas de convivencia en los contextos regionales del turismo al mantener prácticas agrarias ambientalmente sostenible.

Desde el criterio personal el agroturismo en el Cantón Sucre se define como una modalidad de turismo sostenible que integra la experiencia directa de la vida rural con la participación activa en las actividades agrícolas, culturales y tradicionales del territorio. Esta práctica permitirá a los visitantes conectarse con el entorno natural y comunitario, al involucrarse en labores del campo, la producción local, la gastronomía típica y la conservación de los paisajes y saberes ancestrales.

El agroturismo, en este contexto, se presenta como una estrategia para diversificar la economía local, generar ingresos adicionales para las familias rurales, fortalecer la identidad cultural, y promover

un desarrollo turístico inclusivo que valore y proteja los recursos naturales del cantón.

Metodología

La presente indagación contribuye al proyecto de investigación de la Extensión Bahía denominado: “Aporte desde la tradición montubia al desarrollo socio cultural, económico, agrícola, agropecuario, alimentario, hospitalario-turístico de la mancomunidad Sucre - San Vicente y el cantón Bolívar”. Dando cumplimiento a su objetivo 3 que responde a Salud y Bienestar y al objeto 4 que responde a Educación de Calidad se determinó aplicar un estudio de orden cuantitativo y cualitativo que responda a medir la percepción de actores locales respecto al potencial del Agroturismo en el Cantón Sucre desde un enfoque de sostenibilidad económica.

El método empleado fue el analítico descriptivo con la finalidad de conocer desde la perspectiva de la percepción de los actores locales cuáles son sus expectativas respecto al objeto y campo de esta investigación. La población objeto estudio fueron actores locales que asistieron en el feriado de marzo del presente año al mercado municipal de Bahía de Caráquez de acuerdo a criterios de (Briones & Morales, 2023)

La muestra se consideró de compradores y vendedores que asistieron el domingo 9 de marzo sumando un total de 54 encuestados y asumiendo haber aplicado un muestreo aleatorio simple no probabilístico y por conveniencia. La encuesta se estructuró en 11 preguntas de las cuales una direccionada al perfil y las restantes 9 fueron preguntas abiertas utilizando la escala de Likert con la finalidad de dar opciones para conocer el nivel de aceptabilidad de las preguntas y evaluar la fiabilidad del instrumento. Se utilizó el SPSS v. 26 para generar diferentes estudios correlacionales.

Resultados

De los resultados de la encuesta aplicada se expondrá primeramente el estudio de fiabilidad del instrumento con la finalidad de observar cómo se correlacionaron las respuestas y si los actores locales respondieron conscientemente a las interrogantes expuestas. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.

Análisis de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,793	,837	9

Los resultados indican que la escala utilizada tiene una buena fiabilidad ($\alpha = 0.793$) y que esta fiabilidad mejora al estandarizar los ítems ($\alpha = 0.837$). Esto sugiere que los ítems del cuestionario están alineados y miden de manera coherente el constructo de interés. Sin embargo, la diferencia entre ambos valores también puede señalar que hay cierta heterogeneidad en las escalas de los ítems o en las puntuaciones originales, lo que puede ser optimizado en futuros análisis. Aunque basándonos en los criterios de (Pérez-León, 2022) nos asegura que el instrumento es aceptable.

Basándonos en estos resultados nos propusimos desarrollar un estudio de prueba no paramétricas para muestra independientes seleccionando 8 elementos claves (preguntas) en la opción de campo de prueba y como grupos la pregunta ¿Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona?, esto con la finalidad de comparar si existen diferencias significativas en las percepciones y comprender la variabilidad en las respuestas de grupos distintos. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 2.

Resumen de prueba de Hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de ¿Cómo evaluaría la implementación de prácticas agrícolas sostenibles por parte de los agronegocios locales? es la misma entre las categorías de Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de ¿Cómo calificaría la contribución de los agronegocios a la economía local? es la misma entre las categorías de Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,014	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de ¿Cuáles cree que son los principales desafíos que enfrentan los agronegocios en la actualidad? es la misma entre las categorías de Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,161	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de ¿Cómo calificaría la relación y la comunicación entre los agronegocios y la comunidad local? es la misma entre las categorías de Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,100	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de ¿Cómo considera que los agronegocios contribuyen a proyectos comunitarios o iniciativas locales es la misma entre las categorías de Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,018	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de ¿Las medidas para minimizar el impacto ambiental de los agronegocios las valoras es la misma entre las categorías de Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,341	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de ¿Cómo percibe la contribución de los agronegocios al empleo local y al desarrollo rural? es la misma entre las categorías de Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,448	Retener la hipótesis nula.
8	La distribución de ¿Cómo calificaría la claridad de la información proporcionada sobre las actividades agrícolas y turísticas disponibles? es la misma entre las categorías de Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,457	Retener la hipótesis nula.

Nota. Resultados análisis de prueba no paramétricas SPSS v.26.

Los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestras independientes indican que existen diferencias significativas en algunas de las variables analizadas en relación con las

categorías de sugerencias para fortalecer la actividad agroturística en la zona. En particular, se rechaza la hipótesis nula para la evaluación de la implementación de prácticas agrícolas sostenibles por parte de los agronegocios locales (Sig. = 0.000), la contribución de los agronegocios a la economía local (Sig. = 0.014), y la percepción sobre cómo los agronegocios contribuyen a proyectos comunitarios o iniciativas locales (Sig. = 0.018).

Esto sugiere que las opiniones sobre estas cuestiones varían significativamente entre las diferentes categorías de respuestas. Sin embargo, en otras variables, como la percepción de los desafíos de los agronegocios, la relación con la comunidad, el impacto ambiental, la contribución al empleo local, y la claridad de la información proporcionada, no se encontraron diferencias significativas, ya que se retiene la hipótesis nula con valores de significancia superiores a 0.05. Esto implica que, para estas variables, las opiniones no varían significativamente entre las categorías analizadas.

De acuerdo a esto resultados se expondrá los resultados detallados de las preguntas correspondientes 7 y 8 con la finalidad de evaluar las respuestas de los actores y generar un análisis al respecto.

V7- ¿Cómo percibe la contribución de los agronegocios al empleo local y al desarrollo rural?

V8- ¿Cómo calificaría la claridad de la información proporcionada sobre las actividades agrícolas y turísticas disponibles?

V10- Que sugerirías para fortalecer la actividad agroturística en la zona.

Tabla 3.

Estudio de correlación de V7, V8 y la V 10

Parámetros		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
7. Medidas para minimizar el impacto ambiental (V/)	Muy Baja	29	53,7	53,7
	Baja	23	42,6	96,3
	Neutral	1	1,9	98,1
	Alta	1	1,9	100
	Total	54	100	
8. Cómo percibe la contribución de los agronegocios al empleo local y al desarrollo rural(V8)	Mínima Contribución	38	70,4	70,4
	Baja Contribución	15	27,8	98,1
	Neutral	1	1,9	100,0
	Total	54	100,0	
10. Sugerencias de fortalecimiento Agroturístico (V9)	Capacitaciones	21	38,9	38,9
	Proyectos	5	9,3	48,1
	Financiamientos	5	9,3	57,4
	Asistencia de técnicos y profesionales	5	9,3	66,7
	Intervención de los Gobiernos	3	5,6	72,2
	Todos los anteriores	15	27,8	100,0
	Total	54	100,0	

La correlación entre las variables V7, V8 y V10 revela una percepción generalizada negativa sobre el desempeño de los agronegocios en el Cantón Sucre. En términos de sostenibilidad ambiental (V7), la mayoría de los encuestados perciben las medidas implementadas como "Muy Bajas" (53.7%) o "Bajas" (42.6%), lo que sugiere una falta de acciones efectivas para reducir el impacto ambiental de estas actividades. De manera similar, la contribución de los agronegocios al empleo local y al desarrollo rural (V8) es considerada "Mínima" (70.4%) o "Baja" (27.8%) por la mayoría de los actores, lo que indica que los agronegocios no están generando un impacto significativo en la comunidad.

En cuanto a las sugerencias para fortalecer el agroturismo en la zona (V10), la opción más destacada es la necesidad de "Capacitaciones" (38.9%), seguida de otras acciones como "Proyectos", "Financiamientos", y "Asistencia de técnicos y profesionales" (todas con un 9.3%). La preferencia por estas sugerencias refleja una demanda de formación, apoyo técnico, y recursos financieros para mejorar la actividad agroturística, probablemente motivada por la percepción de un desempeño insuficiente en términos de sostenibilidad y desarrollo rural. En síntesis, los resultados sugieren que mejorar la percepción de los actores locales de los agronegocios en estas áreas clave es fundamental para fortalecer el agroturismo en el cantón Sucre.

A partir de los resultados obtenidos, se pueden implementar varias estrategias que no solo contribuyan al fortalecimiento del proyecto de investigación, sino que también apoyen el desarrollo integral de la región y la formación de futuros profesionales en la carrera de Agronegocios.

1. **Capacitación y Educación Comunitaria:** Organizar programas de capacitación específicos para los actores locales sobre prácticas agrícolas sostenibles, gestión de recursos naturales y técnicas innovadoras de agroturismo. Estas capacitaciones deben de estar orientadas a integrar saberes tradicionales montubios con nuevas técnicas agroecológicas, fomentando un desarrollo sostenible que valore y promueva la cultura local. Involucrar a los estudiantes de la carrera de Agronegocios en estos programas permitirá un aprendizaje práctico y una interacción directa con las necesidades del territorio.
2. **Proyecto Piloto de Agroturismo Sostenible:** Desarrollar proyectos piloto de agroturismo que integren la tradición montubia con ofertas turísticas auténticas y sostenibles. Estos proyectos pueden incluir visitas a fincas locales, participación en actividades agrícolas, demostraciones culinarias con productos locales y eventos culturales que destaquen la riqueza sociocultural de la región. La carrera de Agronegocios integrará el diseño, implementación y evaluación de estos proyectos, proporcionando un espacio práctico para el aprendizaje y contribuyendo al desarrollo económico de la mancomunidad Sucre - San Vicente y el cantón Bolívar.
3. **Red de Financiamiento y Asistencia Técnica:** Crear una red de financiamiento y asistencia técnica que conecte a los agricultores locales con fuentes de financiamiento (gubernamentales y privadas) y profesionales en agronegocios, turismo y sostenibilidad. Esta red facilitará el acceso a recursos para mejorar las prácticas agrícolas, atenuar el impacto ambiental, y desarrollar productos y servicios turísticos de calidad. Los estudiantes de Agronegocios aportarán con realizar investigaciones de mercado y estudios de viabilidad, brindando un apoyo técnico directo a los productores locales, al mismo tiempo que obtienen experiencia relevante para su desarrollo profesional.
4. **Promoción de Políticas Públicas Locales:** Trabajar con los gobiernos locales y regionales para

promover políticas que apoyen el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles, el fortalecimiento del agroturismo, y la valorización de la cultura montubia. Estas políticas pueden incluir incentivos fiscales para proyectos sostenibles, apoyo a la infraestructura rural, y campañas de promoción del agroturismo en mercados nacionales e internacionales. Esta acción puede involucrar a la academia en la investigación y formulación de propuestas de políticas públicas basadas en evidencia, fortaleciendo el vínculo entre la universidad, el gobierno y la comunidad.

Implementar estas estrategias no solo contribuirá al proyecto de investigación, sino que también impulsará el desarrollo socioeconómico y cultural de la región, destacando la importancia de la tradición montubia como motor de sostenibilidad y crecimiento inclusivo.

Discusión

El agroturismo se presenta como una estrategia prometedora para revitalizar el sector agrícola y promover el desarrollo rural sostenible. Al diversificar las fuentes de ingresos, agregar valor a los productos locales, fomentar el consumo responsable y generar empleo, esta actividad contribuye significativamente a la economía de las zonas rurales. Además, al vincular el turismo con prácticas agrícolas sostenibles, el agroturismo promueve la conservación del medio ambiente y la preservación del patrimonio cultural, creando experiencias únicas para los visitantes y fortaleciendo el tejido social de las comunidades rurales.

Si bien el potencial agroturístico que posee las comunidades ecuatorianas han mostrado deficiencia estratégica se ha observado acciones que desde su contexto plantean estrategias para fortalecer el vínculo de actividad agrícola con la turística como lo manifiesta (Molina-Santana, 2021,p.31) donde se planteó la necesidad de diseñar un plan estratégico para fortalecer su actividad turística, donde otros autores como Montilla-Pacheco et al.(2023,p.16) definen alternativas para fomentar y fortalecer el agroturismo en el Ecuador definiendo oportunidades de negocio y reconoce los productos turísticos disponibles para potenciar la competitividad y productividad de esta actividad económica.

Por otra parte, Cejas y Albán, (2018) alegan que el agroturismo es el eje dinamizador para el desarrollo turístico del país donde explica que este no es impulsado por el gobierno descentralizado, ya que no es considerado una fuente de desarrollo económico para el país por esta razón las inversiones para el agroturismo son hechas por empresas privadas o autogestión comunitaria, por lo mismo que los proyectos presentados tienen más conflictos para ser aprobados por el sistema burocrático, donde desde la perspectiva académica se tienen que generar acciones que contribuyan a la sostenibilidad del agroturismo en las zonas de influencia del presente estudio.

Enfocándonos en colaboraciones realizadas por Zambrano-Mieles et al.(2017) y Narváez et al. (2019) se enfocan en la importancia que tienen las haciendas o fincas como un escenario del agroturismo como medio de desarrollo turístico que aporta desde esta perspectiva a una gama de actividades relacionada a los productos y servicios que pueden proporcionar agricultores y campesinos en función de la actividad turística en zona rurales del Ecuador generando empleos y fortaleciendo la sostenibilidad de otros emprendimientos del radio de acción reconociendo el potencial del agroturismo como una actividad emergente. (Alejandre-Castellanos et al., 2020)

Y por último, exponemos el estudio presentado por Sotomayor et al.(2022) que aborda del

potencialidad del agroturismo en comunidades rurales donde tiene similitud al presente estudio con la diferencia que no concibieron el análisis paramétricos para muestras independientes con la finalidad de observar las diferencias significativas en las percepciones y comprender la variabilidad en las respuestas de grupos distintos y poder definir estrategias de marketing enfocada a la actividad agroturística

Conclusiones

La bibliografía consultada, los fundamentos teóricos generados y estudios pertinentes a esta indagación permitieron definir desde el contexto del agroturismo comunitario una definición acorde a nuestra realidad investigativa con la finalidad de exponer con claridad el alcance, la solidez y objetivo que se persigue para lograr la potencialidad del agroturismo en zonas rurales del cantón Sucre.

El instrumento diseñado a partir de criterios de experto y revisiones de estudios similares que se exponen en el trabajo facilitaron obtener una fiabilidad aceptable del instrumento a pesar que el 51.9% de los encuestados tienen el nivel de instrucción de bachiller y el 29,6% instrucción básica denotando la claridad en el lenguaje y la precisión de la encuesta, afirmando además que estos reconocen la falta de capacitación (38.9%) para fortalecer la actividad agroturística en la zona objeto estudio.

Que la evaluación de prueba no paramétrica facilitó desde el contexto estadístico denotar los puntos fuertes y débiles en las respuestas de los encuestados indicando la existencia en diferencias significativas en las variables analizadas en relación con las categorías de sugerencias para fortalecer la actividad agroturística en la zona definiendo estrategias de marketing con enfoque agroturístico para el cantón Sucre.

Declaración sobre conflicto de interés:

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

Referencias Bibliográficas

AGROPINOS. (2024). Agroturismo en Colombia: ¿qué es y cuáles son sus beneficios?

<https://www.agropinos.com/blog/ventajas-del-agroturismo>

Alejandro-Castellanos, Devezé-Murillo, Mora-Brito, & Villagómez-Cortés. (2020). Potencial del agroturismo como actividad emergente en el municipio de Cuitláhuac, Veracruz, México. *Revista de Alimentación Cinteporánea y Desarrollo Regional*, 30(55).

<https://doi.org/https://doi.org/10.24836/es.v30i55.841>

Barrera. (2006). Turismo Rural: nueva ruralidad y empleo rural no agrícola. Montevideo, UY, CINTERFOR-OIT. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000100062#B1

BBVA. (2022). Descarga el monográfico de BBVA 'El viaje hacia la sostenibilidad del turismo'. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/descarga-el-monografico-de-bbva-el-viaje-hacia-la-sostenibilidad-del-turismo/>

BBVA. (2022). Turismo responsable: sus retos y oportunidades.

<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/estos-son-los-retos-y-las-oportunidades-para-un-turismo-responsable-e-inclusivo/>

Bizkaia. (s.f.). Definición.
[https://www.bizkaia.eus/es/tema-detalle/-](https://www.bizkaia.eus/es/tema-detalle/-/edukia/dt/2598#:~:text=El%20agroturismo%20consiste%20en%20la,integrados%20en%20una%20explotaci%C3%B3n%20agraria.)

[/edukia/dt/2598#:~:text=El%20agroturismo%20consiste%20en%20la,integrados%20en%20una%20explotaci%C3%B3n%20agraria.](https://www.bizkaia.eus/es/tema-detalle/-/edukia/dt/2598#:~:text=El%20agroturismo%20consiste%20en%20la,integrados%20en%20una%20explotaci%C3%B3n%20agraria.)

Briones, C. A., & Morales, A. E. (2023). Propuesta de rediseño del Mercado Municipal Bahía de Caráquez integrando una cubierta verde para mejora del paisaje urbano. Repositorio Digital de la ULVR: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6434>

Camacho, R. (2007). Comercialización para el desarrollo del turismo rural”. <http://turismoruralbolivia.com/img/EstategiasTurismoRural.pdf>

Cejas, M., & Albán, C. (2018). EL AGROTURISMO: Eje dinamizador en el desarrollo de Ecuador. Revista Ciencia Técnica Agrollanía, 15, 51-57. <https://doi.org/https://biblat.unam.mx/hevila/Agrollania/2018/vol15/9.pdf>

Cobos, N. C., Castillo, Y., & Covri, D. (2021). El agroturismo como estrategia de dinamización económica local para el Cantón Déleg. Conciencia Digital, 4(1.2), 29-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.2.1579>

Garaicoa, F., Rodríguez, S., Montero, R., & León, K. (2023). Agroturismo: Una alternativa sostenible para el desarrollo local en San Francisco de Milagro, Guayas, Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar,

7(2).

https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5685

Jijón, P. P. (2019). Revista de Manabí. Lo positivo de Ecuador. <https://revistademanabi.com/2019/08/11/bejuco-plazarte/>

Largo, G. E., & Posligua, M. A. (2020). Análisis de afectación económica en el sector turístico por la COVID-19 en el mirador de Turi en Cuenca-Ecuador, en el período 01 de enero al 31 de diciembre del año 2020. Siembra, 10(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v10i1.4198>

MARIAE. (2012). MariaE. te ayuda a comprender el Agroturismo. <https://mariaeturismoymas.blogspot.com/2012/12/mariae-te-ayuda-comprender-el.html>

Molina-Santana. (2021). El agroturismo en la comunidad ecuatoriana Tablada de Sánchez, Chone, Ecuador. Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE, 4(7), 27–38. <https://doi.org/https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/sapientiae/article/view/187>

Montilla-Pacheco, Alvarado-Moreno, & Torre-Burgos, D. L. (2023). Alternativas para fomentar y fortalecer el agroturismo en el Ecuador. Revista De Ciencias Agropecuarias ALLPA, 6(12), 12–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.56124/allpa.v6i12.0061>

Narváez, J., Caicedo, D., Benavides, H., & Carvajal, L. (2019). Las actividades agroturísticas y el desarrollo turístico en la finca San Vicente. SATHIRI, 14(1), 186-194.

<https://doi.org/https://doi.org/10.32645/13906925.815>

Octavio, A., Gomez, D., Xenia³, B., & Pineda-Falconet. (2022). EL AGROTURISMO COMO ALTERNATIVA ECONÓMICA SOSTENIBLE POST-COVID. Revista Académica Decisión, 1(3), 1-13. <https://doi.org/https://decisiongerencia.lucacue.edu.ec/index.php/decisiongerencia/article/download/22/26/88>

Pérez-León. (2022). LinkedIn. ¿Qué es y para qué sirve el Alfa de Cronbach?: <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-y-para-sirve-el-alfa-de-cronbach-gabriel-p%C3%A9rez-le%C3%B3n/>

Rivero, H., & Blanco, M. (2003). El agroturismo, una alternativa para revalorizar la agroindustria rural como mecanismo de desarrollo local. <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/2275.pdf>

Rodríguez, G. (2019). El Agroturismo, una visión desde el desarrollo sostenible. Revista Centro Agrícola, 46(1), 62-65. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000100062

Santiago, D. M. (2018). Turismo sostenible y desarrollo: análisis del desarrollo turístico sostenible colombiano mediante el estudio de la efectividad de los programas de asistencia al desarrollo como modelos de ayuda a la sostenibilidad local. <http://hdl.handle.net/10803/667297>

Segura-Rodríguez, Nazareno-Ortiz, & Sánchez-Segura. (2021). Agroturismo para el Desarrollo Sostenible en fincas ecuatorianas. Un estudio. Dominio de

la Ciencia, 7(4), 172-191. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4>

SESRFOREST. (2013). Servicios de gestión forestal y medioambiental sostenibles. <https://gestforest.wordpress.com/2013/05/03/agroturismo/>

Sotomayor, Y., Marcial, D. P., Macanchi, B. M., & Montecé, M. M. (2022). Potencialidad agroturística de la comunidad el recuerdo e isla bonita del cantón Vinces. Journal of Science and Research, 7. <https://doi.org/https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2763>

UNWTO. (2023). La OMT anuncia sus Best Tourism Villages 2023. <https://www.unwto.org/es/news/la-omt-anuncia-sus-best-tourism-villages-2023#:~:text=%22Best%20Tourism%20Villages%20by%20UNWTO%22%3A%20Reconoce%20a%20los%20destinos,dimensiones%20econ%C3%B3micas%2C%20sociales%20y%20ambientales>

UNWTO. (2021). Turismo Rural. <https://www.unwto.org/es/turismo-rural#:~:text=ONU%20Turismo%20entiende%20el%20turismo,ca%C3%B1a%20y%20la%20visita%20a>

Zambrano-Mieles, Zambrano-Burgos, Mieles-Cevallos, & astelo-González. (2017). Las haciendas agro-turísticas como medio de desarrollo del turismo rural en el Cantón Milagro, Ecuador. Revista Ciencia Unemi, 10(25), 103-110. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/5826/582661258011/html/>

BIOTECNOLOGÍA, DEPORTE Y ÉTICA: UNA REFLEXIÓN

BIOTECHNOLOGY, SPORT AND ETHICS: A REFLECTION

Valeria Correa Gallego ¹, Cesar Armando Peñuela Rodríguez ² 

¹ Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. **Email:** valcorrea@sena.edu.co

² Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. **Email:** cpenuelar@sena.edu.co

Para citar este artículo: Correa Gallego, V. & Peñuela Rodríguez, C. A., (2025). Biotecnología, deporte y ética: una reflexión. LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica, 9(1). <https://doi.org/10.23850/25907441.6824>.

Recibido: 18 de diciembre de 2024

Aceptado: 26 de abril de 2025

Publicado en línea: 9 de junio de 2025

.....

Palabras

clave:

Deporte,
Biotecnología,
evolución,
salud, ética.

JEL: I1,
L83, L65

.....

Keywords:

Sport,
biotechnology,
evolution,
health,
ethics,
ethics.

Resumen

La biotecnología ha evolucionado con aplicaciones en medicina, agricultura, industria alimentaria, medio ambiente y energía, la biotecnología plantea desafíos éticos y de seguridad debido a su capacidad para modificar organismos. En el deporte, ha contribuido significativamente mejorando el rendimiento, previniendo lesiones y promoviendo la recuperación mediante suplementos nutricionales, dispositivos portátiles para monitoreo físico y biomateriales avanzados. En las competencias deportivas surge un dilema ético con respecto a los límites de beneficios obtenidos por la aplicación de la biotecnología en atletas de alto rendimiento y los controles a éstos para que las competencias sean justas. Este artículo explora la pregunta: "¿Cuáles son las implicaciones éticas del uso de biotecnología en el deporte de alto rendimiento?". Basado en el marco teórico de la bioética, se realiza una revisión sistemática de estudios recientes sobre la aplicación de biotecnología en el deporte. La metodología incluye el análisis de investigaciones que evalúan los beneficios y riesgos asociados con el uso de dispositivos biomédicos, terapias génicas y suplementos nutricionales en atletas. Los resultados indican que, si bien la biotecnología ha mejorado el rendimiento y la recuperación de los deportistas, también plantea dilemas éticos en términos de equidad y justicia en la competencia. Se concluye que es necesario establecer regulaciones claras para evitar el uso desmedido de estas tecnologías. Las futuras investigaciones deben enfocarse en el desarrollo de políticas deportivas que equilibren el progreso biotecnológico con la ética y la integridad en el deporte.

Abstract

Biotechnology has evolved with applications in medicine, agriculture, food industry, environment and energy, biotechnology poses ethical and safety challenges due to its ability to modify organisms. In sports, it has contributed significantly to improving performance, preventing injury and promoting recovery through nutritional supplements, portable physical monitoring devices and advanced biomaterials. In sports competitions, an ethical dilemma arises regarding the limits of benefits obtained by the application of biotechnology in high-performance athletes and the controls on them for fair competition. This article explores the question, "What are the ethical implications of the use of biotechnology in high-performance sport?" Based on the theoretical framework of bioethics, a systematic review of recent studies on the application of biotechnology in sport is conducted. The methodology includes the analysis of research evaluating the benefits and risks associated with the use of biomedical devices, gene therapies and nutritional supplements in athletes. The results indicate that while biotechnology has improved the performance and recovery of athletes, it also raises ethical dilemmas in terms of equity and fairness in competition. It is concluded that clear regulations are needed to avoid the excessive use of these technologies.

Introducción

La Biotecnología, desde sus inicios en las antiguas civilizaciones que practicaban la fermentación de alimentos y bebidas como la cerveza y el pan, ha evolucionado hasta convertirse en un campo multidisciplinario fundamental en la ciencia moderna. Utilizando organismos vivos, sistemas biológicos y técnicas avanzadas como la ingeniería genética y la biología sintética, la biotecnología ha transformado sectores tan diversos como la medicina, la agricultura, la industria alimentaria, el medio ambiente y la energía.

En el ámbito deportivo, esta disciplina ha tenido un impacto significativo al mejorar el rendimiento atlético, prevenir lesiones, facilitar la recuperación y optimizar el entrenamiento y la nutrición deportiva. A través del desarrollo de suplementos nutricionales especializados, dispositivos portátiles para monitorear el rendimiento físico, y el uso de biomateriales en equipos deportivos, la biotecnología ha mejorado tanto la seguridad como el rendimiento de los atletas (Mun, 2022).

Además, avances en métodos biomoleculares han contribuido a detectar dopaje de manera más precisa, asegurando la equidad en la competencia. Asimismo, terapias basadas en células madre ofrecen nuevas oportunidades para la regeneración de tejidos y la rehabilitación de lesiones musculares y articulares.

Estas innovaciones no solo han revolucionado la práctica deportiva moderna, sino que también han elevado los estándares de bienestar y rendimiento en todos los niveles. Sin embargo, con la utilización de los avances, ha surgido un debate ético cuando estos avances son utilizados en los deportes competitivos y de alto rendimiento. A continuación, se exploran algunos de los avances recientes que demuestran el potencial transformador de la biotecnología en el deporte (Kos et al., 2018).

La bioética ha surgido como una disciplina fundamental para afrontar los desafíos éticos que plantea el avance científico, sobre todo en la biotecnología y la genética. Este campo de estudio se ha visto especialmente impulsado por el desarrollo de tecnologías emergentes en salud pública y neurociencia, que suscitan cuestiones éticas en torno a la dignidad humana, los derechos y la justicia social en la práctica científica (Mattei, 2012; Wolpe, 2002). Un análisis similar al realizado en salud pública y neurociencia podría extenderse a la actividad física y deportiva (Mun, 2022).

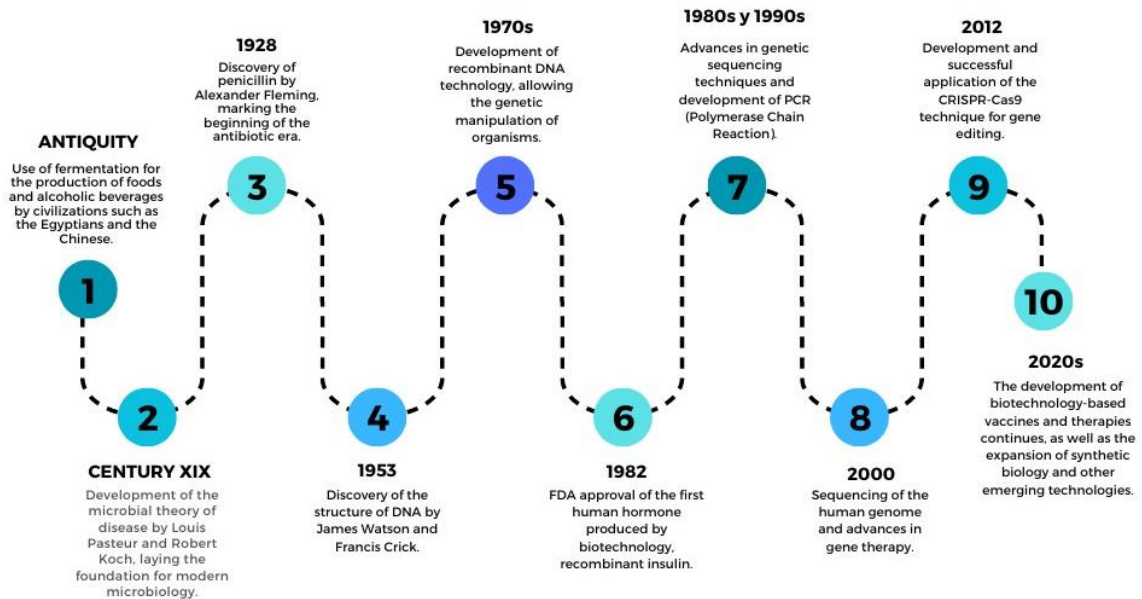
Historia de la Biotecnología

La Biotecnología se ha extendido desde la antigüedad, con prácticas como la fermentación de alimentos y bebidas, que fueron fundamentales en culturas como la egipcia, la china y la mesopotámica, a través de la incorporación de microorganismos para la producción de productos como la cerveza, vino, pan y queso (Bhatia, 2018), hasta las biotecnologías más emergentes e innovadoras de la actualidad.

A continuación, se presenta la línea del tiempo con algunos de los acontecimientos más importantes en la historia de la biotecnología, los cuales han permitido a través del tiempo la transformación de este campo multidisciplinario.

Figura 1.

Línea de tiempo sobre la biotecnología



Nota. Elaborada por autores.

La ética en la utilización de la biotecnología en los deportes de competencia ha evolucionado significativamente desde que se comenzaron a utilizar las primeras ayudas ergogénicas y métodos de mejora del rendimiento. Inicialmente, el enfoque se centró en la prohibición de sustancias químicas dopantes, pero con el avance de las tecnologías biotecnológicas, el debate se expandió a nuevas fronteras. La ingeniería genética, el uso de células madre para la recuperación de lesiones, y los dispositivos de monitoreo de rendimiento han planteado serios dilemas éticos sobre hasta qué punto es legítimo mejorar el cuerpo humano para la competencia deportiva (Belkhaoud et al., 2023). La necesidad de un marco ético claro se hizo evidente con el desarrollo de técnicas avanzadas de detección de dopaje, las cuales intentan mantener un equilibrio entre la mejora del rendimiento y la preservación de la justicia en el deporte (Bergmann et al., 2017).

Biotechnología

Es un campo multidisciplinario que utiliza organismos vivos, sistemas biológicos o partes de ellos para desarrollar o modificar productos y procesos para usos específicos. Se basa en la aplicación práctica de los conocimientos en biología, microbiología, genética molecular y otras ciencias relacionadas (Bentahar et al., 2023).

Implica el uso de microorganismos como bacterias, levaduras, virus, células vegetales o animales, así como partes de estos organismos, como proteínas, enzimas o ácidos nucleicos (Betsch, 1998), con el fin de desarrollar productos o procesos que benefician a la humanidad en áreas como la medicina, la agricultura, la biotecnología industrial y la alimentación. Abarca desde la creación de medicamentos y vacunas hasta la modificación genética de cultivos para mejorar su resistencia o rendimiento (Kamrun Nahar et al., 2022). La biotecnología también incluye aplicaciones en la biorremediación, donde microorganismos son utilizados para limpiar ambientes contaminados, o en la producción de bioenergía a partir de fuentes renovables (Hilgartner, 2001). En este contexto, se busca aprovechar las capacidades naturales de los organismos para innovar y resolver problemas en diversas

industrias, siempre considerando los aspectos éticos y de seguridad involucrados (Fajardo Rosabal et al., 2022).

La biotecnología tiene aplicaciones en una amplia gama de campos, incluyendo la medicina (producción de medicamentos y vacunas), agricultura (cultivos genéticamente modificados, biopesticidas), industria alimentaria (fermentación de alimentos, mejora de características alimentarias), medio ambiente (biorremediación, tratamiento de aguas residuales) y energía (biocombustibles) (Maddela & García, 2021).

Incluye técnicas como la ingeniería genética, que permite modificar el ADN de los organismos para obtener características deseables o producir proteínas específicas, y la biología sintética, que busca diseñar sistemas biológicos nuevos o reconfigurados (Arakawa et al., 2007). Debido a la capacidad de manipular la vida y sus componentes, la biotecnología plantea cuestiones éticas y de seguridad que requieren regulación y evaluación cuidadosa (Bergmann et al., 2017).

Salud Pública y Bioética: El Concepto Ampliado de Salud

Son disciplinas estrechamente relacionadas, aunque con enfoques distintos, que trabajan juntas para garantizar el bienestar de las personas y las comunidades. La Salud Pública se enfoca en la protección y mejora de la salud a nivel colectivo, promoviendo la prevención de enfermedades, la educación comunitaria y la creación de políticas públicas que favorezcan un entorno saludable. Su objetivo es reducir las desigualdades en salud y garantizar el acceso a condiciones de vida saludables para toda la población, considerando también factores sociales, económicos y ambientales que influyen en el bienestar de la comunidad (Kottow, 2011).

Por otro lado, la Bioética aborda los dilemas morales y éticos que surgen en el campo de la medicina, la biotecnología y la investigación científica, centrándose en principios como la autonomía, la justicia, la beneficencia y la no maleficencia. En el contexto de la salud pública, la bioética es fundamental para guiar las decisiones que afectan tanto a la salud individual como colectiva, equilibrando el bienestar general con el respeto por los derechos y libertades de los individuos. Así, ambas disciplinas colaboran para asegurar que las políticas de salud sean no solo eficaces, sino también justas y éticamente responsables (Weisstub et al., 2008).

La evolución de la salud pública ha ampliado su enfoque para incluir no solo la prevención de enfermedades, sino también la promoción de un ambiente saludable y equitativo. Los principios de la “Nueva Salud Pública” subrayan la importancia de los determinantes sociales y económicos en la salud de las poblaciones, y demandan un compromiso ético de parte de los gobiernos para reducir las desigualdades en salud mediante políticas inclusivas y accesibles (Elsevier, 2014). En el contexto latinoamericano el análisis de la salud pública y la bioética está sujeto a la formulación e implementación de las políticas públicas de cada país con respecto al deporte y a su regulación y puede ser diferente de país a país y dependiendo de la disciplina deportiva que se desarrolle. Así mismo los controles y “avances” surgen no tanto por iniciativa propia sino adoptados de controles y medidas producto de competiciones internacionales como juegos regionales, continentales, mundiales y juegos olímpicos.

Genética y la Naturaleza Humana

La genética sugiere preguntas fundamentales sobre la naturaleza humana, incluyendo la

distinción entre el humano y lo no humano. La manipulación genética, que podría facilitar avances en diagnóstico prenatal y terapias génicas, ha suscitado preocupaciones éticas sobre el potencial retorno de un nuevo eugenismo y la posibilidad de que se emplee para "mejorar" o "seleccionar" individuos, lo que plantea dilemas en torno a la dignidad humana y la igualdad (Mattei, 2012). Infortunadamente las guerras mundiales han expuesto prácticas controvertibles en cuanto a la eugenesia que adelantaron el debate ético que puede extrapolarse a la actividad física y el deporte. La determinación de los límites en el tema de "mejorar" o "seleccionar" individuos con fines de optimizar el rendimiento deportivo surge como tema trascendente (Baloutzova, 2011).

El avance en la comprensión del genoma humano ha permitido grandes avances en la medicina, como la identificación temprana de enfermedades genéticas, el desarrollo de terapias génicas, y la creación de tratamientos personalizados basados en el perfil genético de cada individuo. Además, la ingeniería genética ha abierto puertas para la modificación de organismos, incluyendo la posibilidad de editar genes humanos para corregir defectos hereditarios, lo que promete un futuro en el que las enfermedades genéticas puedan ser erradicadas (Olson, 1989).

Sin embargo, estos avances también plantean retos éticos, sociales y filosóficos cruciales. Uno de los principales desafíos es la modificación genética en humanos, especialmente en las etapas de embrión o células germinales, lo que podría tener implicaciones no solo para el individuo modificado, sino también para las futuras generaciones. El riesgo de crear una "humanidad diseñada" plantea preocupaciones sobre la eugenesia, la igualdad de oportunidades, y la diversidad genética, lo que podría generar nuevas formas de discriminación o inequidad social. Además, el acceso a las tecnologías genéticas podría estar limitado a ciertos grupos, exacerbando las desigualdades ya existentes en la sociedad. Por otro lado, el uso de la genética en la selección de características físicas o cognitivas podría poner en cuestión la noción misma de lo que significa ser humano y si debemos intervenir en los procesos naturales de la vida (Baillie & Casey, 2005).

Neuroética: La Línea Entre Tratamiento y Mejora

Las neurotecnologías modernas, que incluyen desde fármacos hasta estimulación cerebral, presentan dilemas éticos en relación con su uso para el mejoramiento de habilidades en individuos sin patologías identificadas. La neuroética explora la frontera entre tratamiento y mejora, cuestionando qué aspectos del funcionamiento humano deben considerarse normales y qué cambios se justificarían éticamente para mejorar la calidad de vida (Wolpe, 2002). Determinar un límite o una línea entre un tratamiento para mejorar estabilizar o recuperar la salud y la mejora de la salud con fines de competitivos e incluso con fines comerciales es materia de controversia y su regulación es compleja.

El debate en neuroética sobre la línea entre tratamiento y mejoramiento se centra en las implicaciones éticas, sociales y filosóficas de utilizar avances en neurociencia para no solo tratar condiciones médicas, sino también para mejorar capacidades humanas más allá de lo considerado normal (Shook et al., 2014). Mientras que el tratamiento busca restaurar la salud y aliviar el sufrimiento, el mejoramiento apunta a potenciar habilidades cognitivas, emocionales o físicas por razones no médicas. Este dilema involucra principios clave de la bioética como la autonomía, la justicia y el bien común, planteando preguntas sobre los límites de la intervención humana, los riesgos de exacerbar desigualdades sociales, y los efectos sobre la identidad y el bienestar humano. Además, el avance de estas tecnologías requiere una regulación ética que garantice un equilibrio entre la libertad individual y las consecuencias sociales, promoviendo un desarrollo responsable y justo (Wolpe, 2002).

Deporte

Se define como cualquier forma de actividad física que involucra esfuerzo físico sistemático y está organizada en forma de juego o competición. Suele estar regulado por un conjunto de reglas o normas que determinan cómo se lleva a cabo y qué resultados se deben alcanzar. Además del componente físico, el deporte puede incluir aspectos mentales y estratégicos, dependiendo de la disciplina específica (Angba, 2022).

La relación entre el deporte y la biotecnología está emergiendo como un campo clave de innovación, donde los avances científicos en biotecnología están influyendo en el rendimiento deportivo, la prevención de lesiones, la recuperación y la mejora de la salud general de los atletas. La biotecnología aplicada al deporte abarca una variedad de áreas, desde la mejora genética y la edición del ADN, hasta el uso de terapias celulares, biomateriales y tecnologías de monitoreo de salud (Sanders & Kraus, 2005).

Contribuciones De La Biotecnología En El Deporte Y La Actividad Física

La biotecnología ha tenido un impacto significativo en el mundo del deporte, dado que ha permitido no solo la mejora del rendimiento, la prevención y tratamiento de lesiones, la recuperación y rehabilitación, análisis y mejora del entrenamiento y la nutrición deportiva.

A través del desarrollo de suplementos nutricionales y bebidas deportivas optimizadas para aumentar el rendimiento, mejorar la resistencia y acelerar la recuperación muscular, también es posible mejorar el rendimiento atlético de las diferentes disciplinas deportivas (Westerbeek & Eime, 2021). La implementación de biotecnológicas como dispositivos portátiles y aplicaciones móviles para monitorear el rendimiento físico, cardiovascular y la calidad del sueño de los atletas, también han permitido una personalización más precisa de los programas de entrenamiento y nutrición (Bonneau & Laarveld, 1999).

Por otro lado, el uso de biomateriales en la fabricación de ropa y equipos deportivos que mejoran la comodidad, la transpirabilidad y la seguridad, así como en el desarrollo de prótesis y dispositivos ortopédicos más eficientes (Xing, 2021), como también el desarrollo de métodos biomoleculares avanzados para la detección precisa de sustancias prohibidas y métodos de dopaje, garantizando la equidad y la integridad en el deporte (Belkhaoud et al., 2023).

Dado el alto riesgo de sufrir lesiones en la realización de cualquier tipo de actividad física en cualquier doctrina o deporte específico, se han diseñado terapias avanzadas basadas en células madre y factores de crecimiento para la regeneración de tejidos, mejorando la recuperación de lesiones musculares y articulares (Pavan et al., 2024).

Estas contribuciones no solo han transformado la forma en que se entrena y compite en el deporte moderno, sino que también han mejorado significativamente el bienestar y el rendimiento de los atletas en todos los niveles. A continuación, se pueden observar algunos de los avances recientes en materia de biotecnología aplicada al deporte. Sin embargo, pueden surgir cuestionamientos al alcance de las ayudas y a los beneficios que obtengan los deportistas de alto rendimiento por el uso de la biotecnología en competencias deportivas. Las autoridades de los deportes de competencia deben preocuparse por establecer regulaciones y límites a el uso de la biotecnología los deportes para que las competencias sean justas y sugiere que el avance en el control debe ir a la par con el avance en la biotecnología

aplicada al deporte de competencia.

Tabla 1.

Biotechnología aplicada al deporte (Aplicaciones dadas)

Aplicación	Fuente	País
Chips de microfluidos se pueden aplicados en campos como la biomedicina, la encapsulación de fármacos y la preparación de nanopartículas como alternativa en la medicina deportiva.	(Lei et al., 2024)	China
El extracto de asta de ciervo (DAE) se ha utilizado habitualmente en la medicina deportiva debido a sus características antioxidantes, antiinflamatorios, antifatiga, antimicrobianos, regenerativas, entre otras.	(Orassay et al., 2024a)	China
Dispositivos de micro fluidos para proporcionar datos en tiempo real sobre el estado fisiológico de un atleta, incluidos los niveles de hidratación, el equilibrio de electrolitos y otros factores importantes. Con el fin de optimizar el entrenamiento y el rendimiento, así como para identificar posibles riesgos para la salud y prevenir lesiones.	(Orassay et al., 2024b)	China
Péptidos con bioactividades beneficiosas para las actividades deportivas liberados en el digesto SPS	(Masotti et al., 2024)	Italia
Trasplante de células madre enfocado en lesiones neuronales deportivas, especialmente en la médula espinal y el sistema nervioso periférico.	(Bingnan et al., 2024)	China
Células madre mesenquimales (MSC) extraídas de la médula ósea y del tejido adiposo para la regeneración del tejido óseo y articular en lesiones de deportistas.	(Yu et al., 2023)	China
Potencial ergogénico de los aminoácidos, mediante una valoración crítica de los resultados de los ensayos clínicos de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA), arginina, glutamina, citrulina, β -alanina y taurina, realizados en deportistas de élite de diversos deportes terrestres y acuáticos.	(Duttagupta et al., 2024)	India
Uso de células o tejidos exógenos para reemplazar las células endógenas para reformar el tejido dañado	(Agbo, 2014)	India
Artroscopia en el tratamiento de lesiones y enfermedades articulares	(Chase, 2014)	India
Implantes ortopédicos e ingeniería de tejidos óseos a través de nanotecnología	(Liang et al., 2024)	China
Biomíneralización mejorada y conformación de proteínas impulsadas por recubrimiento ferroeléctrico funcionalizado en implantes metálicos	(Zlotnik et al., 2019)	UK
Nanopartículas multimodales capa por capa biodegradables para el tratamiento del osteosarcoma	(Crisafulli et al., 2024)	EE.UU
Nanopartículas sensibles a enzimas y pH basadas en ácido poli (β -l -málico) para administración de fármacos con endocitosis mejorada	(Guo et al., 2024)	China

Nota. Elaborada por autores

Biotechnología Y Ética En El Deporte De Alta Competencia

El uso de ayudas biotecnológicas en los deportes de alto rendimiento genera un profundo debate ético en torno a la equidad y la integridad del deporte. Mientras que estas tecnologías, como la ingeniería genética, los trasplantes de células madre y los suplementos ergogénicos, pueden mejorar significativamente el rendimiento atlético, también presentan la posibilidad de proporcionar ventajas competitivas desproporcionadas a ciertos deportistas (Belkhaoud et al., 2023). Este hecho desafía el

principio fundamental de igualdad de condiciones en las competiciones deportivas, ya que no todos los atletas tienen el mismo acceso a estas innovaciones tecnológicas. Según Bergmann et al. (2017), la capacidad de manipular genéticamente el cuerpo humano plantea cuestiones éticas críticas sobre los límites del rendimiento humano y la esencia misma del deporte, que podría pasar de ser una prueba de habilidades innatas a una competencia de acceso a la tecnología más avanzada.

La velocidad a la que se desarrollan e implementan las ayudas biotecnológicas en el deporte supera con frecuencia la capacidad de los sistemas de control antidopaje y las regulaciones deportivas para mantenerse al día, lo que crea un desfase ético preocupante (Bonneau & Laarveld, 1999). Mientras que las organizaciones deportivas se esfuerzan por desarrollar métodos más sofisticados para detectar el uso indebido de sustancias y tecnologías avanzadas, la constante evolución de estas técnicas biotecnológicas dificulta la regulación efectiva. Este desajuste permite que algunos atletas exploten lagunas en las normas existentes, obteniendo así una ventaja injusta sobre sus competidores, lo que erosiona la credibilidad de las competiciones deportivas (Belkhaoud et al., 2023).

Es esencial que las regulaciones deportivas avancen al mismo ritmo que las innovaciones biotecnológicas para salvaguardar los principios de equidad e integridad en el deporte. La ética en el uso de biotecnología debe ser un pilar fundamental en el desarrollo de políticas deportivas, priorizando la salud y la seguridad de los atletas por encima de cualquier avance tecnológico (Belkhaoud et al., 2023). A futuro, la colaboración entre científicos, expertos en ética, autoridades deportivas y atletas será crucial para establecer límites claros y justos en el uso de biotecnologías, garantizando que el deporte continúe siendo una celebración del esfuerzo humano y no solo una competencia de avances tecnológicos.

Retos Y Dificultades De La Biotecnología

El uso de la biotecnología en el deporte enfrenta importantes retos éticos y regulatorios. Uno de los principales es el riesgo de doping genético o el uso de tecnologías para mejorar el rendimiento de los atletas más allá de lo que se considera natural. Técnicas como la edición genética podrían ofrecer ventajas desleales, alterando la esencia de la competencia y generando incertidumbre sobre qué se considera un "logro natural" en el deporte. Esto plantea la necesidad de establecer normas claras y efectivas para diferenciar entre tratamientos legítimos y mejoras no éticas (Rodríguez Yunta, 2020).

Además, la desigualdad en el acceso a las tecnologías biotecnológicas representa un desafío significativo. Las tecnologías avanzadas, como la modificación genética o la medicina regenerativa, pueden estar fuera del alcance de muchos atletas debido a sus altos costos, lo que podría acentuar las brechas sociales y económicas en el deporte. Esto también genera preocupaciones sobre la equidad y si los atletas de élite se beneficiarían desproporcionadamente de estas tecnologías, creando una competencia desigual. La regulación efectiva de estas innovaciones es crucial para garantizar que el deporte siga siendo un terreno justo y accesible para todos (Caro & Hoyos, 2014).

Conclusiones

En conclusión, la biotecnología representa un campo multidisciplinario crucial que utiliza organismos vivos y sistemas biológicos para desarrollar productos y procesos adaptados a diversos usos específicos. Desde sus aplicaciones en medicina, agricultura, industria alimentaria, medio ambiente y energía, hasta técnicas avanzadas como la ingeniería genética y la biología sintética, la biotecnología ha transformado profundamente nuestro enfoque hacia la manipulación y mejora de la

vida y sus componentes.

En el contexto del deporte, la biotecnología ha demostrado un impacto significativo al mejorar el rendimiento atlético, prevenir y tratar lesiones, y optimizar la recuperación y rehabilitación de los atletas. Mediante el desarrollo de suplementos nutricionales especializados y el uso de tecnologías avanzadas para el monitoreo personalizado del rendimiento físico y la salud, se ha facilitado una mejora continua en las prácticas deportivas. Además, la aplicación de biomateriales en la fabricación de equipos deportivos y la innovación en métodos de detección de dopaje han contribuido a mejorar la seguridad y equidad en la competición.

Estos avances no solo han redefinido la forma en que se entrena y compete en el deporte moderno, sino que también han elevado los estándares de bienestar y rendimiento de los atletas en todas las disciplinas. A medida que la biotecnología continúa avanzando, se anticipa que seguirá desempeñando un papel fundamental en el futuro del deporte, impulsando nuevas innovaciones y mejoras en la salud y el desempeño humano.

En las competencias deportivas surge un dilema ético con respecto a los límites de beneficios obtenidos por la aplicación de la biotecnología en atletas de alto rendimiento y los controles a éstos para que las competencias sean justas. La historia de la ética en la biotecnología deportiva refleja una constante tensión entre la innovación tecnológica y los principios de equidad y seguridad en las competencias. A medida que la biotecnología avanza, será crucial que las políticas deportivas evolucionen para regular su uso de manera justa y transparente, asegurando que el deporte siga siendo un reflejo del esfuerzo humano más que de las capacidades tecnológicas (Bonneau & Laarveld, 1999).

A medida que avanzan las ciencias biomédicas y la biotecnología, se requieren marcos éticos robustos para guiar las aplicaciones de estas tecnologías. Es crucial establecer principios éticos que salvaguarden la dignidad humana y promuevan la justicia y la igualdad, evitando prácticas que puedan derivar en discriminación o en la explotación de grupos vulnerables. La bioética debe adaptarse a los cambios constantes en las ciencias para poder responder a estos desafíos emergentes de manera adecuada y justa. Así mismo la implementación de los avances científicos para mejorar la salud deben ir de la mano con criterios éticos y con controles adecuados formulados y regulados por políticas públicas contextualizadas a cada región y a cada país.

Declaración sobre conflicto de interés:

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

Referencias Bibliográficas

Agbo, E. C. ed. (2014). Innovations in biotechnology. 464.

Angba, T. (2022). Health Benefits of Sports and Physical Activity. Faculty of Education, National Open University of Nigeria, February, 1–11.

Arakawa, T., Tsumoto, K., Kita, Y., Chang, B., & Ejima, D. (2007). Biotechnology applications of amino acids in protein purification and formulations. *Amino Acids*, 33(4), 587–605.
<https://doi.org/10.1007/S00726-007-0506-3/METRICS>

- Baillie, H. W. & Casey, Timothy. (2005). Is human nature obsolete?: genetics, bioengineering, and the future of the human condition. 422.
- Baloutzova, S. (2011). Building the New Man.
- Belkhaoud, M., Rkhaila, A., Saga, M., Dahou, B., Aouji, M., Khattabi, M., Hami, H., & Habsaoui, A. (2023). Doping in Sports, from Chemical to Genetic: A Technological Evolution or a Threat to Sport's Future? International Journal of Chemical and Biochemical Sciences, 23(3), 86–97.
- Bentahar, S., Abada, R., Ykhlef, N., Soumia, B., Rofia, A., & YKHLEF Nadia, P. (2023). Biotechnology: Definitions, Types and Main Applications. YAMER Digital, May, 563–575.
<https://doi.org/10.37896/YMER22.04/49>
- Bergmann, F. T., Hoops, S., Klahn, B., Kummer, U., Mendes, P., Pahle, J., & Sahle, S. (2017). COPASI and its applications in biotechnology. Journal of Biotechnology, 261(June), 215–220.
<https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2017.06.1200>
- Betsch, D. F. (1998). Biotechnology Information Series. Iowa State University Office of Biotechnology., 1–6.
- Bhatia, S. (2018). History, scope and development of biotechnology. Introduction to Pharmaceutical Biotechnology, Volume 1, 1-1-1–61.
<https://doi.org/10.1088/978-0-7503-1299-8CH1>
- Bingnan, W., Jiao, T., Ghorbani, A., & Baghei, S. (2024). Enhancing regenerative potential: A comprehensive review of stem cell transplantation for sports-related neuronal injuries, with a focus on spinal cord injuries and peripheral nervous system damage. Tissue and Cell, 88(January), 102429.
<https://doi.org/10.1016/j.tice.2024.102429>
- Bonneau, M., & Laarveld, B. (1999). Biotechnology in animal nutrition, physiology and health. Livestock Production Science, 59(2–3), 223–241.
[https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00029-9)
- Caro Romero, H. D., & Hoyos Cuartas, L. A. (2014). Biotecnología en el deporte: debate entre los bio-tecno-fascinados y los biotecno-fóbicos y su relación con el principio bioético de la autonomía. Lúdica Pedagógica, 1(20), 19–25.
<https://doi.org/10.17227/01214128.20LUDICA19.25>
- Chase, C. W. (2014). Innovations in Business Forecasting: Predictive Analytics. Journal of Business Forecasting, 33(2), 26–32.
https://support.sas.com/publishing/authors/extras/predictive_analytics.pdf
- Crisafulli, E., Scalzone, A., Tonda-Turo, C., Girón-Hernández, J., & Gentile, P. (2024). Multimodal layer-by-layer nanoparticles: a breakthrough in gene and drug delivery for osteosarcoma. Journal of Materials Chemistry B. <https://doi.org/10.1039/D4TB01541J>
- Duttagupta, S., Krishna Roy, N., & Dey, G. (2024). Efficacy of amino acids in sports nutrition- review of clinical evidences. Food Research International, 187(December 2023), 114311.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114311>

Perspective for Human Survival.
<https://doi.org/10.5772/18466>

Fajardo Rosabal, L., Guardia Puebla, Y., Rodríguez Pérez, S., Rosabal Cordoví, U. M., Silva Pupo, J. J., & Werbrouck, S. P. O. (2022). Effects of salicylic acid on the production of polyphenols and the reducing power of *Theobroma cacao* calli. *Current Research in Biotechnology*, 4, 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2021.12.005>

Guo, S., Qiao, Y., Wang, C., Zhang, Y., Yang, T., & Wu, H. (2024). Enzyme/pH-sensitive nanoparticles based on poly(β -L-malic acid) for drug delivery with enhanced endocytosis. *Journal of Materials Chemistry B*. <https://doi.org/10.1039/D4TB01681E>

Hilgartner, S. (2001). *Biotechnology. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 1235–1240. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03147-8>

Kamrun Nahar, M., Nazmul Haque, M., Kumar Paul, G., Islam, S., Abu Saleh, M., Salah Uddin, M., & Zaman, S. (2022). Bacteria isolated from cultivated soil after liming promote seed germination and seedling growth of crop plants. *Current Research in Biotechnology*, 4, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2021.12.001>

Kos, A., Wei, Y., Tomažič, S., & Umek, A. (2018). The role of science and technology in sport. *Procedia Computer Science*, 129, 489–495. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2018.03.029>

Kottow, M. (2011). Public Health Bioethics. *Global Bioethics* -

Lei, X., Ye, W., Safdarin, F., & Baghaei, S. (2024). Microfluidics devices for sports: A review on technology for biomedical application used in fields such as biomedicine, drug encapsulation, preparation of nanoparticles, cell targeting, analysis, diagnosis, and cell culture. In *Tissue and Cell* (Vol. 87). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2024.102339>

Liang, W., Zhou, C., Bai, J., Zhang, H., Long, H., Jiang, B., Dai, H., Wang, J., Zhang, H., & Zhao, J. (2024). Current developments and future perspectives of nanotechnology in orthopedic implants: an updated review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12, 1342340. <https://doi.org/10.3389/FBIOE.2024.1342340>

Maddela, N. R., & García, L. C. (2021). Innovations in biotechnology for a sustainable future. *Innovations in Biotechnology for a Sustainable Future*, October, 1–448. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80108-3>

Masotti, F., Stuknytė, M., Da Costa, I., De Noni, I., & Cattaneo, S. (2024). Journal Pre-proofs Whey-based sports supplements: Heat damage and protein breakdown after in vitro gastrointestinal digestion. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114622>

Mun, J. H. (2022). *Biotechnology and Sports Engineering. Biotechnology and Sports Engineering*, 224.

<https://doi.org/10.3390/BOOKS978-3-0365-5206-4>

Olson, S. (1989). Genetics and the Human Genome.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218596/>

Orassay, A., Sadvokassova, D., Berdigaliyev, A., Sagintayev, A., Myrzagali, S., Omarova, Z., Toktarov, N., Liu, D., & Xie, Y. (2024a). Deer antler extract: Pharmacology, rehabilitation and sports medicine applications. In Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine (Vol. 10). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100316>

Orassay, A., Sadvokassova, D., Berdigaliyev, A., Sagintayev, A., Myrzagali, S., Omarova, Z., Toktarov, N., Liu, D., & Xie, Y. (2024b). Deer antler extract: Pharmacology, rehabilitation and sports medicine applications. In Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine (Vol. 10). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100316>

Pavan, I. P., Giacinti, G. M., Alvarenga, F. dos S., Martins, I. M., Campanharo, C. V., Casotti, M. C., Louro, I. D., & Meira, D. D. (2024). Advances in Biotechnology for Cellular and Tissue Regeneration: Challenges and Perspectives in Human Disease Treatment. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, 5(3), e534956. <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i3.4956>

Rodríguez Yunta, E. (2020). Desafíos éticos en investigación genómica y biotecnología. Veinte años de acta

bioethica originales. In Acta Bioethica (Vol. 26, Issue 2).

Sanders Williams, R., & Kraus, W. E. (2005). Exercise and Health: Can Biotechnology Confer Similar Benefits? PLoS Medicine, 2(3), e68. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PMED.0020068>

Shook, J. R., Galvagni, L., & Giordano, J. (2014). Cognitive enhancement kept within contexts: neuroethics and informed public policy. Frontiers in Systems Neuroscience, 8. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00228>

Weisstub, D. N., Boylan, M., & Teays, W. (2008). International Public Health Policy and Ethics. 42, 59–90. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8617-5>

Westerbeek, H., & Eime, R. (2021). The physical activity and sport participation framework—a policy model toward being physically active across the lifespan. Frontiers in Sports and Active Living, 3(May), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.608593>

Wolpe, P. R. (2002). Treatment, enhancement, and the ethics of neurotherapeutics. Brain and Cognition, 50(3), 387–395. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(02\)00534-1](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(02)00534-1)

Xing, M. (2021). Compatibility of Composite Biomaterials in Sports Injury Repair. Advances in Materials Science and Engineering, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/4954325>

Yu, H., Habibi, M., Motamedi, K., Semirumi, D. T., & Ghorbani, A.

(2023). Utilizing stem cells in reconstructive treatments for sports injuries: An innovative approach. *Tissue and Cell*, 83(June), 102152. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2023.102152>

Zlotnik, S., Maltez-Da Costa, M., Barroca, N., Hortigüela, M. J., Singh, M. K., Fernandes, M. H. V., & Vilarinho, P. M. (2019). Functionalized-ferroelectric-coating-driven enhanced biomineralization and protein-conformation on metallic implants. *Journal of Materials Chemistry B*, 7(13), 2177–2189. <https://doi.org/10.1039/C8TB02777C>

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RUTA DE APRENDIZAJE INCLUSIVA, A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE DE UN GRUPO DE APRENDICES HETEROGÉNEO

IMPLEMENTATION OF AN INCLUSIVE LEARNING PATH, THROUGH LEARNING METHODOLOGIES IN A HETEROGENEOUS LEARNING GROUP

Lina Faisuri González Becerra¹, Juan David Agudelo Perdomo², Delfina María Alzate Castaño³

¹ Centro de Biotecnología Industrial. Palmira, Colombia. **Email:** lgonzalezbf@gmail.com

² Centro de Biotecnología Industrial. Palmira, Colombia. **Email:** jdagudelo51@misena.edu.co

³ Centro de Biotecnología Industrial. Palmira, Colombia. **Email:** delfina.alzate@gmail.com

Para citar este artículo: González Becerra, L. F., Agudelo Perdomo, J. D. & Alzate Castaño, D. M. (2025). Implementación de una ruta de aprendizaje inclusiva, a través de metodologías para el aprendizaje de un grupo de aprendices heterogéneo. LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica, 9(1). <https://doi.org/10.23850/25907441.6602>.

Recibido: 2 de octubre de 2024

Aceptado: 18 de marzo de 2025

Publicado en línea: 8 de junio de 2025

.....

Palabras

clave:

Educación
inclusiva,
discapacidad
auditiva,
lenguaje de
señas,
inclusión
laboral.

JEL: Q55,
R5, Z3

.....

Keywords:

Inclusive
education,
hearing
impairment,
sign
language,
inclusive
workplace.

Resumen

Basado en las políticas del SENA, este artículo presenta una propuesta para mejorar la calidad educativa de personas sordas en Colombia mediante una ruta de aprendizaje inclusiva. Los instructores Lina Gonzales y Juan David Agudelo, del programa Técnico en Integración de Operaciones Logísticas, implementaron metodologías adaptadas para un grupo heterogéneo de 24 aprendices, incluyendo cuatro con discapacidad auditiva. Se utilizó una metodología dual, con apoyo de intérpretes de señas y herramientas visuales como videos, imágenes y actividades lúdicas. Las técnicas didácticas activas fueron adaptadas a los diferentes ritmos y estilos de aprendizaje, promoviendo la participación y el protagonismo de los aprendices. También se aplicaron estrategias de la guía pedagógica de la Secretaría de Educación de Boyacá. Dos aprendices destacaron positivamente la experiencia, subrayando la importancia de la interacción, el trabajo en equipo, la empatía y la innovación. Actualmente, el SENA cuenta con cinco grupos en formación virtual en Tecnología en Interpretación de Lengua de Señas, fortaleciendo el perfil profesional en esta área y cumpliendo con los objetivos del Plan Estratégico 2023-2026.

Abstract

Based on SENA's policies, this article presents a proposal to improve the educational quality of deaf individuals in Colombia through an inclusive learning pathway. Instructors Lina Gonzales and Juan David Agudelo, from the Technical Program in Logistics Operations Integration, implemented adapted methodologies for a heterogeneous group of 24 learners, including four with hearing disabilities. A dual methodology was used, with the support of sign language interpreters and visual tools such as videos, images, and playful activities. Active teaching techniques were adapted to different learning styles and paces, promoting learner participation and protagonism. Strategies from the pedagogical guide developed by the Boyacá Department of Education were also applied. Two learners positively highlighted the experience, emphasizing the importance of interaction, teamwork, empathy, and innovation. Currently, SENA has five virtual training groups in the Technology in Sign Language Interpretation program, strengthening the professional profile in this field and fulfilling the objectives of the 2023–2026 Strategic Plan.

Introducción

Teniendo como referencia el artículo 47 de la Constitución Política de Colombia. De 1991 “El Estado adelantará una política de previsión, rehabilitación e integración social para los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, a quienes se prestará la atención especializada que requieran” y el artículo 54 “Es obligación del Estado y de los empleadores ofrecer formación y habilitación profesional y técnica a quienes lo requieran. El Estado debe propiciar la ubicación laboral de las personas en edad de trabajar y garantizar a los minusválidos el derecho a un trabajo acorde con sus condiciones de salud”

Haciendo referencia la carta magna; se desarrolla el Plan De Acción Nacional para el año 2023-2026, como Direccionamiento Estratégico Y Planeación - Misional Gestión Educativa. En la Política de Planeación Institucional, enmarcando el componente “Diseñar una estrategia de cualificación de actores educativos claves de las trayectorias educativas completas para la garantía del derecho a la educación de los estudiantes sordos diseñada e implementada en territorio” y “Mejorar la oferta de educación inclusiva para la población sorda por medio del diseño de estrategias de innovación educativa, respondiendo a la diversidad de condiciones del territorio y la interseccionalidad del sujeto”, como apoyo al eje estratégico de gestión educativa; con el fin de promover la organización y el fortalecimiento de las trayectorias educativas completas para el mejoramiento de la calidad educativa de las personas sordas, plan estratégico 2023 – 2026; permitiendo que las personas en situación de discapacidad auditiva en Colombia, que representan para el año 2021 459.784 personas, según la encuesta de Calidad de vida 2021; puedan acceder a mejores estrategias educativas y de esta forma mejorar la cualificación en el sector productivo y acceder a trabajos dignos y bien remunerados.

A través de la Política Institucional de Atención a Personas con Discapacidad Ley Estatutaria 1618 y el CONPES 166 ambas expedidas en el año 2013, le exigen explícitamente al SENA garantizar el acceso efectivo de la Población con Discapacidad a todos sus servicios, se crea la Política Institucional para la Atención de Personas con Discapacidad, aprobada en el año 2014, basada en los principios de la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad y promueve, de manera progresiva, el acceso efectivo de la población con discapacidad a la oferta de servicios de la Entidad; se concibe bajo un enfoque de derechos y rige como marco para la atención de todos los colombianos con discapacidad interesados en acceder a la oferta institucional, la estandarización de la política garantiza progresivamente la presentación de servicios de alta calidad a las personas con discapacidad, enfatizando en ejes temáticos como:

1. Formación Profesional Integral y Bienestar al Aprendiz: Recoge las acciones necesarias para garantizar progresivamente el acceso efectivo a la Formación Profesional Integral
2. Intermediación Laboral y Emprendimiento: Para mejorar la empleabilidad de las Personas con discapacidad en los sectores de la economía de acuerdo con sus características, potencialidades y perfil ocupacional.

La atención de las poblaciones vulnerables en el SENA se enmarca en la misión institucional y en lo establecido en el Decreto 249 de 2004, el cual en su artículo 14 Numeral 8. Establece: son funciones de la Dirección de Empleo y Trabajo "proponer en coordinación con la Dirección de Formación Profesional, programas de capacitación y actualización a desempleados, poblaciones vulnerables y demás grupos especiales, de acuerdo con las necesidades del mercado laboral, para el mejoramiento del empleo y la empleabilidad del país".

Por lo anterior, desde la Coordinación Nacional de la Agencia Pública de Empleo, se articulan acciones con las áreas misionales y estratégicas de la Entidad para dar cumplimiento a los compromisos enmarcados en el Plan Nacional de Desarrollo, Plan Estratégico Sectorial, Políticas Públicas, Ley de Víctimas y Restitución de Tierras 1448 de 2011 Leyes y Decretos con Enfoque Diferencial, documentos CONPES, entre otros.

Dicho accionar se encuentra soportado a nivel nacional, en la gestión regular que se adelanta en las 33 oficinas de las Agencias Públicas de Empleo, los 117 Centros de Formación Profesional y los 117 Centros de desarrollo empresarial, a través de los cuales se brindan acciones en materia de formación, empleo y emprendimiento.

Finalmente, con el propósito de brindar una atención diferencial, la entidad implementa acciones afirmativas en el marco de las políticas institucionales como la Política Institucional de Atención con Enfoque Pluralista y Diferencial; y la Política Institucional de Atención a Personas con Discapacidad.

Poblaciones en situación de vulnerabilidad y de especial protección por parte del estado

Algunas de las poblaciones vulnerables son sujetos de especial protección por parte del Estado y están constituidas por aquellas personas que, debido a su condición física, psicológica, social, cultural, política o económica, merecen una acción positiva estatal para efectos de lograr una igualdad real y efectiva.

Las personas con discapacidad incluyen a aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás. Convención sobre los derechos de las Personas con Discapacidad. Ley 1346 de 2009.

Política Institucional para la atención de personas con discapacidad

Para la atención de las personas con discapacidad el SENA cuenta con esta Política, que tiene por objeto garantizar el acceso efectivo de esta población a la oferta institucional, mediante la adopción de ajustes razonables de acuerdo con las características y necesidades de las personas; la política se rige como marco para la atención de todos los colombianos con discapacidad interesados en acceder al SENA.

Población Beneficiaria

De acuerdo con lo establecido por la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad, el SENA brinda atención a las personas con discapacidad visual, auditiva, sordo-ceguera, física, intelectual, psicosocial y múltiple.

Beneficios de contratar personas con discapacidad

Al contratar personas con discapacidad se adquiere una relación de GANA/GANA, por un lado, las personas con discapacidad mejoran su calidad de vida y obtienen un mayor desarrollo personal y profesional que impacta directamente en sus relaciones familiares, personales, de otra parte, los empresarios adquieren:

Productividad

Una persona con discapacidad que recibe la oportunidad de tener un trabajo digno, se convierte en colaborador con alto sentido de pertenencia de compromiso; determinación permanente de demostrar su capacidad, Incrementando índices de productividad.

Posicionamiento Empresarial

La empresa gana imagen frente a los diferentes grupos de interés con los que se relaciona, hace visible su determinación de ser socialmente responsable.

Cultura organizacional

Se crean ambientes laborales más productivos e inclusivos al ofrecer ejemplos de vida a los demás trabajadores que implican el reconocimiento del otro, respetando así la diferencia y aprendiendo de ella.

Para ser efectiva la política el SENA oferta el curso: orientación de procesos formativos a personas con discapacidad, 80 horas; modalidad virtual e interacción con personas con discapacidad, 60 horas; modalidad virtual, ofertados desde el año 2014; Con el fin de que todo el equipo de instructores de las 33 regionales y de los 117 centros de formación de la entidad, se fortalezca en estrategias metodológicas de aprendizaje para la atención a personas en situación de discapacidad, alineándose efectivamente al Plan de Acción Nacional 2023- 2026.

La Señora Karen Valverde, Interprete de lengua de Señas, informo que actualmente la Regional Valle tiene matriculado veintinueve (29) aprendices en situación de discapacidad auditiva, los cuales se mencionan, en la siguiente tabla por ciudad y Centro de Formación; tres (3) aprendices no son usuarios de lengua de señas, los cuales representan el 10,34% de los aprendices sordos.

Tabla 1.

Aprendices sordos matriculados

Ciudad y Centro de Formación	Programa de Formación	Nuero de aprendices sordos	Numero de aprendices sordos no usuarios de la lengua de señas
Cali (Complejo Salomia)	Técnico en Producción de marroquinería	1	0
	Técnico en Patronaje	1	0
	Técnico en Integración de Operaciones Logísticas	5	0
	Tecnólogo en Coordinación de Procesos Logísticos	6	0
	Técnico sistemas	1	0
	Gestión documental	1	0
	Técnico en Electricidad	0	1

	Técnico cocina	0	1
	Operario en Procesos de panadería	0	1
Buga (Centro Agropecuario)	No referido	4	0
Buenaventura (Centro Náutico Pesquero)	No referido	2	0
Palmira (Centro de Biotecnología Industrial)	Gestión de tesorería y recursos financieros	1	0
	Gestión contable y de información financiera	2	0
Tuluá (Centro Latinoamericano de Especies Menores)	No referido	2	0
TOTALES		26	3

Nota. Elaboración propia

Teniendo como referencia el Informe estadístico de cupos por centros de formación, nivel, programa especial, modalidad y programa de formación (Formato PE-04) del mes de marzo de 2024, actualmente se encuentran matriculados 63 programas de nivel tecnológico presencial en el Centro de Biotecnología Industrial, el 3,17% representado por dos (2) programas de formación, son grupos de formación heterogéneos, en el que fueron matriculados aprendices sin discapacidad y aprendices en situación de discapacidad auditiva, con las proporciones que se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Aprendices sin discapacidad y aprendices en situación de discapacidad auditiva

N. De Ficha	Nombre Programa Formación	Total Aprendices Activos	Total Aprendices Sordos
2849435	Gestión De Tesorería Y Recursos Financieros	27	1
2824213	Gestión Contable Y De Información Financiera	26	2
TOTALES		53	3

Nota. Elaboración propia

Para una correcta adaptación a la Formación Profesional Integral, que el programa de formación exige, 5,6% de los aprendices que presentan una situación de discapacidad auditiva, se les debe orientar la formación a través; de una ruta de aprendizaje inclusiva, con el fin de ser apropiados cognitivamente, procedimental y actitudinalmente; los conocimientos de procesos y saberes del programa de formación. Siendo un reto para el centro y el equipo de instructores, ya que el equipo de apoyo pedagógico del centro; aun no cuenta con estrategias metodológicas especializadas, para guiar a los instructores, que son asignados en impartir formación a la población sorda.

En marzo del año 2020, el Centro de Biotecnología Industrial, inicio a participar en la Inclusión social, con la matricula del curso Técnico en Integración de Operaciones Logísticas, Ficha: 2231469; grupo heterogéneo, representado por treinta y tres (33) aprendices matriculados, los cuales el 42% pertenecieron a población en situación de discapacidad auditiva, y el 57% población sin ningún tipo de discapacidad. Convirtiéndose en un desafío para el equipo de instructores, asignado a impartir formación en el grupo heterogéneo mencionado; con relación al desarrollo de estrategia metodológicas, que impactaran positivamente el ritmo y estilo de aprendizaje de todos los aprendices del grupo, por lo tanto, fue pertinente redactar el problema, ¿Como aplicar metodología para una ruta de aprendizaje inclusiva, para la formación de un grupo de aprendices heterogéneo?, formulado en el artículo de reflexión “Aplicación de metodología para una ruta de aprendizaje inclusiva, para la formación de un grupo de aprendices heterogéneo”, en el que se citan recomendaciones por parte del equipo de intérpretes de lengua de señas, Adrián Mauricio Muñoz y Stephanie Zúñiga, los mencionados apoyaron el proceso formativo del primer grupo heterogéneo, con aprendices en situación de discapacidad auditiva, matriculados en el Centro de Biotecnología Industrial SENA-Palmira en marzo de 2020, a través de oferta cerrada con apoyo de la empresa EFICOL, (Se anexa el articulo mencionado anteriormente, a este documento)

Los colaboradores del área de registro del Centro de Biotecnología Industrial, matricularon en el año 2022 la ficha 2646202 - Integración De Operaciones Logísticas, un grupo de formación compuesto por veinticuatro aprendices (24), cuatro (4) de ellos en situación de discapacidad auditiva. La instructora Lina Faisuri González y el Instructor Juan David Agudelo, en común acuerdo; consideraron pertinente tener en cuenta las recomendaciones indicadas por el equipo de intérpretes de lengua de señas Adrián Mauricio Muñoz y Stephanie Zúñiga, con el fin de acercar las actividades de aprendizaje; a las necesidades de los aprendices en situación de discapacidad auditiva, proponiendo una ruta de aprendizaje heterogénea, permitiendo orientar la formación al grupo.

Por lo tanto, con el fin de documentar la experiencia, de orientar la Formación Profesional Integral; en la segunda oferta de un grupo heterogéneo, por parte de la Instructora Técnica Lina Faisuri González y el Instructor Juan David Agudelo, se redacta el artículo de reflexión “Implementación de una ruta de aprendizaje inclusiva, a través de metodologías para el aprendizaje de un grupo de aprendices heterogéneo”, como obra derivada.

El problema formulado en la presente investigación es ¿cómo implementar una ruta de aprendizaje inclusiva, a través de metodologías para el aprendizaje, de un grupo de aprendices heterogéneo?, propuesto en el artículo Con el fin de cualificar de forma efectiva los aprendices en situación de discapacidad auditiva, simultáneamente con los aprendices que no presentan discapacidad.

Metodología

Haciendo relación directa, a la identificación de personas en situación de discapacidad auditiva, se encuentran personas que presentan en forma permanente disminución en las funciones sensoriales relacionadas con la percepción de los sonidos y la discriminación de su localización, tono, volumen y calidad; como consecuencia, presentan diferentes grados de dificultad en la recepción y producción de mensajes verbales y, por tanto; para la comunicación oral. Se incluye en esta categoría a las personas sordas y a las personas con hipoacusia esto es, aquellas que debido a una deficiencia en la capacidad auditiva presentan dificultades en la discriminación de sonidos, palabras, frases, conversación e incluso sonidos con mayor intensidad que la voz conversacional, según el grado de pérdida auditiva (Ministerio de la Protección Social & ACNUR, 2011).

Las personas en situación de discapacidad auditiva, presentan tres discapacidades, dos derivadas de la sordera; ya que son diagnosticadas con pérdida parcial o total de audición, según la afección; pero debido a que el entorno no está adaptado a su situación de discapacidad, la gran mayoría de esta población presenta bajo nivel cognitivo; porque se les dificulta entender el mundo debido a la falta del sentido del oído y aunque no tienen problemas en su aparato de la fonación, el no escuchar les genera un bloqueo en el habla y no desarrollan de forma correcta sus cuerdas bucales; sumado el bullying social que se expone la mayoría de personas sorda, debido a la pronunciación confusa de las palabras. Por lo tanto, se genera una discapacidad por el entorno y otra por decisión ya que no hablan por temor a represiones y burlas sociales.

Las metodologías que se mencionan a continuación, les fue aplicadas a los veinticuatro (24) aprendices del grupo heterogéneo la ficha 2646202 - Integración De Operaciones Logísticas, con el fin de implementar una ruta de aprendizaje heterogénea y equitativa. Con énfasis a los cuatro (4) aprendices, en situación de discapacidad auditiva; que se mencionan en la siguiente tabla, los cuales representan el 17% de los aprendices del grupo en formación.

Tabla 3.

Aprendices en situación de discapacidad auditiva

Tipo de Documento	Número de Documento	Nombre	Apellidos
CC	1088270289	Daniela María	Santamaria Escobar
CC	1113658263	Jhon Edward	Galeano Bermúdez
CC	1113660874	Marielly	Morales Mondragón
CC	1113667100	Stefania	Yule Moreno

Nota. Elaboración propia

Basándose en las teorías de Charles-Michel de L'Épée “Padre de la lengua de Señas” y Samuel Heinicke, “Corriente Oralista para sordos” El Intérprete de señas Carlos Mauricio Nova Pastrana, y la Intérprete de señas Gina Torres; aplicaron una metodología dual, en compañía del instructor Juan David Agudelo y la Instructora Lina Faisuri González, desarrollando técnicas multidisciplinarias, adaptando las técnicas didácticas activas que ofrece la Formación Profesional Integral, al grupo heterogéneo; con el apoyo de herramientas visuales como videos e imágenes y actividades lúdicas donde el aprendiz es el protagonista de su proceso formativo, con el fin de lograr una clara comprensión de los conocimientos de procesos y saberes del programa de formación en el que se matricularon.

Como apoyo metodológico a la formación La Instructora Lina Faisuri González y el Instructor Juan David Agudelo, Implementaron las recomendaciones proporcionadas por el Intérprete de señas Adrián Mauricio Muñoz, y la Intérprete de señas Stephanie Zúñiga, consignadas en el artículo de reflexión “aplicación de metodología para una ruta de aprendizaje inclusiva, para la formación de un grupo de aprendices heterogéneo”, matriculado el 8 de noviembre de 2021, en el que se consigna la primera experiencia de formar un grupo heterogéneo de aprendices en situación de discapacidad auditiva.

Recomendaciones proporcionadas por los intérpretes de lengua de señas mencionados

Promover la participación de todo el grupo.

Utilizar herramientas visuales como imágenes y videos (con subtítulos o interpretación en lengua de señas)

Aclarar tecnicismo, para que el intérprete no tenga dificultad en la interpretación en señas.

Mantener una velocidad adecuada, para que el intérprete tenga la posibilidad de realizar una transferencia asertiva, y para que el aprendiz sordo asimilara y relacionara cognitivamente la información.

Programar pausas en lapsos de una hora, cuando el apoyo es solo de un intérprete; con el fin de evitar factores que afectaran la salud del intérprete, por el desgaste de expresiones gestuales, y evitar que los mensajes transmitidos a la población sorda perdieran asertividad.

Integrar imágenes y videos, para disminuir la forma textual de algunas actividades de aprendizaje y evidencias de conocimiento.

Presentar evidencias de desempeño y de producto a través de simulación de casos desarrollados directamente en el laboratorio de logística, para que los aprendices en situación de discapacidad auditiva, desarrollaran de mejor forma el proceso cognitivo de aprendizaje.

Desarrollo de Contenidos

Para mayor asertividad en la aplicación de la ruta de aprendizaje inclusiva, se incluyeron ítem de estrategias metodológicas para aprendices en situación de discapacidad auditiva de la guía de estrategias pedagógicas para abordaje en aula según discapacidad o trastorno de aprendizaje, desarrollada por la secretaria de educación de Boyacá; en los diferentes acompañamientos formativos con el fin de atender a los aprendices en las diferentes sesiones de formación; respetando el estilo y ritmo de aprendizaje, fueron seleccionadas por los instructores técnicos mencionado, las estrategias que se mencionan a continuación, para incluirlas en la planeación de las actividades de aprendizajes en un entorno heterogéneo, con aprendices sin discapacidad y aprendices con discapacidad auditiva, evocadas en un aprendizaje significativo para todo el grupo.

Estrategias pedagógicas en el ambiente de aprendizaje

Ver de frente al aprendiz cuando se le habla, de tal manera que pueda desarrollar habilidades de lectura labial; es importante que lo que se dice tenga relación con el lenguaje corporal.

Hablar de manera clara y natural, no exagerar los gestos en el intento de hacerse entender; para que el aprendiz no se confunda y la transferencia de información por parte del intérprete sea más asertiva.

Ofrecer explicaciones complementarias individualmente, para garantizar que comprenda la instrucción, apoyándose en el intérprete

Ubicar al aprendiz cerca y frente al instructor e interprete; donde también tenga acceso a la información visual.

Adaptar reglas en las técnicas didácticas de aprendizaje, con el fin que el aprendiz se involucre en el proceso de aprendizaje y pueda desarrollar mejor las habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales.

Incentivar al aprendiz de acuerdo a su desempeño, reafirmando sus logros y minimizar sus fracasos.

Aplicar los saludos básicos en lenguaje de señas por parte del instructor y de los compañeros del grupo que no presentan discapacidad, para mejorar la empatía con los aprendices sordos.

Evitar colocar lápices, bolígrafos, papeles o las manos delante de los labios o junto a la cara, cuando el instructor este dando una orientación formativa.

Asegurarse que el aprendiz está observando al interprete y simultáneamente al instructor Antes de iniciar una explicación.

Revisar constantemente la comprensión haciendo preguntas que serán transmitidas por el intérprete.

Mantener el ambiente de formación bien iluminado.

Realizar actividades de lenguaje no verbal con el grupo, por ejemplo, emitir mensajes a través de gestos, mímica, dibujos, etc.

Estrategias De Evaluación

Compartir la evaluación al interprete, dos días antes; con el fin de resolver dudas o indicaciones del interprete para adaptar de mejor forma la evidencia de aprendizaje, a las necesidades del aprendiz sordo.

Estar atento durante el proceso de evaluación para guiar al aprendiz con el apoyo del interprete

Resultados y Discusión

Teniendo como referente las indicaciones aplicadas en la ruta de aprendizaje, se verifico a través de criterios de evaluación técnicos del programa de formación Técnico en Integración de las Operaciones Logísticas; que los aprendices sordos interiorizaran los contenidos de las competencias, y se apropiaron de los conocimientos de procesos y de saberes de los contenidos técnicos, a través de las Técnicas Didácticas de Aprendizaje (TDA) inclusivas y multidisciplinarias propuestas; por el equipo conformado por los instructores técnicos y los intérpretes de lengua de señas.

Evidencias de aprendizaje y pruebas de conocimiento

El envío de las guías técnicas por parte de los instructores, a los intérpretes de señas; permitió planear posibles ajustes y adaptaciones que se aplicaron evitando improvisaciones sobre la marcha,

mejorando los resultados, es significativo que el equipo de instructores técnicos y transversales trabajen en la misma sincronía, con el fin de que los aprendices accedan a mejores estrategias de aprendizaje y mejorar así la cualificación en el sector productivo.

Entrega de las evidencias de aprendizaje

El ser flexibles en los tiempos de entregas de evidencias por parte de los instructores a los aprendices sordos, y el permitir que los aprendices enviaran sus evidencias a Google Drive, a través de grabaciones en lengua de señas con la interpretación simultánea por parte de los intérpretes de lengua de señas. Es una estrategia que debe extenderse a todo el equipo de instructores que atienda un grupo en situación de discapacidad auditiva.

Experiencia de dos (2) aprendices vinculadas en el proceso formativo:

La Experiencia de Daniela María Santamaria Escobar, Identificada con Cedula de Ciudadanía Numero 1088270289; aprendiz en situación de discapacidad auditiva que hizo parte del grupo de aprendices heterogéneo, numero de ficha 2646202 - Integración De Operaciones Logísticos y después de realizar las prácticas en la Comercializadora Marden, fue vinculada directamente por la mencionada empresa.

“Cuando entreé al SENA, la verdad no sabía nada respecto a la formación que se impartiría, fue un proceso de adquirir nuevos conocimientos, habilidades, participar de las sesiones de formación y desarrollar las actividades de aprendizaje propuestas por los instructores, las cuales permitieron que me sintiera parte del grupo, ya que oyentes y sordos recibimos las mismas instrucciones; de forma clara y precisa acordes a los tiempos de la etapa lectiva, durante nueve (9) meses; en tan poco tiempo logramos adquirir el conocimiento necesario para después aplicarlo en la etapa práctica..

Fui contratada para hacer las practicas, por la Comercializadora Marden, la intérprete Gina Torres, apoyo en el proceso de inducción en la empresa y adaptación al puesto de trabajo.

En la semana de inducción cumplí con los criterios de evaluación requeridos en el puesto; el Conformador (jefe Directo), estuvo muy pendiente de que aplicara las competencias apropiadas en la etapa lectiva.

En el desempeño laboral era responsable de alistar los pedidos de los clientes, en el proceso de Picking y Packing. Fue eficiente el desempeño, que me permitió ser contratada directamente por la empresa, los compañeros en la empresa me apoyan de manera diligente.

El proceso con el SENA finalizo, y me conmueve; pero estoy muy contenta ya que gracias a la formación ahora estoy contratada directamente en la Comercializadora Marden”

Intérprete de señas vinculada en la traducción de lengua de señas a español latino escrito, Gina Torres.

La siguiente es la Experiencia de la Señora Diana Ximena Gonzalez López, Identificada con Cedula de Ciudadanía Numero 66784626; aprendiz sin discapacidad, que hizo parte del grupo heterogéneo, numero de ficha 2646202 - Integración De Operaciones Logísticos, y realizo las prácticas en la empresa Nadelco S.A.

“El vincularse a un grupo heterogéneo; con compañeros en situación de discapacidad auditiva, ha sido una experiencia de admirar; ya que los aprendices sordos demuestran que no hay límites para superarse; a nivel personal, muestran en todo momento una buena actitud, son amables y sociables.

Por parte de los instructores, se enmarca la dedicación, tolerancia y retroalimentaciones oportunas en las explicaciones, con el fin de lograr una clara apropiación en todo el grupo.

Como nota desfavorable, el separar el grupo de los sordos, como un equipo y no integrar a cada aprendiz con discapacidad en los equipos con los demás aprendices, evito una mayor interacción.

Desde las orientaciones técnicas, los instructores desarrollaron actividades de aprendizaje muy similares a las actividades desempeñadas en el proceso de recibo y despacho de la empresa NADELCO S.A, asignación como aprendiz practicante de la misma”.

El proceso formativo demuestra ser eficiente, ofreciendo la oportunidad a los aprendices, de cualificarse en una ocupación determina; permitiéndoles impactar positivamente en el sector productivo y mejorar sus condiciones de vida a través de un empleo digno. Con relación directa a los aprendices sordos, se Alinea a la meta del Plan Estratégico 2023 – 2026 “Mejorar la oferta de educación inclusiva para la población sorda por medio del diseño de estrategias de innovación educativa, respondiendo a la diversidad de condiciones del territorio y la interseccionalidad del sujeto”.

Conclusiones

Desde la perspectiva del equipo de intérpretes en lengua de señas, es sumamente importante, la participación Activa de los instructores, en las diferentes adaptaciones; para transmitir mejor el mensaje a los aprendices sordos, ya que se cuenta con la experiencia en lengua de señas y gestualidades, pero se debe trabajar en equipo con los instructores, porque que estos cuentan con la experticia técnicas y transversales de conocimientos de procesos y saberes; que deben ser apropiados por los aprendices en su proceso de formación.

Es notable la diferencia, cuando se logra un trabajo multidisciplinario con el equipo de instructores, ya que se comprende mejor; que cada aprendiz, indiferente de la situación de discapacidad que presente necesita una adaptación, cuando los grupos son heterogéneos las habilidades se consolidan y las adaptaciones también son bien recibidas por los aprendices sin discapacidad generando una sinergia en el proceso de aprendizaje.

Anteriormente la interpretación en lengua de señas, era una ocupación donde solo se tenía acceso a cursos de FENASCOL y capacitaciones por el Instituto Nacional para Sordos (INSOR); ahora es una profesión ofertada por la Universidad del Bosque, la UNAP, la Universidad del Valle.

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) incluyó la interpretación de lengua de señas como oficio, tras analizar la realidad profesional y los cambios en las estructuras ocupacionales de la actividad. Los intérpretes de señas son reconocidos en la Clasificación Nacional de Ocupaciones. El SENA tomó esta determinación tras analizar la realidad profesional y los cambios en las estructuras ocupacionales de la actividad. (Noticias SENA jueves, 02 de julio de 2015). Actualmente el SENA tiene cinco (5) grupos en formación de la Tecnología en interpretación de lengua señas, modalidad

virtual; permitiendo mejorar el perfil de interpretación gestual; Cumpliendo con la meta del Plan Estratégico 2023-2026, con relación al fortalecimiento de la trayectoria educativa “cualificación de actores educativos, para garantizar el derecho a la educación de los estudiantes sordos diseñada e implementada en territorio”.

Desde la perspectiva de los instructores técnicos mencionados en el documento, La segunda experiencia en orientar un proceso formativo a un grupo de aprendices en situación de discapacidad auditiva; implementando una ruta de aprendizaje inclusivo, ha sido muy enriquecedora, ya que la exigencia de mejorar las estrategias didácticas de aprendizaje, para que la formación sea considerablemente asertiva, mejora la empatía de los instructores en el proceso de aprendizaje de la Formación Profesional Integral con el grupo.

Con grupos de aprendizajes homogéneos sin discapacidades, se utilizan metodologías más simples, pero con los aprendices en situación de discapacidad auditiva; se debe innovar en las estrategias metodológicas de aprendizaje, ya que los aprendices sordos asimilan la información de forma diferente, y así se cuenta con el apoyo de un intérprete de lengua de señas, la información debe ser expresada de forma más detallada, y visual; para que pueda ser interiorizada por todos los aprendices del grupo heterogéneo.

Uno de los retos más apremiantes en la formación fue la heterogeneidad del grupo, ya que se debía impactar positivamente el estilo y ritmo de aprendizaje de cada uno de los aprendices. Proponiendo Técnicas didácticas de aprendizaje que los vincularan a ser los protagonistas de su proceso de aprendizaje, en las orientaciones técnicas de las diferentes sesiones de formación.

La experiencia permitió que los instructores rompieran paradigmas de la forma tradicional en las que se orientada la Formación Profesional Integral.

Sin embargo, es pertinente tener en cuenta las siguientes recomendaciones, para las futuras ofertas de grupos heterogéneos:

1. El equipo de instructores técnicos y transversales, programados por Coordinación Académica para atender un grupo heterogéneo, cuente con el certificado del curso: Orientación de procesos formativos a personas con discapacidad, e Interacción con personas con discapacidad, para que se alineen a la política institucional.
2. Debe ser de carácter imperativo, el acompañamiento permanente por parte del equipo de asesores pedagógicos del centro, al equipo de instructores programados; para atender a un grupo heterogéneo, con el fin de mejorar continuamente el asertividad en las actividades de aprendizaje propuestas al grupo por parte del equipo de instructores.
3. El equipo de instructores siempre deberá trabajar multidisciplinariamente con el equipo de intérpretes en lengua de señas, para el correcto diseño, adaptación e implementación de las rutas de aprendizaje heterogéneo, con el fin que los aprendices en situación de discapacidad auditiva, mejoren el proceso cognitivo de los contenidos de saberes y procesos que deberán ser apropiados con relación al programa de formación.
4. Integrar a cada aprendiz con discapacidad en los equipos con aprendices sin discapacidad, con el fin de mejorar la interacción y ser más empáticos como grupo formativo.

(Recomendación de la aprendiz Diana González)

5. En lo posible tener como referencia la implementación de rutas de aprendizaje inclusivo, propuestas en ese documento, basado en la experiencia en la atención de dos grupos de aprendices heterogéneos.

Las recomendaciones mencionadas anteriormente, tienen como finalidad atender de forma más asertiva las futuras ofertas de cursos heterogéneos, mejorando el Desarrollo de estrategias metodológicas de aprendizaje y apoyando el Plan de Acción Nacional (2023-2026), en el componente la Política de Planeación Institucional, con relación a la cualificación de la población sorda, para que su desempeño en el sector productivo sea mejor remunerado y la Calidad de vida de esta población mejore.

Es innegable la complejidad que se presenta actualmente en Colombia, para ubicarse laboralmente; más si el entorno no está adaptado a las necesidades especiales de una población, por lo tanto, es un gusto aportar en el desarrollo personal y laboral de las personas en situación de discapacidad auditiva.

Agradecimientos

A la Señora Karen Yomar Valverde Brown, que proporciono información sobre el número de aprendices en situación de discapacidad auditiva, que atiende la Regional Valle.

A la Señora Gina Torres, Interprete de lengua de señas que tradujo el mensaje de la aprendiz Daniela María Santamaria Escobar, con relación a la experiencia en un grupo de formación heterogéneo y trabajo multidisciplinariamente con los instructores técnicos que se mencionan en el documento, interpretando los mensajes de los aprendices sordos del programa Técnico en Integración de Operaciones Logísticas ficha: 2646202, en los diferentes acompañamientos formativos de la etapa electiva.

A parte las mencionadas, proporcionaron información sobre la perspectiva del equipo de intérpretes de lengua de señas; con relación a la participación de los instructores, en las diferentes adaptaciones; para transmitir mejor el mensaje a los aprendices sordos.

Igualmente, al área de SENNOVA- CBI, especialmente Dra. María Adelaida Upegui; quien brindó asesoría en la parte de las normas APA 7 Edición y a indicaciones para mejorar la metodología.

Declaración sobre conflicto de interés:

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

Referencias Bibliográficas

- | | |
|--|---|
| Álvarez Pérez, P. (2012). Tutoría universitaria inclusiva, Guía de buenas prácticas para la orientación de | estudiantes con necesidades educativas especiales. Ediciones Narcea S.A. |
| | Bustos. C. F. 1986. Estrategias didácticas para la formación profesional. |

- Carro, L. E. (2015). Preparación de pedidos (transversal) (MF1326_1). Editorial CEP, S.L.
<http://www.ebrary.com.bdigital.sena.edu.co>
- Congreso de la República de Colombia (1991). Constitución Política de Colombia. Última actualización: 15 de marzo de 2024 - (Diario Oficial No. 52.682 - 27 de febrero de 2024)
<http://www.secretariasenado.gov.co/constitucion-politica>
- DANE (2022). Encuesta Nacional de Calidad de Vida con enfoque de género 2021 “Cuadro 16”
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2021>
- Gobernación de Boyacá (2020). Estrategias pedagógicas para abordaje en aula según discapacidad o trastorno de aprendizaje. Educación sin límite.
http://sedboyaca.gov.co/wp-content/uploads/2020/06/EduSinLimEje03_anexo1_estrategias_pedagogicas.pdf
- Harmon, R. (1987) “Heinicke, Samuel”. En: Van Cleve, John V. Gallaudet Encyclopedia of Deaf People and Deafness. McGraw Hill.
- Heinicke. S. Enciclopedia digital Wikipedia
http://de.wikipedia.org/wiki/Samuel_Heinicke
- Instituto Nacional para Sordos INSOR (2023). Plan de Acción Institucional 2023, componente N 1, de la Política institucional, eje estratégico de Gestión Educativo.
<https://www.insor.gov.co/home/planea-cion-gestion-y-control/planeacion-institucional/planeacion-2024/#>
- Mendoza, R. C. (2016). Manual práctico para gestión logística: envase y embalaje, transporte y cadena de frío, preservación de productos del agro. Universidad del Norte.
<http://www.ebrary.com.bdigital.sena.edu.co>
- Ministerio de Salud (2013). Política Institucional de Atención a Personas con Discapacidad, Ley Estatutaria 1618 y el CONPES 166.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/documento-balance-1618-2013-240517.pdf>
- Mora, G. L. A. (2014). Logística del transporte y distribución de carga. Ecoe Ediciones.
<http://www.ebrary.com.bdigital.sena.edu.co>
- Mora, G. L. A., & Martiliano, M. M. (2012). Modelos de optimización de la gestión logística. Ecoe Ediciones.
<http://www.ebrary.com.bdigital.sena.edu.co>
- Mora García, Luis Aníbal. (2011). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. Ecoe Ediciones.
- Mora, G. L. A. (2008). Indicadores de la gestión logística. (2a ed.) Ecoe Ediciones.
<https://www-digitaliapublishing-com.bdigital.sena.edu.co/a/29974/indicadores-de-la-gestion-logistica--2a-ed.->
- Ortiz, J. Luis. (2018). Atención Socioeducativa a personas con

discapacidad y/o dependencia. Primera edición. Octaedro S.I.

Pacto de productividad (2018). Modelo de inclusión laboral de personas con discapacidad. Panamericana formas e impresos S.A.
<https://agenciapublicadeempleo.sena.edu.co/Documents/MODELO%20DE%20INCLUSI%C3%93N%20LABORAL%20DE%20PERSONAS%20CON%20DISCAPACIDAD.pdf>

SENA. Atención a Poblaciones Vulnerables
<https://www.sena.edu.co/es-co/trabajo/Paginas/default.aspx>

SENA (2014). Política Institucional SENA para Atención de las Personas con Discapacidad, resolución 01726 de (2014)
https://normograma.sena.edu.co/docs/resolucion_sena_1726_2014.htm

SENA (2019). Manual de discapacidad y su política en el SENA.
<https://www.sena.edu.co/es-co/transparencia/Declaraciondeconformidadaccesibilidad/Manual-de-discapacidad-y-su-Politica-en-el-SENA.pdf>

Tovar Rojas, F. (2019) Normograma de discapacidad para la república de Colombia.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Normograma-discapacidad.pdf>

Zapatero, Á. A. I. (2011). Manual preparación de pedidos: formación para el empleo. Madrid, ES: Editorial CEP, S.L.. Retrieved from
<http://www.ebrary.com.bdigital.sena.edu.co>