Uptc
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Somos Todos

Edición N° 56 de Octubre, Diciembre del 2024
ISSN: 2619 -5186

EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO COMO COMPONENTE DE LA IDENTIDAD EN LA CULTURA POPULAR

Consumo sostenible y uso responsable de recursos

PERIÓDICO INFORMATIVO DE LA FACULTAD SECCIONAL DUITAMA

RED@CTOR

WWW.UPTC.EDU.CO

CONSEJO DE FACULTAD

Decano de la Facultad Seccional Duitama
Wilman Alonso Pineda Muñoz
Directora Escuela de Posgrados Seccional Duitama
Tannia Álvarez Meneses
Director Centro de Gestión de Investigación y Extensión de la Facultad Seccional Duitama, CIFAD
Edwin Yesid Gómez Pachón
Director Escuela de Administración de Empresas Agropecuarias
Ana Milena Serrano
Directora Escuela de Administración Industrial
Sandra Mimiya Gómez Angel
Directora Escuela de Administración Turística y Hotelera
Nohora Elisabeth Alfonso
Director Escuela de Diseño Industrial
Edgar Saavedra Torres
Directora Escuela de Licenciatura en Tecnología
Gilberto Casas Tiría
Director Escuela de Ingeniería Electromecánica
Edgar Efrén Tibaduiza Rincón
Directora Escuela de Licenciatura en Matemáticas y Estadística
Leidy Rocío León Dávila
Representante de los Profesores
Jose Esneider Agudelo Arango
Representante de los Estudiantes
Xiomara Hernandez
Secretaria de Facultad
Ligia Juliana Lozano Suárez

COMITÉ EDITORIAL

Decano Facultad Seccional Duitama
Wilman Alonso Pineda Muñoz
Director Centro de Gestión de Investigación y Extensión de la Facultad Seccional Duitama, CIFAD
Edwin Yesid Gómez Pachón
Docente Licenciatura en Tecnología
Javier David Paredes Daza
Unidad de Comunicaciones Facultad Duitama
Pedro Daniel Urrego Gaona

COLABORADORES

Secretaria de Facultad
Ligia Juliana Lozano Suárez
Diseño y Maquetación Editorial
Pedro Daniel Urrego Gaona
Unidad de Comunicaciones UPTC Duitama Equipo de Trabajo CIFAD
Gloria Andrea Cardenas, Yesenia Fernandez y Luis Carlos Meza

Editorial 56

Editorial 56

Wilman Alonso Pineda Muñoz
Decano de la Facultad Seccional Duitama

Con gran entusiasmo presentamos la edición número 56 de El Redactor, un espacio en el que convergen el conocimiento, la investigación y la innovación para dar cuenta del impacto de la academia en nuestra sociedad. En esta entrega, exploramos una amplia variedad de temas que reflejan los retos y oportunidades de nuestro tiempo, desde la sostenibilidad y la transformación productiva hasta la educación, la tecnología y el empoderamiento social. Uno de los ejes centrales de esta edición es la sostenibilidad en sus múltiples dimensiones.

Artículos como la transformación del cannabis, el consumo sostenible, la estrategia para la conservación del Páramo de Ocetá y la electromovilidad y transición energética regional abordan la necesidad de modelos de desarrollo responsables con el medioambiente y la comunidad.

En el ámbito de la educación y la construcción del conocimiento, resaltamos investigaciones sobre la formación de docentes en enfoque STEAM, el pensamiento matemático como identidad del boyacense y la topología algebraica, que nos invitan a reflexionar sobre el papel del aprendizaje en la evolución de la ciencia y la cultura. Asimismo, destacamos la relevancia de espacios de intercambio como el encuentro de estudiantes de posgrado, el simposio de teoría del diseño y la muestra estudiantil de tecnología, innovación y emprendimiento, que fomentan el debate y la creatividad en nuestra comunidad académica.

La tecnología y la industria continúan siendo protagonistas en el desarrollo regional y global. En esta edición, exploramos la industria 4.0, el encuentro departamental del sector eléctrico y estrategias clave para la innovación social, mostrando cómo el avance tecnológico puede ser un motor de cambio positivo.

Finalmente, celebramos la importancia del diseño como herramienta de transformación social con el artículo sobre el empoderamiento de mujeres rurales a partir del diseño, que resalta el papel del conocimiento y la creatividad en la generación de oportunidades para comunidades vulnerables.

Cada uno de estos artículos es testimonio del talento, la visión y el compromiso de nuestros estudiantes, docentes e investigadores. Los invitamos a sumergirse en estas páginas, a descubrir nuevas perspectivas y a seguir alimentando el diálogo académico que impulsa el crecimiento y la innovación en nuestra sociedad.

¡Bienvenidos a la edición 56 de El Redactor!

TRANSFORMACIÓN INTEGRAL Y SOSTENIBLE DEL CANNABIS

Nombre del Autor(es)
Adriana Lara Sandoval
Erika Cely Rincón
Edwin Gómez-Pachón
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa: Diseño Industrial
Grupo de Investigación: DITMAV
Código SGI proyecto: 3624

Resumen

Las fibras de cannabis han sido objeto de aplicación y estudio para el refuerzo de materiales compuestos con el objetivo de reducir los pesos y aumentar considerablemente las propiedades mecánicas del compuesto. El cannabis, por debajo del algodón, es una de las fibras naturales que está compuesta por un mayor porcentaje de celulosa en un rango de 70 a 74%, siendo este un material ideal para el reemplazo de polímeros de origen petroquímico y su potencial aplicación para el desarrollo de biopolímeros funcionalizados. Con lo anteriormente mencionado, se planteó la investigación de obtener un biopolímero a partir del material residual de la planta de cannabis sativa. Para esto se realizó la extracción de pulpa de celulosa donde inicialmente se dio la recolección de biomasa residual de cannabis sativa de una industria cannabicultora de la región. La biomasa se secó a temperatura ambiente para eliminar la humedad, se pasó a una limpieza para eliminar impurezas y fue sometida a trituración y molienda para separar el material leñoso de las fibras. Luego, las impurezas remanentes se eliminaron mediante hidrólisis alcalina, eliminando ceras, grasas y pectinas de las fibras, además de reducir el color natural de la biomasa. Los tallos se trataron con un pretratamiento alcalino utilizando NaOH al 0,35% p/v, en una proporción de 1:20; se calentaron a 90°C durante 90 minutos. Las fibras se lavaron repetidamente y se neutralizaron con un ácido débil, hasta pH 7; finalmente, se secaron a 60°C por 12 horas. Para eliminar la lignina del material, se realizó un tratamiento alcalino empleando una solución de NaOH al 10% en proporción 1:50 con H2O2 al 11% en proporción 1:25 y se llevó a ebullición durante 120 minutos. Las fibras de celulosa se lavaron con agua destilada y se ajustó el pH a 7 usando ácido acético.

Posteriormente, se realizó la acetilación de celulosa obtenida, por medio del método de esterificación de Fischer-Speier como el método más adecuado para este procedimiento químico experimental, el cual consistió en la incorporación de un grupo acetilo en presencia de un catalizador ácido. Para el electrohilado, se prepararon soluciones a diferentes concentraciones con acetato de celulosa sintetizado, empleando como solvente una mezcla de acetona-N,N-dimetilformamida en relación 2:1. Se parametrizó el equipo con una distancia de la aguja al colector de 12 cm, un flujo de 0.5 mL/h y con variación del voltaje de 16 kV.

Palabras: Cannabis, acetato de celulosa, membranas, electrohilado.

Problema de investigación

La explotación ilegal del cannabis ha generado un grave problema social en diversas comunidades. Estas áreas, a menudo marginadas y afectadas por la violencia, se han visto envueltas en un ciclo de conflicto y deterioro. La producción ilícita de cannabis ha alimentado economías clandestinas, incentivado la delincuencia organizada y generado un clima de inseguridad generalizada. Además, ha dejado a su paso un rastro de daños sociales, como la corrupción, el deterioro de la convivencia comunitaria y la vulnerabilidad de las poblaciones, incluidos los jóvenes y las familias que se ven obligados a participar en estas actividades debido a la falta de alternativas económicas. Es imperativo abordar este problema desde una perspectiva integral, brindando soluciones que promuevan el desarrollo sostenible.

Marco teórico

La celulosa (C6H10O5) n es uno de los polímeros orgánicos con más presencia en el planeta. Es un componente estructural importante de la pared celular primaria de plantas, como diversas formas de algas. Es un polisacárido que consta de una cadena lineal de varios cientos a muchos miles de unidades de D-glucosa unidas en β (1→4). Existen varios procedimientos de extracción de celulosa desarrollados mediante el uso de diferentes procesos como oxidación y esterificación que convierten las celulosas preparadas en derivados de celulosa. Dado que es un polímero no tóxico y biodegradable con alta resistencia a la tracción y a la compresión, tiene un uso generalizado en diversos campos como la nanotecnología y la industria farmacéutica. Las paredes celulares de las células vegetales atribuyen su resistencia mecánica a la celulosa. La celulosa debe sus propiedades estructurales al hecho de que puede retener un estado de agregación semicristalino incluso en un ambiente acuoso, lo cual es inusual para un polisacárido. En cuanto a los productos a base de celulosa, el cartón y el papel son los más utilizados (Eugenio, 2019).

La celulosa también ha despertado un gran interés en la ingeniería de materiales y la nanotecnología. Gracias a su estructura fibrosa, la celulosa se puede utilizar para producir nanofibras y nanocompuestos con propiedades mecánicas y térmicas excepcionales. Estos materiales tienen aplicaciones potenciales en campos como la electrónica, las energías renovables y la fabricación de dispositivos biomédicos (Kramar & González, 2022).

El acetato de celulosa es un polímero que ha despertado un gran interés en el campo científico debido a sus propiedades únicas y versátiles aplicaciones (Konwarh & Misra, 2013). El proceso de acetilación de la celulosa da lugar al acetato de celulosa, donde los grupos hidroxilos de la celulosa son sustituidos por grupos acetilo. Esta modificación química confiere al acetato de celulosa propiedades únicas, como su alta solubilidad en solventes orgánicos, su capacidad de formar películas flexibles y transparentes, y su resistencia a la humedad y a los agentes químicos (Freitas et al., 2017).

En el campo científico, el acetato de celulosa ha encontrado numerosas aplicaciones. En la industria del cine, se utiliza como base para la fabricación de películas fotográficas y cinematográficas, gracias a su transparencia y resistencia. Además, se emplea en la fabricación de recubrimientos protectores para dispositivos electrónicos, como pantallas táctiles y paneles solares, debido a su capacidad para mejorar la durabilidad y la resistencia. Otra aplicación importante del acetato de celulosa se encuentra en la industria textil, donde se utiliza como fibra sintética en la fabricación de tejidos y prendas de vestir. Su capacidad para ser hilado y su resistencia a la rotura lo convierten en un material ideal para la producción de fibras textiles de alta calidad (Pérez et al., 2014).

En el campo de la medicina, el acetato de celulosa ha mostrado ser un material prometedor para la fabricación de materiales de sutura, debido a su biocompatibilidad y su capacidad para degradarse de manera segura en el cuerpo humano. Además, se ha utilizado en la producción de implantes biomédicos y en la liberación controlada de fármacos, proporcionando una plataforma versátil para la entrega de medicamentos (Bifari et al., 2016).

El acetato de celulosa es un material de gran relevancia en el campo científico debido a sus propiedades únicas y a su extensa gama de aplicaciones. Su versatilidad, combinada con su biocompatibilidad y resistencia, lo convierte en un material prometedor en diversas áreas, como la industria del cine, la textil y la medicina. Con un mayor estudio y desarrollo, el acetato de celulosa tiene el potencial de desempeñar un papel crucial en la mejora de la calidad de vida y en el avance de la ciencia y la tecnología; por esto algunos autores han avanzado en la investigación de métodos de extracción y síntesis de celulosa y acetato de celulosa, respectivamente.

Serrano y Solis (2022) menciona en su tesis "Obtención de fibras de celulosa a partir del líber de la planta cáñamo industrial (Cannabis Sativa L.) mediante tratamiento químico para uso textil" que obtuvo fibras de celulosa del líber de la planta cáñamo industrial (Cannabis sativa L.) mediante tratamiento químico, utilizando hidrólisis alcalina oxidativa seguida de una hidrólisis ácida; y a partir de caracterización química determinó las condiciones que permitieron la obtención del contenido de alfa celulosa más alto.

Objetivos

General

Desarrollar un enfoque integral para el aprovechamiento sostenible del cannabis.

Específicos

1. Obtener la celulosa y los demás componentes aprovechables presentes en el tallo de cannabis por medio de procesos químicos.
2. Caracterizar la celulosa presente en el tallo de cannabis.
3. Diseñar membranas compuestas por nanofibras mediante la técnica de electrohilado a partir de acetato de celulosa.
4. Caracterizar las membranas de micro y/o nanofibras de celulosa.

Método – Metodología - Participantes

Cómo se ha desa¬rrollado el estudio (diseño realizado, pobla¬ción, entorno, método estadístico implemen¬tado, etc.)

Para determinar las necesidades de la población relacionada con la siembra de cannabis, se empleó la técnica de Investigación-Acción Participación (IAP). La IAP es un enfoque metodológico que involucra a la comunidad o los actores relevantes en la investigación y toma de decisiones. En este caso, se pudo llevar a cabo un proceso participativo que incluye agricultores, productores, expertos en salud, autoridades locales y otros actores relevantes en el ámbito de la siembra de cannabis. La IAP se basa en una metodología cíclica, que consta de cuatro fases a desarrollar: diagnóstico, planificación, acción y evaluación.

Fase de diagnóstico: Se realizaron entrevistas y encuestas a los agricultores y productores de cannabis.

Fase de planificación: Se buscó diseñar acciones concretas que pudieran resolver o reducir los problemas identificados durante la fase de diagnóstico. Estas acciones fueron diseñadas en conjunto con la población involucrada, asegurando su participación activa y compromiso en la implementación de las mismas.

Finalmente, en la fase de evaluación, se buscó analizar los resultados de las acciones implementadas, identificar los logros y las limitaciones, y reflexionar sobre el proceso en su conjunto, buscando aprender de las experiencias y mejorar las estrategias futuras.

Además, la presente investigación se desarrolla dentro de un contexto teórico-experimental, en donde se aplica la metodología experimental multivariada, la cual tiene como objetivo identificar las causas y evaluar los efectos de la interacción de dos o más variables por medio de un proceso sistemático. Esta metodología se implementó con el fin de obtener y caracterizar la celulosa y el acetato de celulosa por medio de procesos químicos y fisicoquímicos. Para consecuentemente generar membranas compuestas por nanofibras mediante la técnica de electrohilado a partir de acetato de celulosa, donde se realizará la variación de varios factores de electrohilado en la obtención de dichas membranas y finalmente evaluar cómo afectan estos factores en la caracterización física, química y mecánica de las membranas mediante análisis de Infrarrojo-FTIR, Calorimetría diferencial de barrido-DSC, microscopia electrónica de barrido-SEM y análisis de resistencia mecánica.

Resultados y discusión

Se logró obtener celulosa a partir del bagazo de cannabis que fue donada por la empresa BG LABS SAS ubicada en el municipio de Sotaquirá, Boyacá. Inicialmente, el proceso comenzó con la recolección de biomasa residual de Cannabis Sativa, que implicó varias etapas. Primero, la biomasa se secó a temperatura ambiente para eliminar la humedad. A continuación, la biomasa pasó por una limpieza y selección de tallos y ramas para eliminar impurezas como la tierra, asegurando la pureza del material.

La biomasa fue sometida a trituración y molienda utilizando el equipo Trapp Modelo JTRF70, pasando los tallos uno a uno por el equipo y triturando, utilizando un equipo de molienda fina GARDOM modelo CG9435A donde se tomó el material vegetal triturado y llevado al molino por 15 segundos para separar el material leñoso de las fibras de Cannabis Sativa. Este proceso de trituración y molienda redujo el tamaño de la fibra y aumentó la superficie para tratamientos posteriores.

En resumen, el proceso de recolección de la biomasa residual de Cannabis Sativa incluyó el secado, la limpieza, la selección, el triturado y la molienda de los tallos para preparar el material para los siguientes pasos de la investigación.

Posteriormente se eliminaron impurezas empleando hidrólisis alcalina; se eliminaron de las fibras ceras, grasas y pectinas. Además, se removió parte del color natural de la biomasa de Cannabis Sativa. El tallo y las ramas fueron tratados de forma independiente en una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0,35 % p/v, en una relación 1:20; se llevó a 90 °C durante 90 minutos. Las fibras fueron lavadas repetidamente con agua destilada hasta extraer los residuos de color; se realizó neutralización con un ácido débil, ácido acético glacial (CH3COOH) en relación 1:1, ajustando el pH a 7. Finalmente, se secaron a 60 °C por 12 horas, siguiendo la metodología propuesta por (Serrano & Solís, 2022).

Con esta misma metodología se trataron once muestras para la obtención del material necesario para su posterior acetilación.

Luego, para la eliminación de lignina e impurezas del material, se empleó una solución de NaOH al 10 % en una relación de 1:50 con H2O2 al 11 % en una relación de 1:25, de acuerdo con la metodología reportada por (Serrano B & Solís F, 2022). El tratamiento alcalino se realizó bajo condiciones estándar a temperatura de ebullición por 120 minutos; las fibras de celulosa fueron lavadas con agua destilada y se ajustó el pH a 7 empleando ácido acético (CH3COOH).

Una vez obtenida la celulosa, se realizó un trabajo manual a fin de eliminar impurezas que no fueron eliminadas con los tratamientos alcalinos, separando las astillas de madera que se encontraban en el material.

La metodología de acetilación homogénea fue diseñada con base en la bibliografía consultada. Esta consistió en tomar 2 g de celulosa y añadir 40 mL de ácido acético glacial, y agitar durante 30 minutos. Seguido, se adicionó una solución de 0,3 mL de ácido sulfúrico y 17,5 mL de ácido acético glacial; la mezcla se agitó durante 15 minutos, y se añadió 20 mL de anhídrido acético y se agitó por 30 minutos más. La mezcla se dejó en reposo durante 24 horas, para luego adicionar 100 mL de agua destilada suavemente al medio de reacción; se continuó la agitación durante 1 hora. Finalmente, el acetato fue separado por centrifugación y lavado con agua destilada hasta pH 7. Todos los pasos de síntesis fueron realizados a temperatura ambiente. (Homem & Amorim, 2019).

A continuación, se realizaron pruebas de electrohilado para mirar el comportamiento de los materiales variando los diferentes parámetros; se prepararon diferentes soluciones con variación de concentraciones de acetato de celulosa comercial Sigma Aldrich, como se puede observar en la Tabla 1.

Se empleó como solvente una mezcla de acetona-N,N-dimetilformamida en una relación 2:1. Se realizó un diseño experimental en donde la velocidad de flujo y la distancia entre la aguja y el colector se mantuvieron constantes a 0.5 mL/h y 12 cm respectivamente y hubo variación en la concentración del polímero y el voltaje aplicado reportados en la Tabla 1. Se prepararon diferentes soluciones con variación de concentraciones de acetato de celulosa comercial Sigma Aldrich, como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1

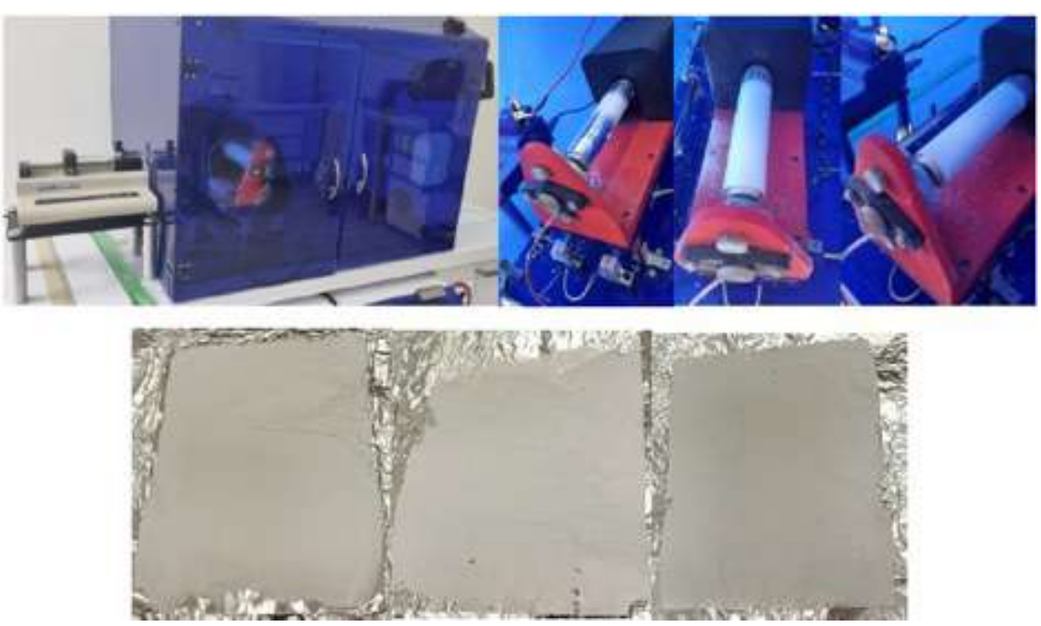
Diseño experimental, variación de parámetros de electrohilado

Parámetro	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4	Experimento 5
Concentración del polímero (%)	13	15	17	19	25
Velocidad de flujo (mL/h)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Voltaje aplicado (Kv)	13	15	16	18	20
Distancia aguja-colector (cm)	12	12	12	12	12

Se llevó a cabo el proceso de electrohilado de las membranas de acetato de celulosa de cannabis a partir de las diferentes soluciones preparadas y de acuerdo con los parámetros establecidos para el manejo del equipo. Los resultados obtenidos de este procedimiento se pueden apreciar en la Imagen 1.

Figura 1

Proceso de electrohilado



Cabe mencionar que este proyecto de investigación se encuentra en desarrollo.

Referencias

Bifari, E., Bahadar, S., Alamry, K., Asiri, A., & Akhtar, K. (2016). Cellulose Acetate Based Nanocomposites for Biomedical Applications: A Review. Current Pharmaceutical Design, 22(20), 3007-3019. Editores científicos de Bentham. https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cpd/2016/00000022/00000020/art00007#expand/collapse

Eugenio, M. (2019). Chapter 3, Influence of Size Classifications on the Structural and Solid-State Characterization of Cellulose Materials. En Rodriguez, A, (Eds), Cellulose. (43-44). IntechOpen. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=BTn8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA59&dq=+Cellulose:+Structure,+properties,+and+applications.&ots=Vtjo2GWfUC&sig=GgFZDgrJBbn2u39hfZ4PsUIGxE#v=onepage&q=Cellulose%3A%20Structure%2C%20properties%2C%20and%20applications.&f=false

Freitas, R., Senna, A., & Botaro, V. (2017). Influence of degree of substitution on thermal dynamic mechanical and physicochemical properties of cellulose acetate. Industrial Crops and Products, 109, 452–458. https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2017.08.062

Homem, N. C., & Amorim, M. T. (2019). Synthesis of cellulose acetate using as raw material textile wastes. Materials Today: Proceedings, 31, S315–S317. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.494

Konwarh, R., Karak, N., & Misra, M. (2013). Electrospun cellulose acetate nanofibers: The present status and gamut of biotechnological applications. Biotechnology Advances, 31(4), 421–437. https://doi.org/10.1016/J.BIOTECHADV.2013.01.002

Implementación de un proyecto de formación docente para fomentar el enfoque STEAM en instituciones educativas del municipio de Duitama, Boyacá

Nombre del Autor(es)
Marcos Daniel Rodríguez Pinzón
William Orlando Álvarez Araque
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Filiación: SIMILES
Correo electrónico:
william.alvarez01@uptc.edu.co
marcos.rodriguez@uptc.edu.co

Resumen

El enfoque STEAM, que integra ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, ha demostrado ser efectivo para promover la creatividad y la motivación en los estudiantes. Sin embargo, su adopción en Colombia sigue siendo limitada, en gran parte debido a la falta de formación docente adecuada. Este estudio aborda las barreras y oportunidades para la implementación del enfoque STEAM en las instituciones educativas Santo Tomás de Aquino, Simón Bolívar, San Luis y Nueva Familia, en Duitama, Boyacá. Se empleó una metodología cualitativa con un enfoque descriptivo y un diseño de investigación-acción, utilizando encuestas estructuradas para analizar los conocimientos y competencias de los educadores. Los resultados muestran una resistencia significativa de algunos docentes hacia la innovación y una escasa inversión institucional en programas de capacitación. Además, se identificó un limitado compromiso de las instituciones educativas para fomentar el desarrollo de habilidades necesarias para aplicar el enfoque STEAM. Se concluye que es crucial aumentar el apoyo institucional y promover programas de formación docente que faciliten la adopción de nuevas estrategias educativas, contribuyendo así a mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

Palabras clave: Educación, formación docente, STEAM, proyectos.

Problema de investigación

En el contexto actual de la educación en Colombia, existe una creciente demanda por innovar y modernizar las prácticas pedagógicas para hacer frente a las realidades del mundo contemporáneo. En particular, el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) ha surgido como una estrategia educativa que promueve la creatividad, la motivación y la preparación de los estudiantes para enfrentar desafíos complejos en un mundo cada vez más interconectado y tecnológicamente avanzado (Asinc y Alvarado, 2019). Sin embargo, la implementación de este enfoque en las instituciones educativas colombianas, incluyendo las ubicadas en el municipio de Duitama, Boyacá, enfrenta varios obstáculos importantes.
A pesar de que el enfoque STEAM es reconocido por su potencial transformador para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, en las instituciones educativas Santo Tomás de Aquino, Simón Bolívar, San Luis y Nueva Familia se observa una resistencia significativa por parte de los docentes hacia la innovación educativa. Esta resistencia está influenciada por una falta de formación adecuada y por un apego a métodos pedagógicos tradicionales que limitan la adopción de estrategias educativas más dinámicas (Lam, 2023).

A este problema se suma una inversión institucional insuficiente en programas de capacitación que faciliten la comprensión y la implementación efectiva del enfoque STEAM por parte de los educadores. El estudio revela que las instituciones educativas de Duitama presentan un compromiso limitado con el desarrollo de las habilidades necesarias para aplicar el enfoque STEAM. Esto refleja una falta de iniciativas dirigidas a la formación docente, lo cual contribuye a una brecha en la implementación de prácticas pedagógicas innovadoras (Asinc y Alvarado, 2019). A pesar de reconocer los beneficios potenciales de la educación STEAM, los docentes muestran una tendencia a aferrarse a las zonas de comodidad asociadas a las prácticas tradicionales, lo que dificulta la adopción de nuevas metodologías educativas (Lam, 2023).

Esta situación genera una paradoja notable: aunque se reconoce la necesidad de modernizar la educación para responder a las demandas actuales, persisten barreras significativas que impiden la plena integración del enfoque STEAM en las aulas. Estas barreras no solo incluyen la resistencia de los docentes, sino también la falta de apoyo institucional y la escasa inversión en capacitación y recursos que podrían facilitar una transición más efectiva hacia enfoques pedagógicos más innovadores. Por tanto, el problema de investigación se centra en entender las dinámicas y factores que limitan la adopción del enfoque STEAM en las instituciones educativas de Duitama, Boyacá.

La investigación busca identificar las barreras específicas que enfrentan los docentes, analizar las razones subyacentes a su resistencia al cambio y proponer estrategias claras y accesibles que permitan fomentar una educación más dinámica, relevante y equitativa. Este análisis es fundamental para diseñar programas de formación docente que promuevan la apropiación del enfoque STEAM y, en última instancia, contribuyan a mejorar la calidad del proceso educativo en la región.

Revisión de la literatura

Esta sección se orienta a desarrollar una comprensión del objeto de estudio, abordando la definición y los principios del enfoque STEAM, examinando sus ventajas y beneficios potenciales, y realizando un análisis crítico de los obstáculos que dificultan su implementación en contextos educativos.

Aproximación conceptual al enfoque STEAM

El enfoque STEAM, acrónimo de "Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics" (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), se presenta como una perspectiva educativa innovadora que promueve la integración interdisciplinaria de áreas tradicionalmente consideradas dispares. Este enfoque supone un cambio paradigmático en la forma de abordar la enseñanza, desafiando las divisiones tradicionales entre las disciplinas académicas y fomentando una aproximación holística al aprendizaje.

En esencia, STEAM busca fortalecer la educación en las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) mediante la inclusión del arte como un componente fundamental. Esta adición no solo enriquece el enfoque, sino que también subraya la importancia de la creatividad y la expresión artística como motores de la innovación y la resolución de problemas complejos.

El concepto de STEAM se fundamenta en la premisa de que las competencias requeridas en el siglo XXI no se limitan al dominio del conocimiento técnico o científico, sino que también incluyen la capacidad de aplicar el pensamiento crítico y creativo en contextos prácticos. La literatura especializada sostiene que este enfoque tiene el potencial de desarrollar tanto habilidades cognitivas como socioemocionales, tales como la resolución de problemas, el trabajo colaborativo, la comunicación efectiva y la adaptabilidad.

El Ministerio de Educación Nacional (2022) subraya la importancia de una formación basada en el enfoque STEM para preparar a los ciudadanos frente a los desafíos tecnológicos y científicos contemporáneos. Al incorporar el componente artístico, el enfoque STEAM añade una dimensión humanística, que fomenta la creatividad y la capacidad de expresar ideas de manera eficaz.

No obstante, la implementación del enfoque STEAM en el ámbito educativo enfrenta varios desafíos. Según Bybee (2013), existen barreras significativas relacionadas con la formación docente, la disponibilidad de recursos, y la resistencia institucional a la transformación pedagógica. La capacitación continua y el apoyo a los educadores son elementos esenciales para una integración exitosa de este enfoque en los entornos educativos.

Ventajas del enfoque STEAM en el ámbito escolar

El enfoque STEAM, que agrupa Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, ha ganado prominencia como una estrategia educativa que ofrece diversos beneficios dentro del contexto escolar. Esta metodología interdisciplinaria favorece el desarrollo de habilidades esenciales en los estudiantes, contribuyendo de manera notable a su formación integral.

Una de las principales ventajas del enfoque STEAM es su capacidad para fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Al involucrar a los estudiantes en proyectos que requieren la aplicación integrada de conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos, se estimula su habilidad para enfrentar desafíos de manera creativa y analítica. Como señalan Pelejero (2018) y otros autores, este enfoque promueve competencias de autonomía cognitiva y habilidades aplicables en situaciones del mundo real.

Asimismo, STEAM incentiva la creatividad y la innovación al incluir el componente artístico en el currículo, lo que permite a los estudiantes explorar diversas formas de expresión. Según Quraan (2017), la intersección entre el arte y las disciplinas STEM potencia la creatividad estudiantil, facilitando la generación de soluciones originales y el pensamiento fuera de los límites convencionales del aula.
Otra ventaja del enfoque STEAM es su capacidad para estimular la colaboración y el trabajo en equipo. Los proyectos diseñados bajo este enfoque requieren que los estudiantes trabajen en conjunto, compartiendo ideas y resolviendo problemas de manera colectiva. Tal como lo indican Quigley et al. (2018), estas experiencias fomentan habilidades de comunicación y cooperación, esenciales en el contexto actual y en el ámbito laboral del futuro.

Además, el enfoque STEAM tiende a aumentar la motivación y el interés de los estudiantes por el aprendizaje. Estudios como los de Fortus et al. (2015) muestran que las actividades STEAM son percibidas como más atractivas y relevantes, incrementando así la motivación intrínseca y el compromiso con el contenido educativo.

En términos generales, el enfoque STEAM presenta una serie de beneficios significativos en el contexto escolar, desde el desarrollo del pensamiento crítico y creativo hasta el fortalecimiento de competencias en colaboración y comunicación. Estas ventajas son fundamentales para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI y para su formación integral.

Obstáculos para la implementación del enfoque STEAM en la educación

La adopción del enfoque STEAM en el ámbito educativo, como en el caso de la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino en Duitama, Boyacá, Colombia, enfrenta diversos desafíos que impiden su implementación eficaz. Estos obstáculos, ampliamente discutidos en la literatura especializada, revelan la complejidad de integrar este enfoque interdisciplinario en los sistemas educativos actuales.

Uno de los principales factores que limitan la adopción del enfoque STEAM es la insuficiencia en la formación y capacitación de los docentes. De acuerdo con Mohd et al. (2020), muchos educadores no poseen la preparación adecuada para combinar de manera efectiva las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con el componente artístico. Esta falta de competencias, tanto pedagógicas como técnicas, se convierte en un impedimento significativo para llevar a cabo una enseñanza que responda a los principios del enfoque STEAM.

La escasez de recursos y el débil apoyo institucional representan otro reto importante. Según Burton et al. (2022), las instituciones educativas frecuentemente carecen del equipamiento, los materiales y los espacios adecuados para implementar programas STEAM con éxito. Esta falta de apoyo no solo afecta la calidad de las actividades propuestas, sino que también desanima a los docentes que intentan innovar en sus métodos pedagógicos sin contar con el respaldo y los recursos necesarios.

Adicionalmente, la resistencia al cambio de parte de los educadores y las estructuras tradicionales del sistema educativo constituyen una barrera considerable. Yakman (2008) subraya que el enfoque STEAM, al promover un aprendizaje basado en proyectos y centrado en el estudiante, puede entrar en conflicto con los métodos convencionales de enseñanza y evaluación, que se orientan hacia exámenes estandarizados. Esta discrepancia puede generar inseguridad entre los docentes, quienes pueden mostrarse reacios a abandonar las metodologías tradicionales que dominan.

La falta de comprensión y reconocimiento de los beneficios del enfoque STEAM también limita su adopción. Como señalan Papadakis et al. (2018), tanto las comunidades educativas como los padres y estudiantes pueden desconocer los objetivos y las ventajas que este enfoque interdisciplinario puede proporcionar en términos de

desarrollo de competencias y preparación para futuras trayectorias profesionales. Esta falta de familiaridad genera desconfianza y reduce el entusiasmo por implementar nuevas prácticas educativas.

Globalmente, la implementación del enfoque STEAM en contextos educativos como el de Duitama, Boyacá, enfrenta múltiples barreras relacionadas con la preparación docente, la disponibilidad de recursos, la resistencia al cambio y la falta de comprensión sobre sus beneficios. Superar estos desafíos es crucial para aprovechar plenamente el potencial transformador de este enfoque y promover una educación más innovadora y efectiva.

Objetivos:

General

Posibilitar la integración del enfoque STEAM en la labor pedagógica de los docentes que hacen parte de las instituciones educativas: Santo Tomás de Aquino, San Luis, Simón Bolívar y Nueva Familia en el municipio de Duitama, Boyacá, a través del diseño y gestión de un proyecto de formación.

Específicos

·Caracterizar la práctica pedagógica en las instituciones educativas Santo Tomás de Aquino, San Luis, Simón Bolívar y Nueva Familia, a través de los conocimientos que poseen los docentes sobre la integración y uso del enfoque STEAM como estrategia de enseñanza-aprendizaje.
·Gestionar un proyecto de formación docente, que contribuya a la apropiación y uso efectivo del enfoque STEAM en la práctica pedagógica de los educadores vinculados a la investigación.
·Interpretar las opiniones y argumentos de los educadores muestrales, respecto al desarrollo del proyecto de formación.
·Analizar la experiencia de formación docente, para valorar cómo el enfoque STEAM puede beneficiar a la educación contemporánea.

Materiales y métodos

Este estudio se ha desarrollado bajo un enfoque cualitativo, con el propósito de explorar en profundidad los factores limitantes que encuentran los docentes de las instituciones educativas Santo Tomás de Aquino, Simón Bolívar, San Luis y Nueva Familia, situadas en Duitama, Boyacá, al tratar de implementar el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) como una estrategia innovadora en sus prácticas pedagógicas. La elección del enfoque cualitativo se fundamenta en su capacidad para captar la complejidad de las experiencias, perspectivas y realidades de los docentes en contextos educativos específicos.

El estudio se enmarca en un alcance descriptivo, orientado a identificar y analizar de manera detallada los elementos que condicionan la implementación del enfoque STEAM en el contexto de estas instituciones. Este enfoque busca una comprensión minuciosa de las condiciones y percepciones actuales de los educadores sin pretender intervenir directamente en los procesos educativos en esta fase inicial de la investigación.

Para la estructura metodológica, se ha adoptado el diseño de investigación-acción educativa, según la propuesta de John Elliott (1989). Este diseño promueve una colaboración activa entre los investigadores y los educadores de las instituciones mencionadas, facilitando no solo la identificación de los factores que obstaculizan la adopción del enfoque STEAM, sino también la elaboración de propuestas y estrategias de mejora dirigidas a una implementación más efectiva de esta metodología en las prácticas de enseñanza.

-Unidad de estudio (sujetos participantes)

Para la presente investigación, se seleccionaron como participantes a los docentes de las instituciones educativas Santo Tomás de Aquino, Simón Bolívar, San Luis y Nueva Familia, ubicadas en el municipio de Duitama - Boyacá. De estas instituciones se eligió una muestra intencional de 25 profesores. La selección de los participantes se realizó en función de criterios específicos, que se detallan en la tabla adjunta.

Tabla 1
Criterios de selección informantes del estudio (muestra intencionada)

Selección de muestra	Criterios de selección participantes
La muestra intencionada de este estudio quedó conformada por 25 profesores que hacen parte de la comunidad educativa de los colegios Santo Tomás de Aquino, Nueva Familia, Simón Bolívar y San Luis ubicados en el municipio de Duitama, Boyacá - Colombia.	Criterios de selección muestra son los siguientes: - Pertenecer a la planta docente de las instituciones educativas. - No reconocer con claridad el enfoque STEAM, y la manera que se puede poner en práctica en el proceso educativo - Poseer bajo nivel de competencias digitales y tecnológicas. -desarrollar su praxis pedagógica desde enfoques o métodos de la enseñanza tradicional.

-Categorías de estudio

Considerando la naturaleza principalmente cualitativa de esta investigación, se ha diseñado una estructura analítica que abarca categorías, subcategorías, dimensiones e indicadores, con el fin de examinar de manera exhaustiva el objeto de estudio. La operatividad de estas categorías se detalla en la tabla 2.

Tabla 2

Operacionalización de las categorías de estudio

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS	DIMENSIÓN	INDICADOR
Factores Institucionales	Recursos y Equipamiento	Disponibilidad de laboratorios y equipos STEAM.	Existencia de laboratorios equipados con tecnología STEAM. Acceso a herramientas y dispositivos tecnológicos para prácticas STEAM.
Formación y Capacitación	Formación Docente	Formación específica en STEAM para docentes.	Participación en programas de capacitación STEAM. Acceso a recursos formativos en línea relacionados con STEAM.
	Apoyo Continuo	Disponibilidad de apoyo y seguimiento en la implementación de STEAM.	Existencia de mentores o facilitadores de STEAM. Acceso a comunidades de práctica STEAM.
Barreras Pedagógicas	Metodologías Tradicionales	Dependencia de enfoques pedagógicos tradicionales.	Uso predominante de métodos de enseñanza tradicionales. Resistencia al cambio de enfoque pedagógico.
	Evaluación y Medición	Evaluación centrada en exámenes estandarizados.	Énfasis en pruebas estandarizadas como medida de éxito. Falta de métodos de evaluación adecuados para STEAM.

Nota: La tabla 2 amplía la operacionalización de las categorías de estudio desde las cuales se ha analizado elobjeto de estudio.

La investigación sobre las categorías presentadas en la Tabla 2 está orientada a identificar las causas o factores que han impedido la adopción del enfoque STEAM por parte de los docentes participantes. En particular, mediante el análisis de la categoría de factores institucionales, se pretende determinar si la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino dispone de los recursos y tecnologías necesarios para implementar y utilizar el enfoque STEAM en la práctica pedagógica. A continuación, se expone el objetivo específico de cada una de estas categorías:

Factores institucionales: Esta categoría examina los elementos internos de la institución educativa, tales como sus políticas, recursos, liderazgo y cultura organizacional. Es crucial evaluar estos factores, ya que la estructura y las normativas de la institución pueden tener un impacto considerable en la implementación del enfoque STEAM. Por ejemplo, las políticas institucionales pueden facilitar o limitar la adopción de programas STEAM, mientras que la disponibilidad de recursos influye directamente en la formación de los docentes y en el acceso a materiales adecuados. Comprender estos elementos es fundamental para identificar posibles barreras institucionales que podrían obstaculizar la integración del enfoque STEAM.

Formación y capacitación: En esta categoría, se centra en la preparación profesional de los docentes en relación con el enfoque STEAM. La formación adecuada y la capacitación continua son esenciales para que los educadores adquieran las competencias necesarias para aplicar eficazmente el enfoque STEAM en su práctica docente. Este análisis busca determinar si los docentes han recibido la formación necesaria y si se sienten capacitados para incorporar el enfoque STEAM en su enseñanza.

Barreras pedagógicas: Esta categoría aborda los desafíos específicos asociados con la enseñanza y el aprendizaje dentro del marco STEAM. Incluye problemas relacionados con la planificación de clases, la evaluación del rendimiento estudiantil, la motivación de los alumnos y la integración efectiva de las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con las Artes. Identificar y comprender estas barreras es vital para desarrollar estrategias pedagógicas que ayuden a los docentes a superar los obstáculos y a promover un aprendizaje eficiente dentro del enfoque STEAM.

Cada una de estas categorías proporciona una visión integral de los posibles obstáculos que enfrentan los educadores en la adopción e implementación del enfoque STEAM. Además, son fundamentales para diseñar intervenciones que puedan superar estos desafíos y facilitar un aprendizaje efectivo para los estudiantes.

Etapas del proceso investigativo

El proceso investigativo de este estudio se estructura en tres etapas interrelacionadas, cada una alineada con los objetivos de la investigación.

Primera etapa: Diagnóstico inicial
En esta fase se lleva a cabo un análisis exhaustivo y una recolección de datos orientados a identificar las barreras y limitaciones que los docentes de la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino enfrentan en la adopción e implementación del enfoque STEAM en su práctica pedagógica. Este diagnóstico tiene como finalidad comprender las dificultades existentes y establecer una base sólida para el desarrollo de estrategias de intervención.

Segunda etapa: Planificación
Durante esta etapa se desarrollan directrices y recomendaciones específicas destinadas a facilitar la integración del enfoque STEAM en la labor pedagógica de los docentes seleccionados. La planificación incluye la formulación de estrategias que ayuden a los educadores a apropiar el enfoque STEAM y a incorporarlo eficazmente en su enseñanza, proporcionando así un marco para la mejora continua en el proceso educativo.

Tercera etapa: Reflexión y evaluación
Una vez implementado el plan de mejora, esta etapa se centra en evaluar los posibles cambios y efectos en la práctica pedagógica de los docentes. Se analiza cómo la adopción del enfoque STEAM, en función de las pautas y directrices establecidas, puede transformar los entornos de aprendizaje en la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino. Esta reflexión busca medir el impacto de la integración del enfoque STEAM como estrategia educativa institucional y valorar su efectividad en la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Resultados

Los resultados obtenidos del proceso investigativo se alinean con los objetivos establecidos y las fases del diseño metodológico.

Resultados de la etapa de caracterización o diagnóstico
Durante esta fase, se examinaron las categorías de estudio formuladas para entender los factores que obstaculizan la adopción del enfoque STEAM por parte de los educadores involucrados en la investigación.

· Categoría: Factores institucionales
Los hallazgos sugieren que uno de los principales desafíos para los educadores en la implementación del enfoque STEAM está relacionado con los factores institucionales. En particular, varios docentes han señalado la insuficiencia de recursos y equipamiento adecuado como una barrera significativa. La falta de acceso a herramientas tecnológicas esenciales ha sido un problema recurrente, y los docentes han subrayado la necesidad de contar con los recursos necesarios para realizar prácticas STEAM de manera efectiva.

Además, se identificó una limitación en la disponibilidad de laboratorios y equipos adecuados para STEAM dentro de la institución. Aunque se reconoce la importancia de estos espacios para fomentar un aprendizaje activo y la resolución de problemas, la carencia de laboratorios equipados con tecnología STEAM ha representado un obstáculo considerable. Los educadores han destacado la necesidad de contar con laboratorios modernos y bien equipados, considerando que estas instalaciones son cruciales para ofrecer experiencias de aprendizaje alineadas con las exigencias actuales del mercado laboral y la sociedad en general.

En resumen, las reflexiones de los docentes de la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino indican que los factores institucionales, como la falta de recursos y equipamiento, la limitada disponibilidad de laboratorios y la ausencia de herramientas tecnológicas adecuadas, están afectando la capacidad para adoptar plenamente el enfoque STEAM en su práctica pedagógica. Estos desafíos requieren atención para avanzar en la implementación efectiva del enfoque STEAM y mejorar la calidad educativa.

· Categoría: Formación y Capacitación

Desde la perspectiva de los docentes de la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino, se observa que, aunque han participado en programas de capacitación relacionados con STEAM, dichos programas a menudo han adoptado un enfoque teórico que ha proporcionado una comprensión superficial del enfoque. Los docentes han señalado que estas capacitaciones no han abordado adecuadamente la integración práctica del enfoque STEAM en su enseñanza diaria, generando una sensación de insatisfacción y la necesidad de una formación más práctica y aplicable.

Además, los educadores han notado una falta de apoyo y supervisión en la implementación del enfoque STEAM en sus clases. Expresan la necesidad de contar con mentores o facilitadores que les proporcionen orientación durante la adopción de este enfoque. La ausencia de respaldo continuo es percibida como una barrera significativa para superar los retos asociados con el enfoque STEAM.

Asimismo, los docentes han resaltado la importancia de participar en comunidades de práctica STEAM, donde puedan intercambiar ideas, recursos y experiencias con otros colegas. Esta colaboración entre pares es considerada esencial para enriquecer su comprensión y aplicación del enfoque STEAM.

En conclusión, aunque los docentes han recibido formación en STEAM, consideran que aún queda mucho por mejorar. Solicitan una formación más práctica y aplicable, así como un mayor apoyo y la posibilidad de integrarse en comunidades de práctica. Estas mejoras son vistas como fundamentales para lograr una implementación efectiva del enfoque STEAM y, en última instancia, para beneficiar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

· Categoría: Barreras pedagógicas

Los resultados obtenidos a través de la encuesta administrada a los docentes de la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino destacan diversas barreras pedagógicas para la adopción del enfoque STEAM. Uno de los obstáculos principales identificados es la persistencia de metodologías pedagógicas tradicionales. Los educadores han señalado que han utilizado principalmente métodos de enseñanza tradicionales, que se centran en la transmisión unidireccional del conocimiento, con el docente en el rol central como el transmisor del saber.

Esta resistencia al cambio representa una barrera importante para la incorporación del enfoque STEAM. Los docentes, acostumbrados a métodos tradicionales que han demostrado ser efectivos, muestran reticencia hacia estrategias pedagógicas nuevas que promuevan una enseñanza más orientada al estudiante, interdisciplinaria y centrada en la resolución de problemas.

Esta resistencia se manifiesta en la reluctancia a abandonar prácticas pedagógicas arraigadas.

Los docentes han expresado la necesidad de una infraestructura de evaluación que se alinee con los objetivos del enfoque STEAM. Abogan por métodos de evaluación más flexibles y holísticos que permitan medir el desarrollo de habilidades STEAM, en lugar de depender exclusivamente de pruebas estandarizadas que no reflejan adecuadamente el aprendizaje en este enfoque.

En síntesis, las barreras pedagógicas, tales como la persistencia de metodologías tradicionales y sistemas de evaluación inadecuados, son desafíos clave que los docentes deben superar para implementar exitosamente el enfoque STEAM en sus prácticas educativas. Superar estas limitaciones requiere un esfuerzo concertado para mejorar la formación profesional y adaptar las estrategias de enseñanza y evaluación, lo que puede enriquecer significativamente la formación en STEAM y preparar a los estudiantes para el futuro.

Resultados de la etapa de planificación

En esta fase, se prevé desarrollar una serie de pautas y lineamientos que facilitarán la adopción del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en la práctica pedagógica de los docentes de la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino en Duitama, Boyacá. Basado en la identificación de barreras y desafíos durante la etapa de caracterización, se establecerán acciones concretas para superar estos obstáculos. Estas acciones incluirán la creación de programas de formación continua, la promoción de la interdisciplinariedad y la provisión de recursos adecuados, con el objetivo de preparar a los educadores para integrar efectivamente el enfoque STEAM en sus prácticas educativas.

En el marco de la planificación, se diseñarán estrategias específicas para apoyar a los docentes en la implementación del enfoque STEAM. Entre estas estrategias se destacarán el establecimiento de un sistema de asesoría y apoyo pedagógico, la reevaluación de los métodos de evaluación para que se alineen con los objetivos de STEAM y la facilitación del acceso a recursos tecnológicos y digitales necesarios para el enfoque. Además, se fomentará la creación de comunidades de práctica STEAM, donde los educadores podrán compartir experiencias y colaborar en proyectos interdisciplinarios, promoviendo así un entorno de aprendizaje enriquecedor y dinámico.

Asimismo, se llevará a cabo una revisión y adaptación del currículo escolar para permitir la integración efectiva de las actividades STEAM. Se incentivará la participación activa de los estudiantes en la planificación y desarrollo de proyectos STEAM, con el fin de fomentar su motivación y responsabilidad en el proceso de aprendizaje.

Para evaluar el progreso de estas iniciativas, se establecerán indicadores de éxito y mecanismos de evaluación continua que permitirán medir el impacto del enfoque STEAM en el desarrollo pedagógico y en los resultados educativos. La implementación de estas pautas y estrategias se llevará a cabo en las siguientes etapas de la investigación, con el objetivo de avanzar hacia una educación más innovadora y contextualizada.

Discusión

El análisis realizado en la primera etapa de esta investigación ha revelado varias barreras significativas que afectan la adopción del enfoque STEAM en la Institución Educativa Santo Tomás de Aquino en Duitama, Boyacá. Estas barreras se agrupan en tres categorías principales: factores institucionales, formación y capacitación, y barreras pedagógicas.

Primero, los factores institucionales se destacan como un obstáculo crítico. La investigación ha evidenciado que la carencia de recursos adecuados, equipamiento y laboratorios especializados en STEAM limita la capacidad de los docentes para implementar este enfoque de manera efectiva. La disponibilidad de tecnología avanzada es fundamental para proporcionar experiencias de aprendizaje enriquecedoras y responder a las demandas educativas contemporáneas. Sin estos recursos, la integración de STEAM en el aula se ve seriamente comprometida, impidiendo a los educadores ofrecer una formación completa y alineada con los estándares actuales.

En segundo lugar, los hallazgos sobre formación y capacitación indican que, aunque los docentes han participado en programas relacionados con STEAM, estos han sido predominantemente teóricos y han fallado en proporcionar una formación práctica aplicable a sus contextos educativos específicos. Los docentes han manifestado una necesidad urgente de capacitación más orientada a la práctica, así como de apoyo continuo a través de mentores y comunidades de práctica. Este apoyo es crucial para facilitar la transición hacia metodologías pedagógicas innovadoras y para superar las barreras asociadas con la implementación del enfoque STEAM.

Finalmente, las barreras pedagógicas identificadas incluyen una resistencia notable al cambio desde metodologías tradicionales hacia enfoques más modernos e interdisciplinarios. La persistencia en métodos pedagógicos unidireccionales y la falta de métodos de evaluación adaptados a STEAM reflejan una necesidad de revisar y actualizar las estrategias educativas existentes. La adopción de métodos de evaluación que reconozcan la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas es esencial para evaluar adecuadamente el desarrollo de las habilidades STEAM en los estudiantes.

Globalmente, la adopción del enfoque STEAM en los centros educativos es de vital importancia en la era actual, donde la capacidad de integrar tecnología y conocimientos interdisciplinarios es crucial. Para que STEAM se implemente de manera efectiva, se requiere una colaboración estrecha entre los docentes, las instituciones y las autoridades educativas. Las instituciones deben invertir en recursos y equipamiento adecuados, y la formación docente debe enfocarse en la aplicación práctica y el apoyo continuo. Además, es necesario fomentar una cultura pedagógica que valore la innovación y la evaluación holística. La integración exitosa de STEAM no solo prepara mejor a los estudiantes para enfrentar desafíos futuros, sino que también enriquece el proceso de enseñanza y aprendizaje, estimulando habilidades esenciales para el siglo XXI.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta primera etapa de la investigación subrayan la importancia del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en la educación contemporánea como una respuesta adecuada a las demandas del siglo XXI. La integración de STEAM en los centros educativos no solo redefine el rol del docente, sino que también ofrece múltiples oportunidades para mejorar la formación de los estudiantes, preparándolos mejor para enfrentar desafíos futuros. La adopción de este enfoque multidisciplinario es esencial para desarrollar habilidades complejas y adaptables, fomentando la comunicación asertiva y la flexibilidad en diversas situaciones.

La investigación revela que, para la implementación efectiva de STEAM, es crucial que los docentes se comprometan con una formación continua. Mantenerse actualizado con los últimos avances en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas es fundamental para transmitir conocimientos relevantes a los estudiantes. La participación activa en talleres, conferencias y cursos permitirá a los docentes estar al tanto de las tendencias actuales y aplicar nuevas estrategias pedagógicas en sus prácticas.

Además, la efectiva integración de STEAM requiere un esfuerzo conjunto entre la institución educativa y la comunidad. Es esencial que ambos respalden a los docentes en sus esfuerzos por ofrecer un entorno educativo enriquecedor. La gestión estratégica de recursos, tanto financieros como tecnológicos, es vital para garantizar que todos los estudiantes tengan acceso igualitario a las herramientas necesarias para su aprendizaje. En este contexto, la colaboración y el apoyo institucional son claves para superar las barreras identificadas y asegurar una implementación exitosa del enfoque STEAM.

Referencias

Asinc, E., & Alvarado, S. (2019). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. Memorias del quinto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador: Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestas, pp. 1504-1514. DOI: https://doi.org/10.37611/IB0ol01-12.

Burton, P., Provinzano, K., Koskey, K., & May, T. (2022). Integrating beyond Content: A Framework for Infusing Elementary STEM-Focused Schools Components into Full-Service Community Schools. Edu. Sc., 12(8), 465 -511. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci12080511.

Bybee, R. W. (2013). The case for stem education: challenges and opportunities. National Science Teachers Association. https://static.nsta.org/pdfs/samples/PB337Xweb.pdf.

Lam, A.G. (2023). El aprendizaje STEAM: una práctica inclusiva. Revista Científica Episteme y Tekne, 2(1), e466. DOI: https://doi.org/10.51252/rceyt.v2i1.466.

Ministerio de Educación Nacional (2022). Visión STEAM: educación expandida para la vida. 1-82. https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/-files_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf.

Mohd, R. N., Md, N., a/l Aperar, P., & Cheong, T. (2020). STEM Integration: Factors Affecting Effective Instructional Practices in Teaching Mathematics. Asian Journal of University Education, 16(1), 56-69. https://myjms.mohe.gov.my/index.php/AJUE/article/view/8984. https://doi.org/10.24191/ajue.v16i1.8984.

Pelejero, M. (2018). Educación STEAM, ABP y aprendizaje cooperativo en 2° ESO [Tesis de máster no publicada]. Universidad Internacional de La Rioja. https://reunir.unir.net/handle/123456789/6838.

Quigley, C., & Herro, D. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: Implications for teacher educators. Professional Development in Education, 43(3), 416-438. https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507.

Quraan, E. (2017). Exploration of STEM Reforms for Developing an Effective Large-scale, Research-based Policy in the UAE [Tesis doctoral, The British. University in Dubai]. Professor Sufian A Forawi https://b-space.buid.ac.ae/handle/1234/1238.

Yakman, G. (2008). Georgette 'George' Yakman: Estudiante de doctorado en Currículo e Instrucción - ISTEM, Virginia Polytechnic and State University. Profesora de Educación Tecnológica en la Middle School Pulaski - Pulaski, VA.

Efecto de la adición de harina de afrecho de papa sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de productos panificados

Nombre del Autor(es)
Paola Perdomo González
Carolina Medina Jaramillo
Alex Fernando López Córdoba
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa: Escuela de Administración de Empresas Agropecuarias
Grupo de Investigación: Bioeconomía y Sostenibilidad Agroalimentaria
Código SGI proyecto: 3379
Financiado por Minciencias

Resumen

Las tendencias en el uso de harinas alternativas para la elaboración de productos panificados han crecido significativamente en los últimos años, impulsadas por la demanda de alimentos saludables, sostenibles y libres de alérgenos. La incorporación de harina de afrecho obtenida a partir de tubérculos está ofreciendo una oportunidad para desarrollar productos panificados con características funcionales y que conserven sus características organolépticas y sensoriales. En este estudio se elaboraron panes con harina de afrecho de papa como ingrediente alternativo para la sustitución parcial de harina de trigo. Se obtuvieron panes con porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de afrecho de papa en concentraciones de 15%, 25% y 35% p/p. Los panes se caracterizaron en cuanto a sus propiedades físicas y sensoriales. Se observó que no hubo diferencias significativas en sus propiedades. Sin embargo, la adición de harina de afrechos a diferentes concentraciones aumentó la humedad de los panes, mostró una tendencia a la opacidad y un aumento en la dureza.

Palabras: Afrecho, ingrediente alternativo, análisis de perfil de textura, análisis sensorial.

Problema de investigación

En las últimas décadas, la creciente demanda por productos alimenticios más saludables y funcionales ha impulsado la investigación en el desarrollo de alimentos que no solo satisfagan las necesidades nutricionales, sino que también contribuyan al bienestar general de los consumidores.

La panificación, como uno de los sectores alimenticios más relevantes a nivel global, ha experimentado un incremento por la incorporación de ingredientes alternativos que puedan mejorar el perfil nutricional de los productos sin comprometer su calidad organoléptica.

El uso de harinas alternativas de fuentes no convencionales (raíces, tubérculos, leguminosas y semillas) ha emergido como una estrategia para mejorar la calidad nutricional de los productos panificados, diversificar la oferta y responder a las necesidades de un consumidor cada vez más consciente de su salud y del medio ambiente. Sin embargo, la incorporación de estas harinas plantea desafíos en términos de su efecto en las masas y productos finales. Sin embargo, es una buena oportunidad para abordar la transformación y reutilización de materia prima existente y de alto consumo, no solo para abastecer la demanda de productos de fácil acceso, sino también para optimizar el uso de los recursos y fortalecer las cadenas productivas de las raíces y tubérculos.

Marco teórico

La protección ambiental es una prioridad global, y una estrategia clave es el aprovechamiento de residuos alimentarios, el cual busca reintegrar los residuos al ciclo productivo mediante la reutilización o transformación en nuevos productos, mejorando el impacto ambiental y la eficiencia en producción (Marmolejo et al., 2008).

La papa desempeña un papel fundamental a nivel mundial debido a su contribución a la seguridad alimentaria, el desarrollo sostenible, el crecimiento económico y la reducción de la pobreza (Devaux et al., 2014). Generalmente, es comercializada sin ningún tipo de procesamiento; satisface la demanda de alimentos y genera empleo para millones de personas, especialmente en países de bajos recursos (Scott et al., 2000). Así mismo, la forma de producción sigue siendo tradicional en algunas regiones del país por la poca adopción de tecnologías y prácticas de manejo, siendo escasas las alternativas de agregado de valor y de valorización de subproductos (Cirad, 2023).

En Colombia, una de las pocas estrategias de transformación y agregado de valor a R&T es la extracción de almidones. En este proceso, se genera un subproducto conocido como afrecho, el cual tiene un alto contenido de fibra de aproximadamente el 30% en peso seco (de Fátima et al., 2020).
Souza et al. (2014) demostraron que el afrecho es una fuente rica en fibra insoluble que, incorporada en dietas, ofrece beneficios fisiológicos como el alivio del estreñimiento. Por otro lado, García-López et al. (2016) y Martínez et al. (2019) concluyen que la adición de afrecho en productos panificados conlleva ventajas como la disminución del uso de harina de trigo y aumentos en el contenido de fibra, proporcionando beneficios nutracéuticos.

Además, el uso de materias primas fibrosas también mejora la consistencia de las masas debido a su efecto en la absorción de agua (Guadarrama-Lezama et al., 2016).

Objetivos:

General

Desarrollar un producto alimentario con valor agregado a partir del uso de subproductos de la transformación de la papa.

Específicos

º Elaborar productos panificados con adición de diferentes concentraciones de harina de afrecho de papa.
º Evaluar las características fisicoquímicas, de textura y sensoriales de los productos panificados obtenidos.

Método – Metodología – Participantes

Obtención de afrecho

Se emplearon papas de descarte de la variedad R-12 (Diacol Capiro) compradas en el mercado local del municipio de Duitama-Boyacá. Las papas fueron seleccionadas teniendo en cuenta la ausencia de daños externos y mohos; se lavaron y desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm (100 mg/L) durante 10 min. Posteriormente, se pelaron y cortaron en trozos dejándolos en una solución de ácido cítrico al 1% para evitar pardeamiento. Las papas se despulparon usando un extractor eléctrico (Wurden WJE-DCSS), obteniendo por un lado una solución almidonosa y por otro una pulpa fibrosa (afrecho). Este último, se filtró y prensó manualmente para retirar exceso de líquido almidonado. Posteriormente, la torta de afrecho se secó en un horno de convección forzada (Memmert) a 50°C y ventilación de 80% hasta alcanzar una humedad menor al 13%, se molió empleando un molino eléctrico (Cuisinart®-DCG-20BKN) y se tamizó usando una malla N°170 de la serie Tyle, correspondiente a un tamaño de partícula menor a 200 µm.

Elaboración de los panes

Se elaboraron diferentes formulaciones de panes variando la concentración de harina de afrecho de papa, como se muestra en la tabla 1. Los panes se obtuvieron a partir del mezclado, amasado, fermentación y cocción de los mismos. Brevemente, se activó la levadura en una solución de agua y azúcar a 26°C por 15 min; luego se incorporaron los demás ingredientes y se mezclaron y amasaron. La masa resultante se dejó fermentar durante 1 h, luego se cortó y se dividió en partes de 40g aproximadamente, dejándolas reposar por 30 min. Finalmente, se hornearon a 190°C con una ventilación de 60% por 13 min.

Tabla 1

Formulación para panes con adición de afrecho de papa R-12

INGREDIENTE	CONTROL (AF0%)	AFRECHO DE PAPA 15% (AF15%)	AFRECHO DE PAPA 25% (AF25%)	AFRECHO DE PAPA 35% (AF35%)
H. de trigo	100	85	75	65
H. de afrecho	0	15	25	35
Sal	2	2	2	2
Azúcar	12	12	12	12
Levadura	4	4	4	4
Margarina	12	12	12	12
Agua	60	60	60	60

Nota: Los ingredientes están basado en una formulación de pan tradicional de trigo en 100g de harina.

Caracterización de los panes

Se determinó el contenido de humedad empleando el método gravimétrico (AOAC 920.151) y la actividad de agua (aw) se midió en el equipo PRE Aqualab (Decagon, Inc. EE.UU.). El color de la corteza y de la miga se determinó usando un colorímetro triestímulo Minolta (Konica-Minolta CR-10, Osaka, Japón) y se informó de los parámetros CIELab (valores L*, a* y b*), donde L* se usó para denotar luminosidad, a* enrojecimiento (+) y verdor (-), y b* amarillez (+) y azul (-).

Se realizó un análisis de perfil de textura (TPA) empleando un equipo analizador de textura Brookfield CT3. Utilizando una celda de carga de 10kg, con una celda de compresión circular de 60mm de diámetro y una velocidad de 1 mm/s, evaluando los siguientes parámetros: Fracturabilidad (N), dureza (N), cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad (N).

Resultados y discusión

La harina de afrecho de papa obtenida mostró un rendimiento aproximado del 23%, un contenido de humedad del 10% y una actividad acuosa de 0.36 ± 0.02, los cuales son característicos de alimentos con baja susceptibilidad al deterioro microbiano. En cuanto a sus propiedades funcionales de hidratación, la capacidad de retención de agua (CRA) resultó del 48.70% ± 1.54 y una capacidad de hinchamiento en agua de 28.49 ml/g ± 1.07.

Las propiedades físicas de los panes obtenidos se muestran en la tabla 2. La actividad acuosa para todas las muestras de panes resultó alta, alrededor de 0,90; este valor es característico para este tipo de productos perecederos.

La humedad aumentó significativamente para los panes con adición de afrecho, sin importar la concentración, comparados con los panes que solo contenían harina de trigo. Esto podría atribuirse a la mayor capacidad de retención de agua de la harina de afrecho, comparada con la harina de trigo. Esto concuerda con los resultados reportados por Calvo-Carrillo et al. (2020), donde mostraron que la inclusión de harinas con alto contenido en fibra en panes incidía en el aumento de la humedad del pan, lo que se correlaciona con la capacidad para retener agua durante el proceso de amasado y fermentación. Por otro lado, Freire Factos (2019) reportó panes con adición de harinas alternativas en un 5 y 10%, los cuales presentaron aw alta y una humedad entre 12,5 y 13,5%.

Tabla 2

Propiedades físicas de los productos panificados sin y con adición de afrecho de papa

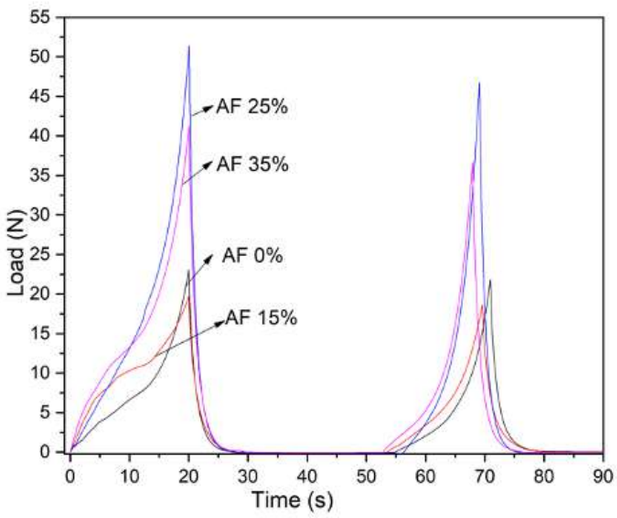
Muestra	Humedad (%)	Actividad acuosa	Altura (cm)	Color					
				Corteza			Miga		
				L	a*	b*	L	a*	b*
AF0%	27,29±0,8^{a}	0,93±0,1^{a}	3,7±0,3^{a}	61,5±1,8^{a}	0,9±1,3^{a}	29,7±3,9^{a}	59,1±5,2^{a}	-1,1±0,9^{a}	31,9±3,8^{a}
AF15%	38,19±0,6^{b}	0,93±0,1^{a}	4,4±0,2^{b}	54,6±3,0^{b}	-0,4±0,9^{a}	26,7±4,1^{a}	58,2±8,4^{a}	-2,4±1,1^{a}	26,9±4,4^{b}
AF25%	35,42±0,1^{b}	0,91±0,1^{a}	4,1±0,1^{b}	53,2±1,5^{b}	0,8±1,6^{a}	28,2±3,6^{a}	66,3±2,8^{b}	-3,1±0,3^{a}	22,2±0,7^{b}
AF35%	34,35±0,5^{b}	0,84±0,1^{a}	3,7±0,3^{a}	64,5±2,9^{b}	-0,5±0,2^{a}	18,8±0,5^{b}	62,9±1,5^{b}	-2,1±0,5^{a}	16,9±2,7^{c}

a,b,c Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05).

Con respecto a los atributos de color CIELAB, se obtuvieron valores consistentes con su color característico café y crema, tanto para la miga como para la corteza (tabla 2). En general, los panes con mayor adición de afrecho mostraron un aumento en la luminosidad en la miga y una disminución de la misma en la corteza. Los valores de a* y b* mostraron también una tendencia a la disminución, llegando a una tonalidad más verdeazulada, contraria a los panes que solo contenían harina de trigo, con una tendencia al rojizo amarillo tanto para la miga como para la corteza. Resultados similares han sido reportados por otros autores, donde la variación en los atributos de color puede atribuirse a las reacciones de Maillard y a la caramelización que ocurren durante el proceso de horneado, las cuales son responsables de la formación del color marrón en la corteza del pan. Además, reportan que la inclusión de diferentes tipos de afrecho puede resultar en un pan más oscuro y con características de color menos deseables para algunos consumidores (Martins et al., 2017; Pavlovich-Abril et al., 2015).

Figura 1

Representación del Análisis de Perfil de Textura (TPA) de panes sin y con adición de harina de afrecho de papa



El comportamiento del análisis de perfil de textura para los panes sin y con adición de harina de afrecho se muestra en la figura 1 y los valores correspondientes a cada parámetro se muestran en la tabla 3. Se observó un aumento en la fracturabilidad y la dureza de los panes directamente proporcional al aumento de la concentración de harina de afrecho; estos parámetros corresponden al primer y segundo pico, respectivamente. Además, la relación de los valores de la elasticidad y gomosidad representa la fuerza de masticabilidad de los panes, indicando que es necesaria más fuerza para la masticabilidad de los panes con adición de concentraciones altas de harina de afrecho con valores de más del 30% con respecto al control. Por otra parte, la elasticidad está relacionada con la rapidez con la que el pan recupera su forma después de la compresión. En este caso, el pan con AF 35% parece tener una recuperación más rápida en comparación con las demás muestras.

Otros autores reportaron comportamientos similares en productos panificados donde reemplazaron harina de trigo por otros sustitutos. Cajas (2018) empleó harinas nativas de arroz y modificadas, manejando una sustitución de 30-40% de harina de arroz, obteniendo panes con una dureza baja y tendencias a desmigarse. Carboni (2024) empleó harina de lentejas y harina de arroz para elaborar pan molde, sustituyendo un 10, 20 y 30%, resultando panes con un aumento en la dureza y la masticabilidad, así como una reducción en la cohesividad y elasticidad. Gillespie et al. (2021) compararon panes que contenían un 33.3% a un 100% de harina de almendras y harina de salvado de avena, dando como resultado panes con una textura firme, densa y más masticable. Freire (2019) empleó harinas proteicas de guisantes e insectos (Alphitobius diaperinus y Tenebrio), sustituyendo un 5 y 10% de harina, obteniendo panes con una tenacidad y fuerza mayor que un pan de trigo tradicional.

Tabla 3

Resultados preliminares de TPA para panes con y sin adición de harina de afrecho de papa

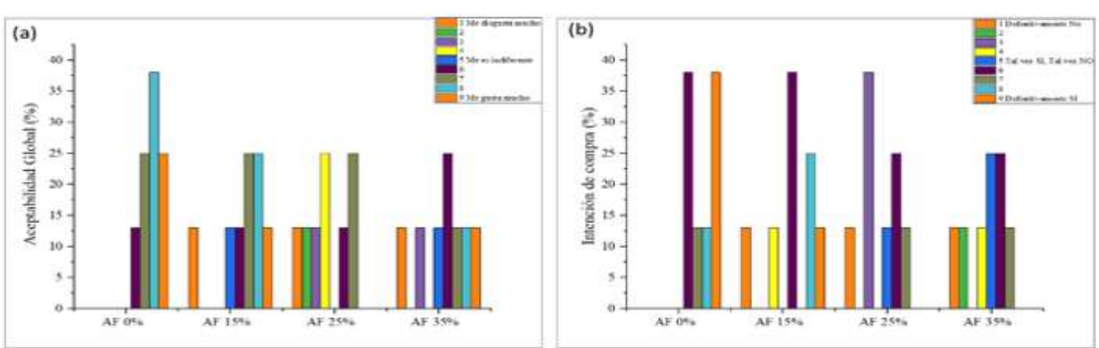
MUESTRAS	Fracturabilidad (N)	Dureza (N)	Cohesividad	Elasticidad	Gomosidad	Masticabilidad (N)
AF 0%	7,61 ± 1,33[a]	22,81 ± 2,24[a]	0,65 ± 0,01[a]	0,78 ± 0,06[a]	15,30 ± 1,24[a]	11,97 ± 1,18 [a]
AF 15%	8,37 ± 0,62[a]	18,50 ± 0,92[a]	0,55 ± 0,02[a]	0,82 ± 0,01[a]	10,26 ± 0,73[a]	8,46 ± 0,57 [a]
AF 25%	14,64 ± 5,78[b]	48,35 ± 3,43[b]	0,54 ± 0,02[a]	0,65 ± 0,03[a]	26,44 ± 0,73[b]	17,36 ± 0,32 [b]
AF35%	11,13 ± 0,08[b]	39,90 ± 0,082[b]	0,54 ± 0,05[a]	0,80 ± 0,04[a]	21,70 ± 1,84 [b]	17,55 ± 2,55 [b]

a,b Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05).

Finalmente, los panes sin y con adición de afrecho fueron testeados por consumidores habituales de productos panificados. En la figura 2 se observa la respuesta de los evaluadores en cuanto a la aceptabilidad global de los productos y una intención de compra de los mismos.

Figura 2

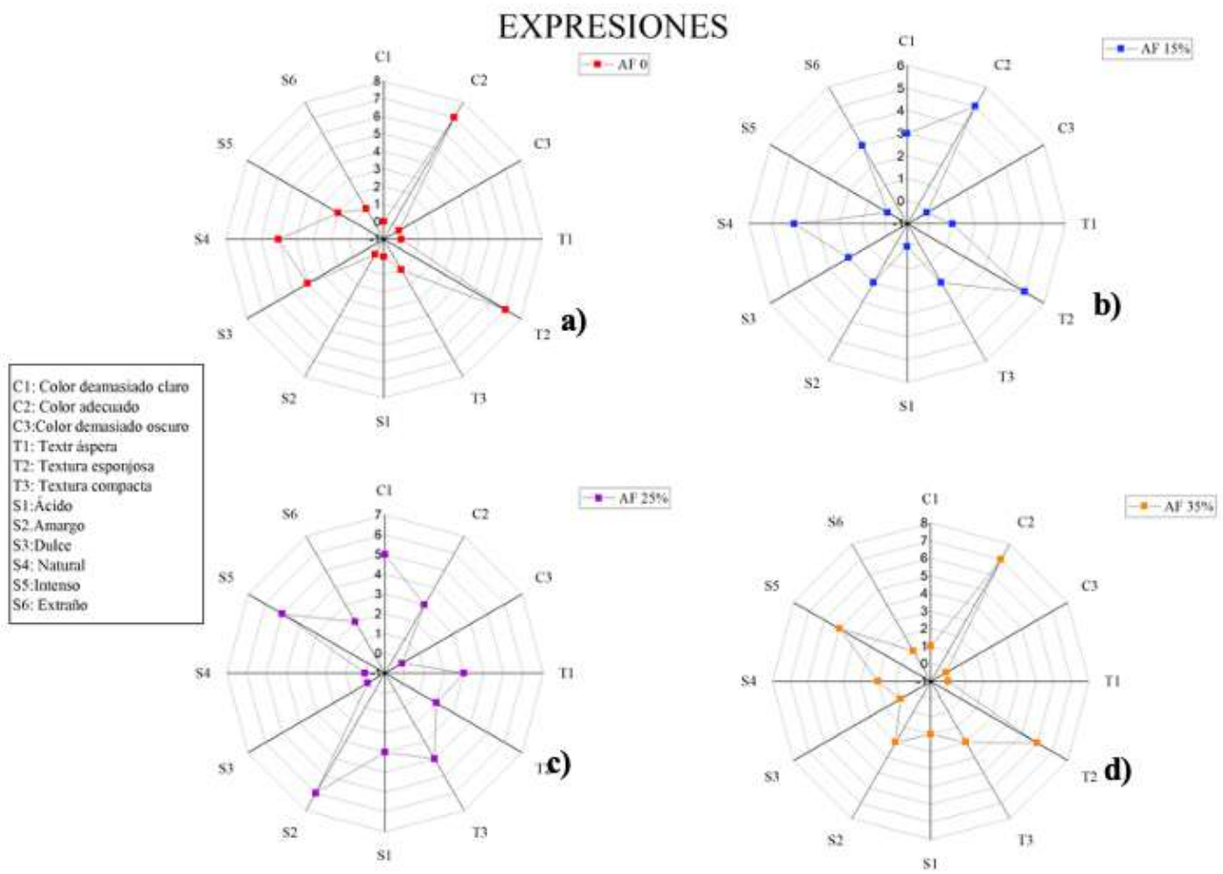
Comportamiento de la aceptabilidad global (a) e intensión de compra (b) de los panes sin y con adición de harina de afrecho de papa



Para ningún caso los evaluadores manifestaron valores de aceptabilidad menores a 6, argumentando que les gusta mucho o que les era indiferente, pero para ningún caso la muestra fue rechazada. En cuanto a la intención de compra, para las muestras AF15% y AF25%, menos de un 10% de los evaluadores manifestaron que no comprarían el pan. Sin embargo, todas las muestras tuvieron una alta intención de compra. Además, en la figura 3 se muestra un gráfico de radar que ejemplifica diferentes atributos percibidos por los evaluadores.

Figura 3

Descriptores sensoriales: a) AF0%, b) AF15%, c) AF25% y d) AF35%



Los evaluadores indicaron con mayor frecuencia para los panes AF25% y AF35% color demasiado oscuro y textura compacta, percepciones que no fueron razón para algún rechazo de las muestras. Para el resto de las muestras (AF0% y AF 15%), todas las expresiones fueron evaluadas como “adecuado” para cada parámetro.

Conclusiones

La incorporación de harina de afrecho de papa en la elaboración de productos panificados presenta una solución innovadora y sostenible para reducir el uso de harina de trigo. Además de disminuir la dependencia de un solo insumo, esta estrategia permite la valorización de subproductos agroindustriales, promoviendo una economía circular y sostenible, respondiendo a las tendencias actuales de consumo responsable y nutricionalmente consciente.

Referencias

Cajas, J. E. (2018). Pan libre de gluten en base a arroz: obtención y determinación de propiedades de harinas nativas y modificadas, diseño de mezclas, elaboración y caracterización del producto final.

Calvo-Carrillo, M. de la C., López-Méndez, O., Carranco-Jáuregui, E., & Marines, J. (2020). Evaluación fisicoquímica y sensorial de un pan tipo baguette utilizando harinas de trigo (Triticum spp) y chícharo (Pisum sativum L.). http://biotecnia.unison.mx

Carboni, A. (2024). Desarrollo de formulaciones de panificados funcionales (sin y con gluten) a base de harina de lenteja (Lens culinaris): caracterización tecnológica y nutricional.

Cirad. (2023). Síntesis de la hoja de ruta de raíces y tubérculos Hacia un cultivo sostenible de raíces y tubérculos [2023-2033]. https://agritrop.cirad.fr

de Fátima, L., Felix, R., Aguiar, E. M., & Coelho, R. R. (2020). Evaluation of the Potentiality of Maniocresidues (Manihot esculenta Crantz) in animal feeding. Int. J. Adv. Eng. Res. Sci, 7, 305–308.

Devaux, A., Kromann, P., & Ortiz, O. (n.d.). Potatoes for Sustainable Global Food Security. Potato Research, 57(3), 185–199. https://doi.org/10.1007/s11540-014-9265-1

Freire, V. (2019). Elaboración de panes con sustitución parcial de harina de trigo con fuentes alternativas de proteínas.

García-López, A., Figueroa-Flórez, J., Salcedo-Mendoza, J., & De Paula, C. D. (2016). Viscoelasticidad en masas de panadería formuladas con harina de trigo y afrecho de yuca. Agronomía Colombiana, 34(1Supl), S367–S370.

Gillespie, R., & Ahlborn, G. J. (2021). Mechanical, sensory, and consumer evaluation of ketogenic, gluten-free breads. Food Science and Nutrition, 9(6), 3327–3335. https://doi.org/10.1002/fsn3.2308

Guadarrama-Lezama, A. Y., Carrillo-Navas, H., Pérez-Alonso, C., Vernon-Carter, E. J., & Alvarez-Ramirez, J. (2016). Thermal and rheological properties of sponge cake batters and texture and microstructural characteristics of sponge cake made with native corn starch in partial or total replacement of wheat flour. LWT, 70, 46–54.

Marmolejo, L., Pérez, A., Torres, P., Cajigas, Á., & Cruz, C. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos generados en pequeñas industrias de almidón agrio de yuca. Livestock Research for Rural Development, 20(7), 4–10.

Martínez, C., Valderrama, C., Cano, I., Rivera, J. A., & Buitrago, L. C. (2019). Elaboración de un pan con adición de flores comestibles. @ Limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 17(2), 26–43.

Martins, Z. E., Pinho, O., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2017). Fortification of Wheat Bread with Agroindustry By-Products: Statistical Methods for Sensory Preference Evaluation and Correlation with Color and Crumb Structure. Journal of Food Science, 82(9), 2183–2191. https://doi.org/10.1111/1750-3841.13837

Pavlovich-Abril, A., Rouzaud-Sández, O., Romero-Baranzini, A. L., Vidal-Quintanar, R. L., & Salazar-García, M. G. (2015). Relationships between Chemical Composition and Quality-Related Characteristics in Bread Making with Wheat Flour–Fine Bran Blends. Journal of Food Quality, 38(1), 30–39. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfq.12103

Scott, G. J., Rosegrant, M. W., & Ringler, C. (2000). Global projections for root and tuber crops to the year 2020. Food Policy, 25(5), 561–597. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0306-9192(99)00087-1

Souza, C. B., Roeselers, G., Troost, F., Jonkers, D., Koenen, M. E., & Venema, K. (n.d.). Prebiotic effects of cassava bagasse in TNO's in vitro model of the colon in lean versus obese microbiota. Journal of Functional Foods, 11, 210–220.

Propuesta de estrategias para la protección y conservación del páramo de ocetá, Boyacá.

Nombre del Autor(es)
Carlos Eduardo Vivares Parra
Jimmy Leandro Barrera Torres
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa: Licenciatura en Matemáticas
Código SGI proyecto: 3422
Grupo de Investigación: GIE
Correo electrónico:
Carlos.vivares@uptc.edu.co
jimmy.barrera@uptc.edu.co

Resumen

Los espacios lente son fundamentales en topología algebraica y tienen aplicaciones en matemáticas y física. Se obtienen como cocientes de esferas de dimensión Sn bajo la acción de grupos cíclicos Zm, generando variedades tridimensionales o de dimensiones superiores con estructuras complejas. Estos espacios permiten estudiar propiedades globales de las variedades, como el grupo fundamental y la homotopía, siendo cruciales para entender la estructura de los espacios topológicos no triviales.

Palabras clave: Espacios lente, topología algebraica, variedades, grupo fundamental.

Problema de investigación

En topología algebraica, los espacios lente son estructuras fundamentales que emergen como cocientes de esferas Sn bajo la acción de grupos cíclicos Zm. Estos espacios juegan un papel crucial en la comprensión de propiedades globales de variedades complejas, tales como el grupo fundamental y la homotopía. A pesar de su importancia, la investigación sobre los espacios lente enfrenta varios desafíos:

Complejidad de las estructuras: Los espacios lente introducen estructuras topológicas y geométricas complejas debido a la acción de rotaciones controladas por enteros primos relativos. La dificultad radica en entender cómo estas acciones afectan la estructura local y global de la esfera, y cómo las propiedades topológicas resultantes se pueden clasificar y analizar de manera efectiva.

Identificación de propiedades globales: Aunque los espacios lente proporcionan ejemplos accesibles para el estudio de propiedades topológicas globales, como el grupo fundamental, existe una falta de estudios que integren de manera exhaustiva cómo estas propiedades emergen a partir de la acción de grupos cíclicos. La dificultad está en establecer conexiones claras entre la acción del grupo y las características topológicas de los espacios cocientes.

Aplicaciones interdisciplinarias: Los espacios lente tienen aplicaciones significativas en matemáticas y física, pero la comprensión de estas aplicaciones está limitada por la complejidad inherente a los espacios y la falta de un marco teórico uniforme. Se requiere una investigación que no solo explore la teoría detrás de los espacios lente, sino que también examine sus aplicaciones en contextos interdisciplinarios, incluyendo su papel en modelos físicos y en la clasificación de variedades topológicas.

Marco teórico

Los espacios lente son un tema fundamental en topología algebraica y tienen amplias aplicaciones en diversas áreas de las matemáticas y la física. Estos espacios surgen como cocientes de esferas de dimensión Sn bajo la acción de grupos cíclicos, generando variedades tridimensionales o de dimensiones superiores con estructuras complejas y bien definidas. Su importancia radica en que proporcionan ejemplos accesibles para estudiar propiedades globales de las variedades, tales como el grupo fundamental y la homotopía, lo que los convierte en objetos cruciales para entender la estructura de los espacios topológicos no triviales.

La relevancia de los espacios lente no se limita a la topología pura. En la clasificación de variedades, los espacios lente proporcionan ejemplos simples pero ricos en estructura, lo que los convierte en herramientas esenciales para entender variedades de dimensiones superiores. Además, en la teoría de nudos, los espacios lente permiten estudiar cómo los nudos tridimensionales se comportan dentro de variedades complejas. En particular, se pueden analizar espacios de recubrimiento asociados a nudos usando estas variedades, lo que facilita el estudio de invariantes de nudos en topologías complicadas.

En física, los espacios lente encuentran aplicaciones importantes, especialmente en la teoría cuántica de campos. Los espacios lente juegan un papel en la descripción de configuraciones de instantones en teorías gauge. Los instatones son soluciones clásicas de las ecuaciones del campo que minimizan la acción en espacios con topologías no triviales. En este contexto, las transiciones instantáneas en el espacio-tiempo, que son clave para entender fenómenos como el efecto túnel, están directamente influenciadas por la estructura topológica de los espacios lente.

Dado que los instatones describen transiciones entre diferentes vacíos cuánticos, los espacios lente proporcionan un marco adecuado para analizar cómo las propiedades topológicas influyen en los procesos cuánticos.

Los espacios lente nos invitan a explorar las profundas conexiones entre la simplicidad de las esferas y la complejidad de las simetrías. En ellos, las esferas se transforman, los caminos se entrelazan y las rotaciones revelan nuevas formas. Su estudio no solo nos acerca a la comprensión matemática, sino que también toca las fronteras de la física, donde estas estructuras moldean el comportamiento de campos y partículas. Nos recuerdan que, en las geometrías del universo, todo está entrelazado, desde los nudos hasta las partículas más pequeñas, en un tejido de simetría y transformación.

Objetivos:

General

Estudiar la cohomología, la homología y la teoría de coeficientes universales para explorar los espacios lente y su diferenciación.

Específicos

·Explorar conjeturas homológicas.
·Resolver conjeturas acerca de los espacios lente.

Método – Metodología - Participantes

El tipo de investigación a ejecutar en el proyecto es investigación pura o teórica. El método a emplear consiste en el estudio de la construcción de los espacios lente y de sus propiedades, además de abordar un tema tangente a las conjeturas homológicas y en cotas para ciertas cohomologías, así como conjeturas en superficies dadas por cocientes y en el estudio de fibrados vectoriales del espacio moduli de curvas.

Respecto a la metodología, se lleva a cabo una revisión documental de las principales publicaciones y textos relevantes en topología algebraica y teoría de grupos fundamentales. Esta revisión incluye tanto trabajos históricos como contemporáneos, permitiendo una comprensión completa del desarrollo del concepto a lo largo del tiempo. Se identifican y analizan las contribuciones clave de matemáticos que han influido en la evolución del grupo fundamental. Esto implica la evaluación crítica de sus trabajos y la identificación de cómo sus descubrimientos y teorías han enriquecido el campo de la topología algebraica.

Resultados y discusión

Se puede demostrar que el grupo fundamental de un espacio lente está profundamente relacionado con las identificaciones impuestas por el grupo cíclico Zm. Específicamente, el grupo fundamental de estos espacios puede ser descrito en términos de la estructura del grupo cíclico y los enteros li. Los resultados podrían incluir fórmulas explícitas para el grupo fundamental en función de m y los li, así como ejemplos específicos que ilustren estos resultados.

La discusión debe centrarse en cómo estas fórmulas ayudan a entender las diferencias entre diversos espacios lente. Se debe analizar cómo la variación en los enteros li afecta la complejidad del grupo fundamental y, por lo tanto, la topología del espacio. Comparar estos resultados con espacios más simples como esferas y otros cocientes puede proporcionar una perspectiva más clara de la riqueza estructural de los espacios lente.

Referencias

Hatcher, A. (2001). Algebraic topology (first ed.). Cambridge University Press.

Lang, S. (2002). Algebra (3.a ed.). Springe.

Lee, J. M. (2011). Introduction to Topological Manifolds (2.a ed.). Springer.

Massey, W. S. (1991). A basic course in algebraic topology. Springer.

El pensamiento matemático como componente de la identidad en la cultura popular: caso Boyacá- SGI 3549- socialización de resultados

Nombre del Autor(es)
Clara Yaneth Puentes Cepeda
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa: Escuela de Licenciatura en Matemáticas y Estadística
Grupo de Investigación: EDUMAES
Correo electrónico:
clara.puentes@uptc.edu.co

Resultados y discusión

La investigación se centró en identificar las magnitudes con las que ancestralmente hasta nuestros días las comunidades del departamento de Boyacá han permanecido en relación con objetos de uso de sobrevivencia y de uso lúdico, relacionarlas con algunos temas de matemáticas presentes en el currículo, para posteriormente incluirlas en las actividades de aula. El desarrollo metodológico se llevó a cabo en dos fases: la primera parte de tipo etnográfico con enfoque cualitativo, para identificar los conceptos matemáticos presentes en las labores artesanales a través de conversaciones con habitantes y artesanos, participación en ferias, festivales gastronómicos y de artesanías; y la segunda, referente a la investigación-acción con enfoque mixto, donde se involucra a la comunidad académica, en la cual se llevó a cabo intervención en el aula de clase. Para la recolección de información se utilizaron como instrumentos las entrevistas semiestructuradas en los artesanos, encuestas a docentes y estudiantes, diarios de campo para las actividades realizadas, prueba inicial, prueba final, observación no participante y participante.

A través del proyecto se evaluaron algunas actividades de aula que involucran los fundamentos de matemáticas ancestrales presentes en la elaboración de artesanías y algunos platos típicos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Entre los resultados más relevantes se puede mencionar que la proporcionalidad y la geometría son las temáticas de matemáticas más usadas en la labor artesanal, desde la obtención de la materia prima hasta su comercialización. Por tanto, para el diseño de situaciones de aprendizaje se consideró la vinculación de los lineamientos curriculares con las actividades universales de Bishop (1999) presentes, tales como: diseñar, explicar, medir, contar y localizar, usando como estrategia la resolución de problemas y el uso de material concreto.

Se puede concluir que es relevante que el docente de matemáticas indague sobre los conocimientos matemáticos ancestrales para relacionarlos con las temáticas del currículo. Esto facilita alcanzar las metas establecidas en cada actividad y vincular las matemáticas con su entorno, generando mayor participación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. De acuerdo con Fuentes (2014), la relación entre estas prácticas permite reconocer, valorar y utilizar saberes matemáticos presentes en diferentes grupos sociales; adicionalmente, promueve la inclusión y diversidad al aceptar las múltiples formas de pensar matemáticamente, desarrollando habilidades interculturales como la empatía y el respeto; además, la valoración de otros tipos de conocimiento.

Un aspecto que se puede destacar como consecuencia de usar el contexto cercano a la comunidad académica es la colaboración de padres de familia, directivos docentes y estudiantes, lo cual aumenta el interés hacia la matemática, la comunicación asertiva y el trabajo en equipo y, por tanto, favorece el desarrollo de las actividades de aula, así como lo proyectos transversales o que incluyan actividades propias del entorno familiar.

Palabras: Clave: matemáticas, cultura, etnomatemática, pensamiento matemático.

Problema de investigación

Con este proyecto se pretende dar respuesta a la pregunta: ¿cómo se relacionan el pensamiento matemático y las actividades propias de las culturas en comunidades de Boyacá? Teniendo en cuenta que existen actividades universales que se convierten en los fundamentos matemáticos de las culturas, tales como contar, localizar, medir, explicar y jugar (Bishop, 1991). Así, por ejemplo, las comunidades tienen su manera de medir, pero hay un conocimiento matemático no oficial. Así mismo, se encuentran medidas y curvas ideales en la construcción de la cerámica, cestería, tejidos, pero no se da explicación de algún conocimiento matemático avanzado que se esté aplicando.

Otro aspecto importante que justifica el desarrollo de este estudio lo constituye el hecho de que, dentro de las funciones de la universidad, en especial de la pública, está el de interpretar a su entorno, a su propia comunidad en la cual se encuentra inmersa y a cuál se debe. Es por esto que es importante que también exista como objeto de estudio, para este caso de las matemáticas.

Teniendo en cuenta las políticas públicas nacionales establecidas en los lineamientos curriculares del (MEN, 1998), se debe enseñar matemáticas teniendo en cuenta las realidades y contextos.

Esto lo ratifica (Bishop, 2007), donde afirma que el proceso de educación hace parte del sector social, ya que en cuatro aspectos se encuentra este componente; en procesos culturales, social, institucional e individual, se hace necesario el reconocimiento de los entornos, historia, idiosincrasia, creencias, costumbres y tradiciones para involucrarlas en el diseño de actividades de aprendizaje de matemáticas que motiven e involucren a los estudiantes y a sus familias.

Adicionalmente, se puede mencionar que, en una exploración inicial, dentro de los temas abordados en las monografías de los estudiantes de licenciatura en Matemáticas y Estadística de la UPTC Sede Duitama, no se encuentran registros de resultados sobre la temática. De igual manera, en los trabajos revisados para el estado del arte, se evidencian investigaciones en las regiones de La Guajira y Amazonas en temas relacionados con etnomatemática. Únicamente se encontró la tesis de maestría titulada "Etnomatemática, escuela y aprendizaje de las matemáticas: el caso de la comunidad de Guacamayas, Boyacá, Colombia", realizada por un estudiante de maestría en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el año 2014, en la cual se lleva a cabo un estudio en la comunidad Guacamayas a partir de la relación de conocimientos extraescolares presentes en la elaboración de artesanías con el aula de matemáticas. Se elabora una propuesta de actividades para la enseñanza de las matemáticas, teniendo en cuenta los conocimientos matemáticos presentes en la elaboración de la cestería.

Marco teórico

Pensamiento matemático

Las diferentes culturas se han interesado en construir su propio conocimiento matemático de acuerdo a sus actividades y prácticas ancestrales, desarrollando de este modo su pensamiento matemático. Al respecto, Mason, Burton y Stacey (2010) señalan que "el pensamiento matemático se puede considerar como un proceso dinámico que mejora las ideas complejas y amplía la comprensión" (p. 161). Ideas que hacen parte de una identidad cultural y que les permite trascender desde su cosmogonía y cosmovisión. Por lo anterior, es importante evocar la dimensión conceptual cognitiva para analizar el pensamiento matemático de las culturas en sus actividades cotidianas.

Etnomatemática y la interculturalidad

Según D'Ambrósio (2001), la etnomatemática es el área de la educación que busca reflexionar sobre el conocimiento matemático que se genera a partir de la interacción en un grupo cultural en particular. En este sentido, la etnomatemática aporta a la comprensión del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través del diseño y aplicación de actividades matemáticas que involucran las tradiciones ancestrales. Lo anterior también hace parte de los propósitos del presente proyecto.

Las dimensiones de la etnomatemática propuestas por D´Ambrosio (2000) y las potencialidades que ofrece la inclusión de la etnomatemática en la práctica pedagógica, propuesta por Adam (2004), sirven como marco conceptual en este proyecto, en el contexto de la identidad en la cultura popular de Boyacá.

Para Giménez y Malgesini (1997), la interculturalidad es vista como la interacción de diferentes culturas entre sí, siendo la diversidad humana una oportunidad para el enriquecimiento e intercambio de saberes dentro del contexto educativo. Por lo anterior, este proyecto busca valorar y favorecer los saberes y aportes ancestrales de las comunidades de Boyacá, como son: conceptuales, educativos, cognitivos, históricos, políticos y epistemológicos.

Tabares (2016) lleva a cabo una investigación de tipo documental en la cual pretendió hacer un acercamiento a las matemáticas de algunas culturas ancestrales de Colombia, en este trabajo se realiza un rastreo de investigaciones entre los años 2005 y 20016 desde tres enfoques la etnomatemática en la educación, la etnomatemática en las comunidades étnicas y la etnomatemática en sectores populares, se encontraron 35 investigaciones que hacen referencia a seis comunidades, es importante mencionar que en Colombia se cuenta con aproximadamente 102 comunidades indígenas, lo cual indica que hay pocos proyectos que contribuyan al conocimiento de sus cultura, debido a la desconfianza de las comunidades étnicas ya que, desde la conquista de los españoles se tiene la perspectiva de que los investigadores tienen objetivos malintencionados. Como resultado relevante, se resalta que la etnomatemática, como campo de acción investigativa y didáctica, tiene como reto afrontar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en entornos indígenas con el problema del uso de la lengua dominante y la visión matemática de la cultura hegemónica.

Así mismo, Castaño (2021) realiza un acercamiento a la comunidad Myska identificando la cultura y el uso de la matemática en diferentes actividades. En los resultados resaltó las creencias en el origen y evolución del universo relacionado a las matemáticas y determinó que estos conocimientos hacen parte de la identidad del pueblo. Gracias al acercamiento de los investigadores con la comunidad, se evidenciaron diferentes aspectos culturales en los que la comunidad Myska utiliza las matemáticas en algunas actividades, entre los que se encontraron: medir el tiempo, localización, diseño de mantas, collares, fajas (chircates, chumbes o inzhona), juegos, entre otros. El autor pretendía generar una reflexión acerca de la importancia de enseñar sobre las culturas, ya que en muchas ocasiones los estudiantes no conocen sobre su origen, su identidad y su historia. El autor concluye que en el aula de clase se enseña matemática desde los algoritmos y no desde la utilidad y propone usar conocimientos culturales en las aulas de clase.

A nivel internacional, varios investigadores se han ocupado de la etnomatemática; Palmer (2007) en su tesis doctoral hace énfasis en la ornamentación arquitectónica toraja, única en Indonesia, en este caso en la isla Sulawesi, la cual representa concepciones tanto cósmicas como relacionadas con rangos sociales, veneración ancestral y relaciones familiares que tienen una vinculación simbólica arraigada, que presentan características espaciales y formas talladas; Lo anterior abre la posibilidad de la existencia de matemáticas en esta comunidad gracias a las habilidades geométricas en los grabados toraja de las fachadas de casas y graneros tradicionales, generando varios interrogantes, entre los cuales se pueden mencionar: ¿Qué implica identificar matemáticas en una práctica?, ¿Qué es una práctica matemática? Y a partir de estas ¿Qué implicaciones surgen para la educación matemática?; mediante una metodología de observación basada en interpretación matemática situada (IMS) la cual se fundamenta a través de tres pilares: Obra-acabada o producto donde se visualizan la situación problema que conlleva un análisis desde la ubicación hasta los conceptos geométricos, de esta se derivó la interpretación geométrica euclidiana de los grabados, isométrica y reticular de los diseños y arquimediana; obra en curso o proceso de elaboración donde se observa el desarrollo del diseño para así describir, interpretar y documentar la actividad matemática usada y la obra explicada o propósito y explicaciones de los artesanos en el que surgen las formas de interpretación con el uso de notas, audio y videos que reflejan de manera sustancial las opiniones. Entre los principales instrumentos que acompañaron y sustentaron la investigación fueron fotografías y filmaciones audiovisuales.

En torno a la investigación se descubrieron varios sistemas utilizados para hacer cálculos matemático, esto aportó a los procesos de diseño y construcción, bajo el dibujo técnico con procedimientos tales como el método Kira-kira, usado para dividir un segmento en partes iguales, usaban una metodología mixta que combinaba conceptos y procedimientos imprecisos basados en la estimación visual con otros más rigurosos relacionados con técnicas geométricas, entre otras, que posteriormente se recolectaron individualmente como muestra de cada artesano, se resalta que estas técnicas no se aprenden en la escuela sino que se desarrollan de forma empírica y contribuyen al aumento de la capacidad visual humana. Además, entre las herramientas fundamentales usadas se destacan el lápiz, listón de bambú, compás metálico de dos agujas y de bambú, gubia, maza y navaja. Por otro lado, la interpretación geométrica más consistente de los grabados toraja atiende a tres aspectos cruciales, que son: El contexto y sus características, los elementos usados en la elaboración, acatando su particularidad en comparación con las herramientas utilizadas comúnmente y la interpretación.

En (Herrera, 2021) se describe el trabajo realizado con los estudiantes de la Institución Educativa Indígena N° 8 Ruritana, y con algunos miembros de la comunidad en el departamento de La Guajira, en la cual se usó el "Juego Ancestral WAYUU AINAWA SHÜKA YO SHUSHULA". Un ambiente de aprendizaje sobre "pensamiento matemático propio", vigorizando usos y costumbres de la etnia; el objetivo era analizar los usos o incidencias matemáticas dentro del juego ancestral, también llamado del cardón, así como obtener conocimiento sobre el origen y el proceso de esta actividad.

El autor clasifica el uso transversal del juego, en primer lugar, en la convivencia, ya que fue creado como acto disciplinar para los niños Wayuu; como enseñanza del cuidado del medio ambiente, debido a que los niños de esta comunidad tienen presente que deben cuidar el cardón, sino quedarán sin juego; como medio de transmisión de saberes, ya que el cardón está presente en los techos, cocinas y en general en el territorio, por lo que es para la misma comunidad; y como entretenimiento y recreación, puesto que es la distracción de los niños mientras hacen sus actividades diarias como el pastoreo.

Objetivos:

General

Analizar el pensamiento matemático involucrado en actividades propias de la cultura como componente de la identidad en comunidades boyacenses.

Específicos

Determinar las actividades propias de algunas culturas boyacenses para caracterizar el pensamiento matemático involucrado en la cultura popular de Boyacá.
Seguir el vestigio de criterios matemáticos en elementos reveladores ancestrales encontrados en las propias comunidades o existentes en los museos regionales.
Diseñar actividades de aula para el aprendizaje de las matemáticas que involucren las tradiciones ancestrales para rescatar elementos característicos de los pueblos frente al pensamiento matemático.

Método -Metodología -Participantes

En la primera etapa de la investigación se realizó un diseño etnográfico, mediante el cual se caracterizó el entorno social. Para ello se realizaron entrevistas semiestructuradas, trabajo de campo, participación en festivales gastronómicos, encuentros de destreza artesanal y de hilanderas en los lugares donde se tenían maestros en formación.

La segunda etapa de la investigación se realiza bajo un enfoque cualitativo y naturalista (Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. Editorial McGraw Hill, en la cual se realiza un análisis de las actividades de aula abordadas; así mismo, se cuenta con las opiniones de los profesores y los estudiantes.

Resultados y discusión

Esta investigación sobre el pensamiento matemático presente en las prácticas culturales de grupos sociales y la incidencia de éstas en las aulas de clase facilitan el reconocimiento de la diversidad cultural. Desde esta perspectiva y teniendo en cuenta la diversidad cultural y las actividades de artesanía, tejidos y demás desarrollados en Boyacá, se considera relevante no solo para la licenciatura en matemáticas, sino para las mismas comunidades, pues se evidencia que el pensamiento matemático hace parte de la identidad del pueblo, dado que se llevan a cabo actividades de aula que asocian las raíces y la cultura de nuestro departamento.

Es viable trabajar actividades que integran la matemática y su entorno, mostrando a los estudiantes cómo las matemáticas se aplican en situaciones prácticas y reales. Además, puede fomentar habilidades críticas y un entendimiento más profundo del impacto de las matemáticas en el mundo que los rodea.

Referencias

Albertí, M. (2007). Interpretación matemática situada de una práctica artesanal [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona]. zttps://tdx.cat/bitstream/handle/10803/4712/map1de1.pdf?sequence=1

Bishop, A. (1988). Aspectos sociales y culturales de la educación matemática. Enseñanza de las Ciencias, 6 (2), 121-125. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51076/92745

Bishop, A. (1999). Enculturación matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural. Paidós.

Blanco , H. (2006). La Etnomatemática en Colombia: un programa en construcción . BOLEMA: Boletim de Educação Matemática, 19 (26), 1-19. https://www.redalyc.org/pdf/2912/291221866004.pdf

Blanco, H., Higuita, C., y Oliveras, M. (2014). Una mirada a la Etnomatemática y la educación matemática en Colombia: caminos recorridos. RLE: Revista Latinoamericana.

Castiblanco, D., Montaño, J., y Velásquez, N. (18 de Abril de 2022). Estrategia Etnomatemática: educar desde el saber ancestral [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/44080/2022DianaCastiblanco.pdf?sequence=6

Consumo sostenible y uso responsable de recursos: estudio en la comunidad académica de la universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, facultad seccional Duitama

Nombre del Autor(es)
Cesar Augusto Figueredo Garzón
Flor Marlén Ávila Guerrero
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa: Administración Industrial
Grupo de Investigación: GRINDEP
Código SGI proyecto: 3601
Correo electrónico:
cesar.figueredo@uptc.edu.co
flormarlen.avila@uptc.edu.co

Resumen

Este estudio se centra en evaluar los patrones de consumo sostenible y el uso responsable de recursos dentro de la comunidad académica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) en Duitama. El objetivo principal fue identificar comportamientos clave relacionados con el consumo responsable en dos grandes categorías: alimentos y productos sostenibles, y el uso responsable de recursos.

La investigación se llevó a cabo bajo una metodología descriptiva-correlacional con un enfoque mixto. Para la recolección de datos, se utilizó una encuesta aplicada a una muestra de estudiantes, docentes y administrativos de la UPTC. Las variables medidas incluyeron el consumo ético, social y ecológico, además de factores demográficos como género, nivel educativo y estatus socioeconómico. El análisis de los resultados se llevó a cabo mediante el uso de métodos estadísticos que permitieron examinar las relaciones entre estas variables.

Los hallazgos principales indican que, si bien la comunidad académica muestra una conciencia creciente sobre la importancia de la sostenibilidad, existen barreras significativas, principalmente económicas y de acceso a productos sostenibles, que impiden una adopción más amplia de comportamientos completamente responsables.

Se observó una tendencia moderada hacia el consumo de productos locales y amigables con el medio ambiente, aunque persisten importantes brechas en cuanto a prácticas de ahorro de recursos, como la conservación de agua y la eficiencia energética.

A partir de estos resultados, se proponen tres intervenciones para fomentar un uso más responsable de los recursos por parte de la comunidad académica de la UPTC. Estas propuestas son: (a) la implementación de campañas educativas que sensibilicen a la comunidad sobre el consumo sostenible y la gestión de recursos, (b) la instalación de un sistema de recolección de agua lluvia que permita reutilizar el recurso hídrico en diversas áreas del campus, y (c) la promoción del uso de transporte sostenible mediante la mejora de la infraestructura para bicicletas y caminos peatonales en la universidad.

Se concluye que existe la necesidad de continuar con dinámicas tanto educativas como de infraestructura para fomentar una cultura de sostenibilidad, puesto que se busca que las intervenciones aumenten la sensibilización y accesibilidad a alternativas sostenibles, las cuales pueden ser visibles a través de comportamientos más responsables en cuanto al uso de los recursos naturales. Con lo anterior, se espera que la UPTC fortalezca sus acciones hacia el cumplimiento de metas en sostenibilidad, contribuyendo a un entorno académico más consciente, con un impacto positivo en el ambiente.

Palabras clave: Desarrollo sostenible, recursos alimentarios, medio ambiente, educación.

Problema de investigación

El consumo sostenible y la responsabilidad en el uso de recursos son aspectos fundamentales para mitigar los efectos negativos de la sobreexplotación ambiental. En este contexto, la comunidad académica, como generadora de conocimiento y promotora de cambios sociales, debería ser un ejemplo en la adopción de prácticas responsables. Sin embargo, existe una brecha entre la conciencia sobre sostenibilidad y la implementación de acciones concretas que promuevan el uso racional de los recursos. A pesar de que los estudiantes y docentes de la UPTC-Duitama tienen acceso a información relevante sobre la importancia del consumo sostenible, no se ha caracterizado en profundidad cómo estas prácticas se reflejan en sus comportamientos diarios. La falta de estudios específicos sobre este tema impide comprender de manera precisa las acciones que la comunidad académica lleva a cabo para mitigar su impacto ambiental y el uso eficiente de los recursos. Dado que el comportamiento responsable con los recursos y el consumo ético son aspectos clave en la actualidad, es necesario investigar más a fondo cómo se manifiestan estas prácticas en la comunidad académica de la UPTC-Duitama.

No se ha explorado adecuadamente cómo la población universitaria aborda aspectos como la reducción del consumo de productos no sostenibles, el uso eficiente de recursos naturales o la disposición a consumir productos que respeten el medio ambiente. Por lo tanto, la pregunta de investigación que guio el estudio fue: ¿Cómo se caracteriza el consumo sostenible y el uso responsable de recursos en la comunidad académica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Duitama? Este análisis permitió identificar barreras y mecanismos que favorecen un comportamiento más responsable, así como la propuesta de estrategias de intervención que promuevan hábitos de consumo sostenibles en la comunidad estudiada.

Marco teórico

El concepto de consumo socialmente responsable (CSR) abarca preocupaciones medioambientales y sociales que influyen en los comportamientos de compra, que involucra comportamientos motivados por la protección del medio ambiente y el bienestar de la sociedad (Antil, 1984).

El CSR se refiere a la toma de decisiones de consumo que tienen en cuenta el impacto sobre el entorno y el bienestar social, como lo señala Roberts (1993). En este sentido, el consumidor no solo satisface sus necesidades individuales, sino que también utiliza su poder adquisitivo como una herramienta de cambio social. Roberts (1995) amplía este enfoque al señalar que el consumidor socialmente responsable toma decisiones que buscan minimizar los efectos negativos y maximizar los beneficios sociales a largo plazo.

Con el auge del consumo ético en el siglo XXI, investigaciones como la de Mohr et al. (2001) señalan que los consumidores están cada vez más interesados en reducir los impactos dañinos de sus decisiones de consumo. No obstante, el comportamiento ético y responsable de los consumidores sigue enfrentando desafíos, como lo indican Carrigan y Attalla (2001), quienes resaltan que, a pesar del aumento en la conciencia ética, esta no siempre se traduce en acciones de compra que favorezcan a las empresas éticas.

Objetivos:

General

Caracterizar el consumo sostenible y el uso responsable de recursos en la comunidad académica de la UPTC-Duitama.

Específicos

- Diagnosticar hábitos y comportamientos de consumo sostenible y uso responsable de recursos en la comunidad académica de la UPTC-Duitama.

- Evaluar la relación entre el consumo sostenible y el uso responsable de recursos en la comunidad académica de la UPTC-Duitama.
- Proponer estrategias de intervención para fomentar un consumo socialmente responsable, basadas en los resultados del análisis.

Método -Metodología -Participantes

La presente investigación tiene un enfoque mixto, utilizando tanto métodos cuantitativos como cualitativos para comprender y caracterizar el consumo sostenible y el uso responsable de los recursos en la comunidad académica de la UPTC-Duitama. Este enfoque permite integrar la fortaleza de ambos métodos, maximizando la riqueza de la información y minimizando sus debilidades (Guelmes & Nieto, 2015).
El diseño de la investigación es no experimental, de corte transversal y descriptivo correlacional, lo cual facilita la descripción y relación de las variables que intervienen en el consumo socialmente responsable de la comunidad académica. Según Guevara et al. (2020), este tipo de investigación permite realizar una reseña de los componentes principales de una realidad, y en este caso, el objetivo es diagnosticar y medir las variables que influyen en el consumo ético, social y ecológico de la población en estudio.

La muestra utilizada es no probabilística por conveniencia, debido a la accesibilidad de los sujetos de estudio. Se seleccionaron participantes de la comunidad académica de la UPTC-Duitama como estudiantes, docentes y administrativos. La recolección de datos se llevó a cabo a través de un cuestionario con escala de Likert (1 a 5) que indagó sobre el consumo sostenible y el uso responsable de los recursos desde las dimensiones éticas, sociales y ecológicas.

El análisis de los datos se realizó mediante técnicas estadísticas multivariables para identificar relaciones significativas entre las variables de estudio. Se emplearon herramientas de análisis documental y estadístico para procesar los datos recopilados, utilizando gráficos y tablas que permitan visualizar comportamientos de la población investigada. Esto permitió diagnosticar los patrones de consumo y plantear recomendaciones para mejorar las prácticas de consumo socialmente responsable dentro de la comunidad académica.

Resultados y discusión

El análisis de los resultados obtenidos en las dos categorías evaluadas, "Consumo de Alimentos y Productos Sostenibles" y "Uso Responsable de Recursos", revela patrones de prácticas de sostenibilidad en la comunidad académica de la UPTC-Duitama, como se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1

Resultados categorías Consumo de Alimentos y Productos Sostenibles y Uso Responsable de Recursos

Categoría	Parámetro	Siempre	Casi Siempre	A Veces	Casi Nunca	Nunca
Consumo de Alimentos y Productos Sostenibles	Disposición a pagar más por productos ecológicos y orgánicos.	3%	15%	48%	26%	8%
	Disposición a reducir el consumo de productos con impacto negativo en el medio ambiente (ej. carne roja).	15%	18%	36%	19%	13%
	Preferencia por productos locales para reducir huella ecológica del transporte.	14%	25%	34%	20%	7%
	Frecuencia de compra de productos orgánicos y eco-amigables.	8%	20%	44%	19%	9%
	Preferencia por envases biodegradables o convencionales.					
Uso Responsable de Recursos	Frecuencia de uso eficiente de recursos (papel, agua y electricidad).	8%	26%	33%	21%	12%
	Compra de productos y electrodomésticos de bajo consumo energético.	10%	28%	35%	17%	10%
	Disposición a Reutilizar agua en tareas domésticas.	11%	21%	36%	23%	9%
	Uso de transporte no motorizado (bicicleta, caminar).	13%	22%	32%	17%	16%

Nota: Resultado generados de la aplicación de encuesta a la comunidad académica de la UPTC Duitama.

En cuanto al "Consumo de Alimentos y Productos Sostenibles", se observa que la disposición de los encuestados a pagar más por productos ecológicos y orgánicos es moderada, con un 48% de respuestas indicando que "a veces" estarían dispuestos a hacerlo, reflejando una inclinación hacia el consumo sostenible, pero también señalando limitaciones económicas. Igualmente, un 36% está dispuesto a reducir el consumo de productos con un alto impacto ambiental, como la carne roja, lo que sugiere un creciente nivel de conciencia ambiental.

Sin embargo, factores como el costo y la falta de accesibilidad siguen representando barreras. La preferencia por productos locales también destaca, con un 39% de encuestados "casi siempre" o "siempre" eligiéndolos para reducir la huella ecológica del transporte, lo que indica un compromiso más pronunciado con esta práctica.

Por otra parte, la categoría "Uso Responsable de Recursos" muestra una tendencia moderada hacia la adopción de prácticas sostenibles en el uso de recursos como agua y energía. El 33% de los encuestados utiliza "a veces" ambas caras del papel, y el 35% compra productos con bajo consumo energético, lo que refleja una preocupación por la eficiencia, aunque todavía con margen de mejora. De manera similar, la disposición a reutilizar agua en tareas domésticas se mantiene en un 36%, lo que muestra una inclinación hacia el uso consciente de los recursos. En cuanto al transporte, un 32% de los encuestados se desplaza "a veces" en bicicleta o caminando, demostrando una disposición moderada hacia formas de movilidad más sostenibles. Estos resultados sugieren que, aunque la conciencia sobre la importancia del uso responsable de los recursos está en crecimiento, aún existen barreras que impiden una adopción más generalizada de estas prácticas.

En conjunto, los datos reflejan un comportamiento medio en términos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en la comunidad académica de la UPTC-Duitama, con ciertas áreas que muestran potencial de mejora, especialmente en el acceso y promoción de productos ecológicos y en la adopción de prácticas más sostenibles en el día a día.

Propuestas de intervención para fomentar el consumo sostenible y el uso responsable de recursos:

a. Campañas de educación y sensibilización sobre consumo sostenible: Se propone la implementación de campañas educativas dentro de la comunidad académica, centradas en el impacto del consumo responsable de recursos como agua, energía y materiales. Estas campañas incluirían talleres, charlas y actividades prácticas para concienciar a estudiantes y personal sobre la reducción del uso de papel, el ahorro energético y la gestión responsable de residuos. Además, se ofrecerán incentivos para promover la adopción de hábitos sostenibles, como el uso de ambas caras del papel y la disminución del consumo de productos con altos impactos ambientales.

b. Creación de un sistema de recolección y reutilización de agua: Se propone la instalación de un sistema piloto de captación y reutilización de agua pluvial en diversas áreas de la UPTC-Duitama. Este sistema incluye la recolección de agua para su utilización en sanitarios y actividades de riego. De tal manera que se genere conciencia sobre la reutilización del agua.

c. Promoción del transporte sostenible: Fomentar la utilización de medios de transporte sostenibles, como la bicicleta o caminar, crear zonas exclusivas para bicicletas, mejoramiento de la infraestructura peatonal e implementación de campañas que promuevan la movilidad activa. Se propone que se evalúe el ofrecimiento de incentivos para quienes adopten el uso de transporte público o que compartan vehículos, con el fin de reducir la huella de carbono de la comunidad universitaria.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se evidenció en el diagnóstico y caracterización del consumo responsable en la comunidad, así como en la identificación de las áreas con mayor potencial de mejora. Las prácticas actuales, aunque moderadas, señalan una oportunidad para fortalecer la cultura de sostenibilidad dentro de la UPTC mediante intervenciones dirigidas a mejorar la accesibilidad a productos sostenibles y la implementación de tecnologías y prácticas responsables en el campus.

Finalmente, la implementación de las propuestas de intervención contribuirá a mejorar el comportamiento sostenible en el uso de recursos, incentivando a la comunidad académica a adoptar prácticas más eficientes y responsables. Esto, a su vez, reforzará el compromiso institucional con la sostenibilidad, alineando las acciones de la comunidad con los objetivos globales de protección ambiental y uso responsable de los recursos.

Conclusiones

A pesar del creciente interés por el consumo sostenible en la comunidad académica de la UPTC-Duitama, aún existe una brecha entre el conocimiento y la adopción de acciones concretas. De esta manera, se identifican factores como las barreras económicas y la falta de acceso a productos más sostenibles que dificultan la implementación de comportamientos responsables en el uso de los recursos.

Según los resultados obtenidos, la comunidad académica de la UPTC-Duitama muestra una conciencia creciente en cuanto a la adopción de prácticas sostenibles, particularmente lo que tiene que ver con el consumo de productos locales y la reducción del uso de recursos como el agua y la energía.

Es necesario poner en marcha estrategias como campañas educativas, sistemas de reutilización de recursos y la promoción del transporte sostenible, dado que serán expresiones que evidenciarán a través del tiempo la adopción de comportamientos más responsables, articulados con los objetivos de desarrollo sostenible.

Referencias

Antil, J. H. (1984). Socially responsible consumer behavior: An exploratory study. Journal of Macromarketing, 4(2), 18-39.

Carrigan, M., & Attalla, A. (2001). The myth of the ethical consumer–do ethics matter in purchase behaviour?. Journal of Consumer Marketing, 18(7), 560-578.

Guevara, J., Rodríguez, A., & Sánchez, F. (2020). La investigación correlacional en estudios sociales. Editorial Ciencias Sociales.

Guelmes, R., & Nieto, M. (2015). Metodología mixta en la investigación social: Una guía práctica. Ediciones Universitarias.

Mohr, L. A., Webb, D. J., & Harris, K. E. (2001). Do consumers expect companies to be socially responsible? The impact of corporate social responsibility on buying behavior. Journal of Consumer Affairs, 35(1), 45-72.

Roberts, J. A. (1993). Sex differences in socially responsible consumers' behavior. Psychological Reports, 73(1), 139-148.

Gestión de investigación aplicada como aporte a la electromovilidad y la transición energética regional

Nombre del Autor(es)
Juan Sebastian Berdugo Rodriguez
Antony Torres Galindo
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa: Ingeniería Electromecánica
Grupo de Investigación: GridsE
Código SGI proyecto: 3817
Correo electrónico:
cjuan.berdugo02@uptc.edu.co
Antony.torres@uptc.edu.co
Entidad financiera: Cámara de Comercio de Duitama - Laboratorio de Ensayos Electromecánicos

Resumen

La movilidad eléctrica busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para combatir el cambio climático. Aunque Colombia contribuye solo con el 0.46% de las emisiones globales, se ha comprometido a reducirlas en un 20%. El país es vulnerable al cambio climático, lo que puede afectar su PIB y aumentar la temperatura en 2.14°C para 2100. Ante el alto costo de los vehículos eléctricos, motocicletas, bicicletas y patinetas eléctricas son opciones populares, aunque la falta de talleres especializados es un problema. El proyecto de la UPTC y la Cámara de Comercio de Duitama capacitará personal para el mantenimiento de estos vehículos, utilizando talleres y equipos especializados, y se ampliará en el futuro para incluir vehículos híbridos y eléctricos.

Palabras clave: Electromovilidad, motocicleta eléctrica, movilidad eléctrica, transición energética

Problema de Investigación

El problema central de esta investigación es determinar la estrategia pedagógica adecuada para formar talento humano capaz de realizar el mantenimiento y reparación de motores eléctricos de patinetas y motocicletas. Las preguntas claves son: ¿Qué estrategia formativa es la más efectiva? ¿Cómo contribuye este proceso al medio ambiente? ¿Puede motivar la creación de talleres especializados? ¿Aumenta el uso de estos vehículos? ¿Aporta a la transición energética del país?

Marco teórico

Las motocicletas eléctricas están ganando popularidad en Colombia, pero existe un gran desconocimiento sobre el diagnóstico adecuado de fallas, lo que complica brindar soluciones efectivas a los usuarios. Aunque se dispone de mucha información sobre movilidad eléctrica desde diversas perspectivas económicas, de ingeniería y políticas públicas (Cristian & Angelica, 2020), no se abordan de manera específica las fallas que pueden presentar estos vehículos. Este trabajo busca ser una referencia para usuarios que deseen identificar y resolver problemas comunes. A nivel global, se proyecta que para 2040 los vehículos eléctricos superarán a los medios de transporte tradicionales (Enel-Codensa, 2022). En Colombia, este crecimiento también es evidente. Según Oliverio García, presidente de Andemos, el país es el segundo mayor mercado de vehículos eléctricos en América Latina, solo después de Brasil, gracias a las políticas del Ministerio de Ambiente y el Ministerio de Minas y Energía que han incentivado su compra (INNOVA Research Journal, 2017). En 2021, se vendieron 2.681 motocicletas eléctricas, lo que representa un aumento del 23.9% en comparación con el año anterior (Rojas, 2020).

A pesar del crecimiento en ventas, hay una falta de soporte postventa adecuado por parte de los vendedores e importadores, que priorizan las ganancias económicas sobre el servicio al cliente. La mayoría de las motocicletas eléctricas vendidas en Colombia son scooters, populares entre jóvenes y mujeres en áreas urbanas. Sin embargo, no se ha desarrollado una infraestructura de mantenimiento adecuada, lo que deja a los usuarios sin el respaldo necesario cuando enfrentan fallas.

Objetivos

General

Desarrollar procesos de transferencia de conocimiento para identificar fallas en patinetas y motocicletas eléctricas, contribuyendo a la movilidad eléctrica y la transición energética en el país, así como acompañar la integración de talleres especializados en la región.

Específicos

- Diagnosticar y desarrollar procesos de formación en electromovilidad aplicada al talento humano del clúster metalmecánico, carrocero y autopartista de Boyacá, y estudiantes de la UPTC.
- Diseñar microcurrículos de formación técnica en electromovilidad, adaptados a las necesidades de la industria regional.
- Aplicar procesos formativos y evaluar su impacto para motivar la creación de talleres especializados en la reparación de patinetas y motocicletas eléctricas.

Método -Metodología -Participantes

El proyecto utilizará un enfoque de investigación mixta, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. El enfoque cuantitativo medirá los conocimientos de los participantes antes y después de la formación para evaluar el impacto de la estrategia pedagógica. El enfoque cualitativo permitirá ajustar la estrategia durante el proceso de formación, basado en observaciones de campo. Este estudio sigue el modelo de Investigación Acción Participativa (IAP), involucrando activamente a los investigadores y a la población objetivo en el desarrollo del proyecto.

Resultados y discusión

El proyecto capacitará a estudiantes de Ingeniería Electromecánica y empresas del clúster metalmecánico en el mantenimiento y reparación de patinetas y motocicletas eléctricas, cubriendo principios de funcionamiento, ensamblaje y fallas. Esta formación servirá como base para el mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos, y permitirá la creación de talleres especializados con apoyo de la Cámara de Comercio de Duitama. El proyecto incentivará la compra de vehículos eléctricos, reducirá la contaminación y mejorará la calidad de vida, alineándose con las políticas de desarrollo de la UPTC y contribuyendo a la transición energética del país.

Referencias

Cristian, A. N., & Angelica, M.N. (2020). Proceso de decisión de compra de vehículos eléctricos en Bogotá (Colombia). Pensamiento & Gestión, (49), https://www.redalyc.org/journal/646/64669289010/64669289010.pdf

Enel-Codensa, E. (2022). Movilidad eléctrica. https://www.enelx.com/co/ es/movilidad-eléctrica

INNOVA Research Journal (2017). Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales study of polluting emissions using local fuels. Revista mensual de la UIDE extensión Guayaquil, 2(23), 23-34.

Rojas, N. (2020). Vehículos eléctricos, un camino hacia la movilidad sostenible. Expresiones, Revista Estudiantil de Investigación, 7(14), 6-26.

Design Thinking como estrategia de innovación social para fortalecer la asociatividad, cohesión, permanencia y seguimiento a los proyectos productivos de organizaciones lideradas por mujeres. Caso de estudio: organización Red Mujer Emprende.

Nombre del Autor(es)
Edluar Iván Cerinza Ramírez
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa: Diseño industrial
Grupo de Investigación: Taller 11
Código SGI proyecto: 3653
Correo electrónico:
Edluar.cerinza@uptc.edu.co,

Resumen

El presente artículo tiene como propósito difundir y explorar el uso del Design Thinking como estrategia de innovación social para fortalecer la asociatividad y cohesión de las mujeres rurales involucradas en la organización Red Mujer Emprende. A través de esta investigación, se busca abordar los desafíos que enfrentan estas mujeres, tales como la falta de participación activa y el seguimiento efectivo de sus proyectos productivos, que impactan negativamente en su continuidad y éxito. Al difundir y explorar el Design Thinking, se espera promover un enfoque innovador y participativo para fomentar el empoderamiento y la transformación social en este contexto. La metodología adoptada es la Investigación-Acción-Participativa (IAP), que permite involucrar a la comunidad en la identificación y resolución de problemas. El estudio se estructura en cinco fases:

Exploración: Se identifica el grupo de mujeres que forman parte de Red Mujer Emprende, utilizando herramientas para seleccionar a las participantes y fundamentar las dinámicas de la red; Diseño y desarrollo: Se elabora un plan piloto basado en los hallazgos de la fase anterior, incluyendo la preparación de recursos interactivos; Implementación: Se aplica la metodología de Design Thinking para mujeres rurales, proporcionando capacitación y apoyo a las mujeres, y promoviendo un ambiente colaborativo y de aprendizaje; Evaluación: Se recopilan datos para medir el impacto

del Design Thinking en la cohesión y asociatividad, utilizando instrumentos que evalúan la percepción de las participantes y el progreso de los proyectos y el desarrollo óptimo por medio de las videocápsulas; y Conclusiones, análisis y discusión.

Este proyecto demuestra que el Design Thinking, combinado con la metodología IAP, es una herramienta efectiva para abordar los desafíos que enfrentan las mujeres rurales en Red Mujer Emprende. Los hallazgos sugieren que esta estrategia no solo mejora la cohesión y asociatividad, sino que también empodera a las mujeres al convertirlas en agentes activos de cambio en sus comunidades. Las recomendaciones incluyen la replicación de este modelo en otras redes y asociaciones de mujeres, así como la necesidad de continuar evaluando su impacto a largo plazo. El proyecto no solo busca solucionar problemas específicos, sino también servir como un modelo de innovación social que promueva la sostenibilidad y el empoderamiento de las mujeres rurales en contextos similares.

Palabras clave: Design Thinking, innovación social, mujer rural, asociatividad.

Problema de investigación

En el contexto de la red de mujeres rurales, específicamente en Red Mujer Emprende, se enfrenta un desafío significativo relacionado con la falta de participación activa y permanencia de las mujeres en la red, así como la carencia de cohesión, seguimiento y asociatividad efectiva entre las participantes. A pesar del compromiso inicial al asociarse, muchas mujeres rurales encuentran obstáculos para mantener su participación constante en las actividades de la red. Esto conlleva la pérdida de sentido de pertenencia y una dificultad en el seguimiento efectivo de los proyectos productivos. El problema o dificultad que enfrentan las mujeres rurales participantes en Red Mujer Emprende no solo es una dificultad, sino también una oportunidad para validar la adaptación de la metodología en el marco del proyecto con código SGI 2837. Esta adaptación busca abordar los desafíos de la red de mujeres rurales, centrándose en aspectos clave como la cohesión, el seguimiento y la asociatividad. A través de un proceso participativo y una estrecha colaboración con las participantes, se buscará validar y ajustar esta propuesta para que se convierta en una herramienta efectiva para fortalecer la red y empoderar a las mujeres rurales.

La resolución de este problema no solo impactará positivamente en la red de mujeres rurales, sino que también demostrará cómo la innovación y la apropiación social del conocimiento pueden ser impulsores fundamentales del progreso en las comunidades locales.

La adaptación de la metodología en este proyecto representa un camino hacia una mayor participación, cohesión y éxito en los emprendimientos liderados por mujeres en entornos rurales. Considerando este desafío, la disciplina del diseño, como una profesión creativa y catalizadora del progreso, ha estado comprometida en la creación y difusión de soluciones innovadoras para las comunidades locales. En este sentido, ha adoptado enfoques como la innovación social y la innovación dirigida por el diseño, el diseño centrado en las personas o en los usuarios.

Marco Teórico

La innovación social se refiere a la creación de nuevas soluciones para enfrentar desafíos sociales complejos, generando un impacto positivo en las comunidades. Para este caso, se entiende como un proceso que busca transformar las estructuras existentes para mejorar la calidad de vida de los individuos, especialmente en entornos rurales donde las brechas de acceso a recursos y oportunidades son más pronunciadas. En particular, la asociatividad, que implica la cooperación entre personas para lograr objetivos compartidos, se convierte en una herramienta clave para fortalecer el desarrollo de comunidades que dependen del trabajo colaborativo para generar cambios sostenibles.

Las organizaciones comunitarias lideradas por mujeres rurales, como Red Mujer Emprende, buscan fomentar el trabajo conjunto a través de la asociatividad, promoviendo redes de apoyo que permiten superar barreras estructurales. En estos entornos, la cohesión entre las mujeres es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los proyectos productivos, al tiempo que se fortalece su capacidad de gestión y toma de decisiones en beneficio de sus comunidades.

El Design Thinking es una metodología centrada en las personas que busca resolver problemas complejos mediante un enfoque iterativo y colaborativo. Su aplicación en el ámbito de la innovación social ha demostrado ser particularmente efectiva, ya que promueve un proceso creativo en el que las personas involucradas participan activamente en la definición de los problemas y en la creación de soluciones.

En el caso de las organizaciones lideradas por mujeres rurales, el Design Thinking no solo ofrece una metodología para abordar los desafíos que enfrentan en sus proyectos productivos, sino que también les brinda una plataforma para el empoderamiento. A través de este enfoque, las mujeres participan activamente en la co-creación de soluciones innovadoras que responden a sus necesidades específicas, lo que fortalece su capacidad para enfrentar problemas como la falta de seguimiento efectivo y la baja participación.

Objetivos:

General

Establecer la favorabilidad del Design Thinking, como estrategia de innovación social para fortalecer la asociatividad, cohesión, permanencia y seguimiento a los proyectos productivos de organizaciones lideradas por mujeres. Caso de estudio: organización Red Mujer Emprende

Específicos

- Identificar la estructura y el funcionamiento de la red de mujeres a través de las labores de la organización que ejercen las mujeres rurales participantes.
- Establecer las estrategias del Design Thinking con el fin de relacionar los conceptos de asociatividad, cohesión y permanencia de las mujeres en la red y evidenciar el seguimiento de los proyectos productivos.
- Validar la metodología del Design Thinking al trabajar con mujeres rurales por medio de la innovación social en la asociatividad, cohesión y permanencia en la red.
- Evaluar la percepción construida de las participantes sobre la relación entre el Design Thinking y la innovación social.

Método -Metodología -Participantes

Investigación-Acción-Participativa es la metodología central en este proyecto; se presenta como una práctica social para generar conocimiento involucrando a la comunidad en la comprensión y resolución de sus problemas, con el objetivo de lograr un cambio social. Esta metodología se concibe como una estrategia de investigación que se enfoca en encontrar soluciones concretas a los diversos desafíos que enfrentan las comunidades. Su proceso se caracteriza por ciclos de identificación de problemas, recopilación sistemática de datos, reflexión sobre las experiencias, análisis de los datos, implementación de acciones concretas basadas en los datos obtenidos y evaluación de dichas acciones. La combinación de "investigación" y "acción" resalta la esencia de este método, que busca implementar soluciones desarrolladas con la participación activa de la comunidad. En última instancia, su objetivo principal es ampliar de manera activa el conocimiento y encontrar soluciones a los problemas que enfrentan las comunidades.

Fase 1: Exploración

En la primera fase de este proyecto, se establece el grupo para identificación de las características; para esto se utilizarán herramientas para identificar y seleccionar a las mujeres que forman parte de Red Mujer Emprende y que participarán en el proyecto de investigación. Además, se llevará a cabo la fundamentación de las

dinámicas y la estructura de la red a la que pertenecen estas mujeres por medio de la identificación de sus labores y participación.

Fase 2: Diseño y desarrollo de la experiencia
Comprenderá el diseño y desarrollo de la experiencia para la selección de fases, utilizando los hallazgos de la fase anterior para diseñar un plan piloto de implementación de Design Thinking. Este desarrollo se basará en la obra interactiva producto del proyecto SGI 2837 y se realiza la preparación de recursos, incluyendo capacitación y apoyo, para posteriormente llevar a cabo la implementación de la experiencia en la Red Mujer Emprende.

Fase 3: Implementación de la experiencia
La tercera etapa implica la aplicación de la metodología del Design Thinking por medio de la implementación de la experiencia desarrollada. Se proporcionará capacitación y apoyo a través de recursos, con el objetivo de guiar a las mujeres rurales en su participación en el proyecto. Se promoverá un ambiente de aprendizaje en línea interactivo y colaborativo; acá se pretende, a través de la implementación del plan piloto, relacionar los conceptos de cohesión y asociatividad para el seguimiento de las actividades o labores de las mujeres.

Fase 4: Evaluación del plan piloto y análisis de resultados
En esta fase, se emplearán herramientas para recopilar datos y evaluar el impacto positivo de la experiencia en la asociatividad, cohesión y seguimiento de la red. Esto se llevará a cabo mediante la utilización de instrumentos que medirán tanto el impacto del Design Thinking como estrategia de la innovación social y la apropiación y empoderamiento de las mujeres participantes, como la percepción de las mujeres que participan en el proyecto. Estos datos se utilizarán para informar sobre el progreso y realizar ajustes si es necesario.

Fase 5: Conclusiones, análisis y discusión
Comprende la etapa final del proyecto en el que se incluyen los resultados de la investigación en términos de estrategia de innovación social, se realizan recomendaciones y abre puertas a posibles validaciones futuras con respecto a los resultados obtenidos y a la metodología planteada para otras redes o asociaciones de mujeres o, por qué no, de personas con necesidades similares, fomentando de esta manera la participación de la población en discusión.

Resultados y discusión

Aunque la investigación aún se encuentra en curso, los avances preliminares han permitido identificar impactos positivos en las mujeres rurales participantes de Red Mujer Emprende.

Las actividades implementadas hasta el momento, basadas en la metodología de Design Thinking, han contribuido significativamente al reconocimiento y empoderamiento de las mujeres, quienes han mostrado una mayor confianza en sus capacidades y una participación activa en los procesos de toma de decisiones dentro de la organización.

Las participantes no solo han recibido de buena manera los conceptos presentados, sino que también han aplicado las herramientas de forma práctica en sus proyectos productivos. Esto ha facilitado la incorporación de nuevas dinámicas colaborativas que fortalecen la cohesión dentro del grupo, promoviendo un ambiente de aprendizaje y cooperación mutua.

Si bien los resultados finales están aún por evaluarse, los indicios actuales sugieren que la metodología utilizada ha sido efectiva para fomentar el empoderamiento y la cohesión en la red de mujeres. Se espera que en las fases siguientes se consoliden aún más estos logros, contribuyendo al fortalecimiento de la asociatividad y a la sostenibilidad de los proyectos productivos a largo plazo.

Referencias

Benítez, L. I., Iglesias, M. Y., Belhaj, M., Cadon, B., Moral, L. D., Ghorbel, F., ... & Suárez Martín, T. (2018). Innovación social y emprendimiento en Túnez: Las mujeres y el uso de las TIC en el desarrollo local.

Gordillo, K. E., Marentes, A. A., & Velásquez, L. F. (2021). Capacitación en emprendimiento e innovación y liderazgo fundación mujeres trabajando por el Meta.

Hinestroza, M., Gómez, J. H., & Quintero, L. G. (2009). Procesos de asociatividad empresarial: Aproximaciones conceptuales e impacto económico, social y organizacional. Universidad del Rosario.

Huamancayo, J. M. (2018). Plan de negocio para el desarrollo de consultoría e implementación de sistemas integrados de gestión para la gran y mediana empresa. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). doi: https://doi.org/10.19083/tesis/625234

Jailler, É. I. (2020). Construyendo la innovación social. Guía para comprender la innovación social en Colombia. http://hdl.handle.net/20.500.11912/5464.

Minciencias, A. (2020). Convocatoria para el fortalecimiento de proyectos en ejecución de ctei en ciencias de la salud con talento joven e impacto regional https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_descripcion_productos_y_resultados_apropiaci on_social.pdf

Montenegro, M. (2018). Diseño de una estrategia de innovación social para la implementación de los programas de La Fundación Emssanar en la población pobre y vulnerable del municipio de Pasto 2015-2018.

Moreira, R. (2013). Bases Conceptuales De Una Política de Innovación Social, DNP.

Reyes, J. A. (2019). Proceso de diseño estratégico en la creación de un modelo de negocio para la comunidad de mujeres indígenas Wounaan Nonam [Tesis de maestría, Universidad EAN]. http://hdl.handle.net/10882/9448.

Kramar, A., & González, F. J. (2022). Cellulose-Based Nanofibers Processing Techniques and Methods Based on Bottom-Up Approach-A Review. Polymers, 14(2), 286. https://doi.org/10.3390/polym14020286

Pérez, Á., Batista, Antonio., Velásquez, J., García, J. (2014). Ciencias Holguín. Ciencias Holguín, (1), 1–10. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181529931001

Serrano, B., & Solís, F. (2022). Obtención de fibras de celulosa a partir del líber de la planta cáñamo industrial (Cannabis Sativa L.) mediante tratamiento químico para uso textil [Proyecto de Investigación]. Universidad Central del Ecuador. https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4b86ac92-7ee7-47ed-a820-509133df9a30/content

Determinantes en la implementación de la industria 4.0 en pymes: un enfoque desde la revisión de literatura

Nombre del Autor(es)
Rocío Téllez Plazas
Ingrid Vanessa Bernal Díaz
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa: Administración Industrial.
Grupo de Investigación: GRINDEP
Proyecto de investigación SGI: 3659
Correo electrónico:
ingrid.bernal02@uptc.edu.co
rocio.tellez@uptc.edu.co

Resumen

Las pequeñas y medianas empresas manufactureras enfrentan desafíos significativos para adoptar la digitalización, lo que limita su capacidad de innovar en el entorno digital. Esta investigación tiene como objetivo identificar las barreras que impiden la digitalización en estas organizaciones. Se utilizó un enfoque de revisión de literatura para examinar diferentes fuentes de información e identificar los factores clave que dificultan la digitalización. Los resultados revelan que la falta de conciencia sobre los beneficios de la digitalización, junto con los obstáculos económicos, tecnológicos y la escasez de conocimientos técnicos, son los principales desafíos. Para superar estas barreras, se proponen estrategias como programas de sensibilización, acceso a financiamiento adecuado y capacitación en competencias digitales. El estudio subraya que la digitalización implica más que la adopción de nuevas tecnologías; requiere una transformación cultural y de procesos dentro de las organizaciones. La clave para una innovación tecnológica exitosa es alinear los beneficios de la digitalización con los objetivos estratégicos a largo plazo.

Palabras clave: Pymes manufactureras, digitalización, innovación tecnológica, organizaciones.

Problema de investigación

La digitalización se constituye en un aspecto relevante dentro del contexto empresarial contemporáneo, ofreciendo oportunidades y beneficios para organizaciones de todas las industrias. Sin embargo, a pesar de la rápida adopción de esta transformación digital por parte de grandes corporaciones, las pequeñas y medianas empresas (Pymes), especialmente aquellas del sector manufacturero, a menudo se ven limitadas para integrar completamente la digitalización en sus operaciones.
A partir de estos hallazgos, surge el siguiente interrogante que orienta el proceso investigativo en este estudio:
¿Qué factores influyen en la adopción de tecnologías de la industria 4.0 por parte de las Pymes manufactureras?

Revisión de literatura

La transformación digital desempeña un papel fundamental en las empresas Pymes manufactureras al ofrecer beneficios que contribuyen a su competitividad y crecimiento en el mercado actual. Uno de los aspectos más destacados es la optimización de procesos. Además, Bienhaus y Haddud (2018) y Kamble et al. (2020) argumentan que la digitalización permite mejorar la eficiencia en la ejecución de tareas y la gestión de recursos, lo que conduce a una reducción de costos y tiempos de producción. Esta optimización es decisiva para mantener la competitividad en un entorno empresarial cada vez más dinámico y exigente.

De igual forma, la digitalización también contribuye a la mejora en la eficiencia operativa. En este sentido, Kamalaldin et al. (2020) y Parviainen et al. (2022) refieren que la integración de sistemas digitales en los procesos empresariales permite una gestión más eficiente de los recursos, una mejor coordinación entre departamentos y una mayor agilidad para adaptarse a cambios en el mercado. Esto se traduce en una mejora general en la capacidad de las empresas para cumplir con los requerimientos de los clientes de manera oportuna y eficaz.

Otro beneficio importante derivado de los procesos de innovación digital es el acceso a información en tiempo real. Horváth y Szabó (2019) y Veile et al. (2020) sostienen que la digitalización proporciona a las empresas Pymes manufactureras la capacidad de monitorear y analizar datos en tiempo real sobre el estado de los procesos, inventarios, ventas y otros aspectos clave del negocio. Esta información en tiempo real permite una toma de decisiones más informada y ágil, lo que mejora la capacidad de la empresa para responder rápidamente a las demandas del mercado y las necesidades de los clientes.

Así mismo, la digitalización también facilita el desarrollo de nuevos productos y servicios, y la ampliación de mercados. Investigadores como Hinings et al. (2018) y Tortorella et al. (2020) subrayan que la implementación de tecnologías digitales permite a las organizaciones innovar en la oferta de productos y servicios, para llegar a nuevos mercados de manera más efectiva. Esto no solo amplía las oportunidades de crecimiento de la empresa, sino que también mejora la experiencia del cliente al ofrecer productos y servicios personalizados y adaptados a sus necesidades y preferencias (Weyer et al., 2015).

Objetivos

General

Realizar un análisis de la literatura académica para identificar y comprender los factores que limitan la digitalización en las empresas PYME del sector manufacturero.

Específicos

- Recopilar información relevante sobre los factores que afectan la digitalización en empresas PYME del sector manufacturero, mediante la búsqueda selectiva de documentos académicos.
- Identificar y categorizar las barreras y limitaciones de la digitalización en empresas PYME manufacturera, a partir del análisis de los documentos recuperados.
- Reflexionar sobre las necesidades y desafíos de las empresas PYME manufactureras en la implementación de innovaciones tecnológicas a través de la digitalización.

Metodología

Esta investigación adopta un enfoque cualitativo para analizar los desafíos que enfrentan Pymes del sector manufacturero en su digitalización. Según Seidman (2013), este enfoque permite comprender en detalle los fenómenos sociales, capturando múltiples aspectos del tema investigado. Se emplea un método descriptivo para profundizar en las características observadas del fenómeno, lo que, según Neuman (2014), facilita una exposición detallada del contexto natural.

Además, se basa en la revisión documental, que, de acuerdo con Hart (2018), utiliza datos secundarios para correlacionar la información existente con el tema. En este contexto, se lleva a cabo una investigación documental con el objetivo de explorar la perspectiva de la literatura existente sobre las barreras o factores que enfrentan las empresas Pymes manufactureras en su proceso de digitalización.

Fases del proceso investigativo:

Figura 1

Fases de investigación

Nota. Elaboración propia.

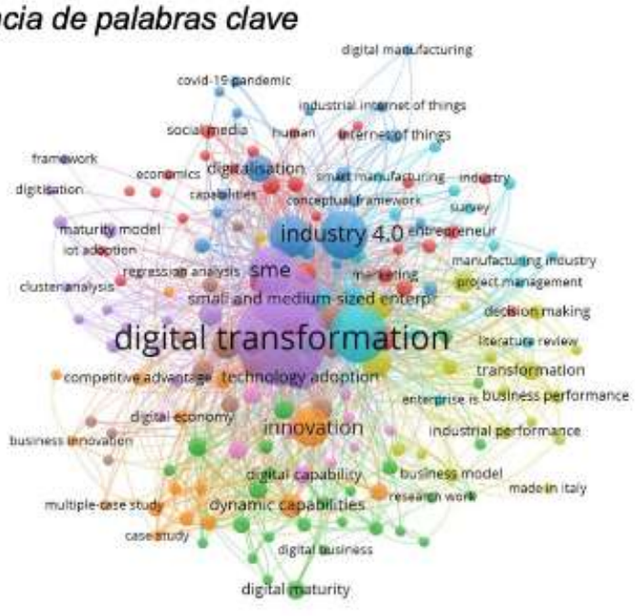
Resultados y discusión

- Resultados Primera Fase – Recuperación de Documentos

Esta etapa de la investigación se focalizó en la búsqueda de documentos académicos inherentes a la digitalización de las Pymes manufactureras. Particularmente, las fuentes bibliográficas consultadas pertenecen al repositorio de SCOPUS. Se consultaron cerca de 80 fuentes bibliográficas, y se realizó una red bibliométrica (ver figura 2) que integró diferentes aspectos clave que rodean al objeto de estudio.

Figura 2

Red de co-ocurrencia de palabras clave



Nota. La figura muestra en detalle aspectos clave de la digitalización de las Pyme Manufactureras. Fuente: Vosviewer.

La construcción de la red consideró el método de full counting y un umbral mínimo de 3 coincidencias de co-ocurrencia de palabras clave. El mapa visualiza la relación entre la digitalización o transformación digital de las Pymes y la industria 4.0, conceptos intrínsecamente ligados.

Además, se identificaron constructos representativos como innovación y, especialmente, el clúster de capacidades dinámicas. Esta teoría se enfoca en la habilidad de una organización para integrar, construir y reconfigurar sus recursos internos y externos en respuesta a los cambios del entorno. Por tanto, es crucial considerarla en estudios relacionados con este tema, ya que está diseñada para entornos basados en la innovación. Estas capacidades permiten a las empresas crear, ampliar y modificar sus recursos. Según Teece (2012) y Warner & Wäger (2019), estas capacidades se pueden categorizar en tres niveles principales: identificación y evaluación de oportunidades, aprovechamiento de oportunidades para generar valor y renovación constante del modelo de negocio, lo que se puede entender como una transformación siguiendo los planteamientos de los autores.

- Resultados segunda fase – Análisis

Los resultados de la segunda fase de la investigación revelan que la digitalización de las Pymes manufactureras enfrenta diversos desafíos en el contexto empresarial actual, los cuales obstaculizan la adopción de innovaciones tecnológicas. La literatura académica señala que algunas de las barreras que interfieren en este proceso incluyen la falta de conciencia sobre los beneficios de la digitalización, así como obstáculos económicos y tecnológicos, además de la carencia de conocimientos técnicos. Por consiguiente, en los siguientes apartados se exponen los hallazgos de algunos estudios que abordan estas temáticas.

Limitada percepción de los potenciales beneficios de la digitalización: Con base en la revisión de la tradición investigativa inherente al ámbito de la digitalización de las Pymes manufactureras, se pudo identificar una convergencia en la literatura académica respecto a la limitada percepción de los potenciales beneficios asociados con este proceso. Según Amaral y Peças (2021), las empresas del sector manufacturero a menudo subestiman los beneficios que la digitalización puede brindar, lo que resulta en una falta de iniciativa para adoptar tecnologías digitales. Esta falta de percepción se ve agudizada por la falta de comprensión sobre cómo la digitalización puede mejorar la eficiencia y la competitividad de las Pymes (Ulaş, 2019).

Desafíos Financieros y Tecnológicos en la Digitalización de las Pymes Manufactureras: Con base en el análisis de la panorámica investigativa, se tiene que en el proceso de innovación digital de las organizaciones existen desafíos financieros y tecnológicos que obstaculizan los procesos de digitalización. De acuerdo con la investigación llevada a cabo por Favoretto et al. (2022), uno de los principales obstáculos financieros es la inversión inicial requerida para implementar tecnologías digitales; podría ser

un impedimento considerable para la mayoría de las compañías. Además, Peillon y Dubruc (2019) señalan que las Pymes manufactureras enfrentan desafíos tecnológicos debido a la falta de acceso a recursos y conocimientos especializados en tecnología, lo que dificulta la adopción y el aprovechamiento completo de las soluciones digitales disponibles en el mercado.

Falta de conocimientos técnicos – Brecha digital cognitiva: Desde el análisis sistemático de la literatura especializada sobre la digitalización de las Pymes manufactureras se pudo identificar una brecha significativa en cuanto a los conocimientos técnicos necesarios para adoptar y utilizar tecnologías emergentes, como las relacionadas con la industria 4.0. Según (Vieru et al., 2015; Nurhidayati, 2020; Shakina et al., 2021), esta brecha, también conocida como brecha digital cognitiva, se refiere a la disparidad entre las habilidades tecnológicas requeridas por las empresas y las habilidades que poseen sus empleados. Este problema se agrava por la falta de formación adecuada en tecnologías emergentes en los programas universitarios, como señalan Muljono et al. (2021). A pesar de que las Pymes cuenten con la infraestructura tecnológica necesaria, la falta de personal cualificado dificulta su capacidad para aprovechar al máximo estas herramientas tecnológicas.

- Resultados tercera fase – Discusión

En esta etapa final del estudio, se presentan las posibles soluciones a los desafíos identificados en la digitalización de las Pymes manufactureras. Estas soluciones derivan del análisis de la literatura en el campo de la digitalización empresarial. A través de una revisión de diversas fuentes académicas y profesionales, se han identificado estrategias y enfoques que pueden ayudar a superar las barreras financieras, tecnológicas y cognitivas que enfrentan las Pymes manufactureras en su camino hacia la digitalización.

La percepción de los beneficios de la digitalización es fundamental para el éxito de cualquier iniciativa de transformación digital en las Pymes manufactureras. Sin embargo, esta percepción puede verse obstaculizada por diversas barreras psicológicas y organizacionales. Según Sánchez et al. (2022), la adopción de innovaciones tecnológicas está influenciada por factores como la percepción de los beneficios relativos, la compatibilidad con los valores existentes y la complejidad percibida de la tecnología. En este sentido, es esencial que las Pymes implementen estrategias efectivas para comunicar y demostrar los beneficios tangibles de la digitalización a sus directivos y colaboradores. Además, Marino et al. (2024) sugieren que la percepción de los beneficios puede verse influenciada por la facilidad de uso percibida de la tecnología y la claridad de los objetivos organizacionales relacionados con la digitalización. Por tanto, es importante que las Pymes desarrollen una visión clara y coherente de los beneficios que la digitalización puede aportar a su negocio, alineando estos beneficios con los objetivos estratégicos de la organización.

Desde esta perspectiva, es fundamental que las Pymes desarrollen una visión clara y profunda de los beneficios que la digitalización puede ofrecer a su negocio.

Esto implica comprender en detalle cómo la implementación de tecnologías digitales puede impactar positivamente en diferentes aspectos de la operación empresarial, desde la optimización de procesos internos hasta la mejora de la experiencia del cliente. Para lograr esto, las Pymes deben llevar a cabo un análisis de su contexto empresarial y sus necesidades específicas, identificando áreas clave donde la digitalización puede generar el mayor valor añadido.

Además, es importante reconocer que la digitalización no se trata solo de adoptar nuevas tecnologías, sino también de transformar la cultura y los procesos organizacionales. Como sugieren Zhang et al. (2022), la digitalización exitosa requiere un cambio en la mentalidad y las prácticas de trabajo, así como una inversión en capacitación y desarrollo de habilidades digitales. Por tanto, las Pymes deben asegurarse de que todos los niveles de la organización estén comprometidos con el proceso de digitalización y estén preparados para adaptarse a los cambios que conlleva.
Globalmente, desarrollar una visión clara y coherente de los beneficios de la digitalización es un paso fundamental para las Pymes en su camino hacia la transformación digital. Al alinear estos beneficios con los objetivos estratégicos de la organización y promover un cambio cultural y organizacional, las Pymes pueden maximizar el impacto de la digitalización en su competitividad, su crecimiento y su sostenibilidad a largo plazo.

Referencias

Amaral, A., & Peças, P. (2021). SMEs and Industry 4.0: Two case studies of digitalization for a smoother integration. Comput. Ind., 125, 103333. https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103333.

Bienhaus, F., & Haddud, A. (2018). Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains. Business Process Management Journal, 24(4), 965–984. https://doi.org/10.1108/BP-MJ-06-2017-0139

Favoretto, C., Mendes, G. H. d. S., Filho, M. G., Gouvea de Oliveira, M., & Ganga, G. M. D. (2022). Digital transformation of the business model in manufacturing companies: Challenges and research agenda. Journal of Business & Industrial Marketing, 37(4), 748-767. https://doi.org/10.1108/JBIM-10-2020-0477

Hart, C. (2018). Doing a literature review: Releasing the social science research imagination. Sage Publications.

Hinings, B., Gegenhuber, T., & Greenwood, R. (2018). Digital innovation and transformation: An institutional perspective. Information and Organization, 28(1), 52–61. https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2018.02.004

Horváth, D., & Szabó, R. Z. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? Technological Forecasting and Social Change, 146, 119–132. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Ghadge, A., & Raut, R. (2020). A performance measurement system for industry 4.0 enabled smart manufacturing system in SMMEs- A review and empirical investigation. International Journal of Production Economics, 229. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107853

Kamalaldin, A., Linde, L., Sjödin, D., & Parida, V. (2020). Transforming provider-customer relationships in digital servitization: A relational view on digitalization. Industrial Marketing Management, 89, 306–325. https://doi.org/10.1016/j.

Marino, J. A., Palos-Sánchez, P. R., & Velicia-Martín, F. (2024). Evolution of digital transformation in SMEs management through a bibliometric analysis. Technological Forecasting and Social Change, 199. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123014

Muljono, W., Setiyawati, S., Sudarsana, S., & Pertiwi Setiawati, P. (2021). BARRIERS TO ICT ADOPTION BY SMEs IN INDONESIA: HOW TO BRIDGE THE DIGITAL DISPARITY? Jurnal Aplikasi Manajemen, 19(1), 69–81. https://doi.org/10.21776/ub.jam.2021.019.01.07
Neuman, W. L. (2014). Descriptive Research Methods. Routledge.
Nurhidayati, B. (2020). The Role of Knowledge Management Capability and Digital Ecosystem to Enhance Digital Transformation for SMEs. Proceedings of the 17 Th International Symposium on Management (INSYMA 2020). https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200127.024
Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., & Teppola, S. (2022). Abordar el reto de la digitalización: cómo beneficiarse de la digitalización en la práctica. Revista Internacional de Sistemas de Información y Gestión de Proyectos, 5(1), 63–77. https://doi.org/10.12821/ijispm050104
Peillon, S., & Dubruc, N. (2019). Barriers to digital servitization in French manufacturing SMEs. Procedia CIRP, 83, 146–150. doi: 10.1016/j.procir.2019.04.008
Sánchez, M. I., Meraz, L., & Martínez, R. A. (2022). Factores que influyen en la adopción de sistemas de información en las micro, pequeñas y medianas empresas del vino del Valle de Guadalupe. CIENCIA Ergo-Sum, 29(1). https://doi.org/10.30878/ces.v29n1a2
Seidman, I. (2013). Interviewing as Qualitative Research: A Guide for Researchers in Education and the Social Sciences. Teachers College Press.
Shakina, E., Parshakov, P., & Alsufiev, A. (2021). Rethinking the corporate digital divide: The complementarity of technologies and the demand for digital skills. Technological Forecasting and Social Change, 162, 120405. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120405
Teece, D. J. (2012). Dynamic Capabilities: Routines versus Entrepreneurial Action. In Journal of Management Studies 49(8), 1395–1401. https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2012.01080.x
Tortorella, G. L., Cawley Vergara, A. mac, Garza-Reyes, J. A., & Sawhney, R. (2020). Organizational learning paths based upon industry 4.0 adoption: An empirical study with Brazilian manufacturers. International Journal of Production Economics, 219, 284–294. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.06.023
Ulaş, D. (2019). Digital Transformation Process and SMEs. Procedia Computer Science. https://doi.org/10.1016/-j.procs.2019.09.101.
Veile, J. W., Kiel, D., Müller, J. M., & Voigt, K. I. (2020). Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry. Journal of Manufacturing Technology Management, 31(5), 977–997. https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0270
Vieru, D., Bourdeau, S., Bernier, A., & Yapo, S. (2015). Digital Competence: A Multi-dimensional Conceptualization and a Typology in an SME Context. 2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences, 4681–4690. https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.557
Warner, S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. Long Range Planning, 52(3), 326–349. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001
Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., & Gorecky, D. (2015). Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. IFAC-PapersOnLine, 48(3), 579–584. https://-doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.143
Zhang, X., Xu, Y., & Ma, L. (2022). Research on Successful Factors and Influencing Mechanism of the Digital Transformation in SMEs. Sustainability, 14(5), 2549. https://doi.org/10.3390/su14052549

Empoderar el ser, hacer y saber de las mujeres rurales a partir del diseño y las comunidades de práctica, una alternativa de trabajo contra la violencia de género. Caso de estudio: municipios de Chitaraque y Labranzagrande en el departamento de Boyacá, Colombia

Nombre del Autor(es)
Martha Fernández Samacá
Danny Carolina Vega Pacacira
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Grupo de Investigación: Taller 11
Proyecto de investigación SGI: 3626
Correo electrónico:
martha.fernandezsamaca@uptc.edu.co
danny.vega01@uptc.edu.co

Resumen

Esta investigación se encuentra apoyada por el Programa Orquídeas, mujeres en la ciencia: Agentes para la Paz de MINCIENCIAS y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC; y es ejecutada por investigadoras de Taller 11, grupo de investigación en Diseño de la misma universidad. La investigación nace como una iniciativa para mitigar la violencia de género, que tiene sus causas en la cultura machista y patriarcal, que ha llevado a que las mujeres sean controladas por su pareja sentimental en sus ámbitos productivos o domésticos, reproductivos y comunitarios; normalizando la violencia en el contexto, estereotipando a la mujer solamente a las labores domésticas y restándole importancia a su rol social dentro de una comunidad, como lo menciona Suarez (2018). Para contrarrestar esto, se propuso, a partir del pensamiento de diseño, las metodologías participativas y cocreativas, empoderar el ser, hacer y saber de las mujeres rurales de Chitaraque y Labranzagrande. Como parte de los resultados de la investigación, se han cumplido dos de los tres objetivos, desarrollando actividades para empoderar el ser y hacer de la mujer rural. En el momento, las investigadoras se encuentran desarrollando la última fase del proyecto que invita a empoderar el saber a partir de compartir conocimientos y experiencias bajo el concepto de comunidad de práctica.

Palabras clave: Diseño, mujer rural, empoderamiento, territorio.

Problema de investigación

Según el informe "Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Boyacá, 2021", los datos reportados en Forensis 2019 arrojaron una tasa de incidencia de violencia contra la mujer de 251,8 por 100.000 habitantes, tasa superior a la del promedio del país. Como lo menciona Suarez (2018), la violencia de género en el departamento de Boyacá tiene sus causas en la cultura machista y patriarcal, que ha llevado a que las mujeres sean controladas por su pareja sentimental en sus ámbitos productivos o domésticos, reproductivos y comunitarios, normalizando la violencia en el contexto, estereotipando a la mujer solamente a las labores domésticas y restándole importancia a su rol social dentro de una comunidad. Como una opción de trabajo contra la violencia de género, Taller 11, grupo de investigación en Diseño de la UPTC, ha venido desarrollando proyectos de investigación que apoyan a la mujer rural en oportunidades de desarrollo, autonomía económica y empoderamiento de su rol social, como estrategias de innovación social y la construcción teórica del papel del diseño en el trabajo con la comunidad.

De esta forma, aprovechando el camino recorrido, el proyecto pretendió extender estas experiencias y validar con más mujeres los instrumentos creados para empoderar el ser y hacer de la mujer rural, y construir instrumentos que fortalezcan su saber a partir del concepto de comunidades de práctica como red de apoyo para ellas mismas. La selección de los municipios en casos de esta investigación se justifica desde sus índices de violencia de género presentes en su territorio, así como desde sus renglones de economía agrícola que pueden unir experiencias similares para la conformación de las comunidades de práctica como red de apoyo a la mujer rural del departamento. La investigación permitirá a las comunidades de mujeres rurales reconocer el valor de ella para el hogar, la comunidad y el territorio. Para la disciplina del diseño, los resultados permitirán consolidar herramientas metodológicas para apoyar las innovaciones sociales de colectivos vulnerables y la formación de investigadores en estas áreas del diseño.

Marco Teórico

De acuerdo con ONU Mujeres Colombia, la violencia basada en el género constituye una violación a los derechos humanos a la igualdad y la libertad de las mujeres que limita su acceso a recursos y oportunidades de desarrollo. Las violencias basadas en género se presentan en un contexto de desigualdad estructural para las mujeres en cuanto a menores posibilidades de acceso a recursos, autonomía económica y participación en la vida pública. Para el año 2020, se reportaron en Colombia 107.365

casos de violencia de género e intrafamiliar, de los cuales el 52,2% fueron casos de violencia física y el 22,9% de violencia sexual; el 77,4% de las víctimas fueron mujeres.

Para el departamento de Boyacá, según el informe "Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Boyacá, 2021", los datos reportados en Forensis 2019 arrojaron una tasa de incidencia de violencia contra la mujer de 251,8 por 100.000 habitantes, tasa superior a la del país, la cual se registró en 203,5 por 100.000 habitantes; el análisis de las diferencias relativas mostró diferencias estadísticamente significativas, encontrando el departamento en peor condición con relación al país (p. 265).

De igual forma, comparando los datos con el informe Forensis 2021, se ve una disminución en los casos de violencia de género; sin embargo, la tasa del departamento sigue superando a la del país. Para el 2021, el departamento de Boyacá registró una tasa de 164,74 por 100.000 habitantes, mientras que la tasa del país fue de 136,59 por 100.000 habitantes.

De acuerdo con el "Informe del comportamiento de violencia de género e intrafamiliar en Boyacá con corte a semana epidemiológica 36 de 2021", al finalizar el año 2020 se notificaron 3.046 casos de violencias, con una afectación del 82,1% en el sexo femenino. Siguiendo el comportamiento nacional, la mayoría de casos fueron por violencia física, seguido de la violencia sexual. Respecto a la edad, el informe anota que todos los grupos de edad se ven afectados por diferentes tipos de violencias; sin embargo, los grupos más afectados son los comprendidos entre los 10 años y los 44 años. La mayoría de los casos se reportan en los estratos socioeconómicos 1 y 2; el área de ocurrencia más frecuente es la cabecera municipal; respecto al régimen de salud de la víctima, la mayoría pertenece al régimen subsidiado; en cuanto a la violencia física y psicológica, el mayor número de casos registrados son de personas dedicadas al hogar, y en la violencia sexual, la mayoría de las víctimas son estudiantes.

El informe describe que, para el caso de los municipios abordados por esta investigación, Labranzagrande, junto con otros municipios como Santana, Almeida, Iza y Gámeza, presentan las mayores incidencias en cuanto a violencia sexual por encima de 80 casos por 100.000 habitantes, y respecto a violencia física, Labranzagrande junto con Sora, Tununguá, San Miguel de Sema, Aquitania y Corrales reportan incidencias por encima de 300 casos por 100.000. Así mismo, según lo descrito en el "Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, municipio de Chitaraque, Boyacá 2022", en sus listados de priorización de los problemas de salud, se menciona que, para el año 2021, la tasa de violencia contra la mujer fue de 71,1 casos por cada 100.000 mujeres, tendencia que fue en aumento especialmente desde el brote de COVID-19.

Estas estadísticas permiten observar que la violencia de género en Boyacá tiene sus causas en la cultura machista y patriarcal. Como lo menciona Suarez (2018) para el caso de Ventaquemada, esta cultura ha llevado a que las mujeres sean controladas por su pareja sentimental en sus ámbitos productivos o domésticos, reproductivos y comunitarios; a considerar su autoestima baja por el trato que reciben de su familia, mayormente de su cónyuge, o por las diferentes dinámicas a las que se enfrentan en su cotidianidad; y a su vez, la inseguridad que presentan frente a su realidad, como consecuencia del maltrato físico, psicológico, sexual y económico ejercido hacia ellas (p.69 y 70). A lo anterior; se suma el alcoholismo (cultura patriarcal del departamento), pues los actos agresores se presentan generalmente cuando el agresor se encuentra bajo los efectos del alcohol. También es importante mencionar que, en algunos casos, especialmente en las zonas rurales, las mujeres cuentan con un bajo nivel educativo que les cierra oportunidades laborales para ellas y las hace dependientes económicamente de sus parejas, obligadas a cumplir las condiciones impuestas a la hora del manejo del dinero o a sufrir humillaciones por sus mínimos o nulos aportes monetarios a la familia. De acuerdo con Suarez, la familia, el grupo de pares y la comunidad normalizan la violencia en el contexto, estereotipando a la mujer solamente a las labores domésticas, restándole importancia a su rol social dentro de una comunidad.

Objetivos:

General

Empoderar el ser, hacer y saber de las mujeres rurales de los municipios de Chitaraque y Labranzagrande, a partir del diseño y las comunidades de práctica como una alternativa de trabajo contra la violencia de género.

Específicos

- Empoderar el ser de la mujer rural de los municipios de Chitaraque y Labranzagrande, para fortalecer su autoestima como miembro activo de una comunidad a través de procesos cocreativos y participativos desde el diseño.
- Empoderar el hacer de la mujer rural de los municipios de Chitaraque y Labranzagrande, como apoyo a su independencia económica a través del pensamiento de diseño para fortalecer las iniciativas de emprendimiento por parte de la comunidad.
- Empoderar el saber de la mujer rural de los municipios de Chitaraque y Labranzagrande, como aporte al mejoramiento de su nivel educativo y construcciones de redes de apoyo contra la violencia de género a partir de las co amunidades de prácticas.

Método -Metodología -Participantes

Se desarrolla una metodología de investigación-acción participativa, con enfoque cualitativo a partir de técnicas etnográficas y procesos de diseño participativo y co-creativo, con el abordaje de herramientas propuestas desde el pensamiento de diseño, para lo cual se propuso cinco fases de acuerdo con los objetivos planteados:

Fase 1: Acercamiento a las comunidades
Conformar los equipos de trabajo que participarán en la investigación en ambos municipios.

Fase 2: Empoderamiento del ser
Diseñar experiencias para fortalecer el ser de la mujer rural participante del proyecto a partir de actividades como el storytelling, la cartografía del cuerpo, el árbol genealógico del empoderamiento, la hoja de vida de la mujer empoderada y el mapa de visión de las mujeres empoderadas.

Fase 3: Empoderamiento del hacer
Diseñar experiencias para fortalecer el hacer de la mujer rural participante del proyecto a partir de actividades de reconocimiento, actividades de exploración y actividades de concreción.

Fase 4: Empoderamiento del saber
Diseñar experiencias para fortalecer el saber de la mujer rural participante del proyecto a partir de un encuentro de experiencias, así como consolidar redes para el empoderamiento y apoyo contra la violencia de género.

Fase 5: Sistematización de la experiencia
Sistematizar la experiencia de investigación para consolidar resultados finales de la investigación.

Resultados y discusión

Hasta el momento, la investigación estableció en su fase de acercamientos un grupo de trabajo en cada municipio. El desarrollo de las actividades contempladas para el cumplimiento del primer objetivo específico ha permitido conocer el sentir de las mujeres en cuanto a su ser como mujer rural y mujer emprendedora, reconociendo los retos y motivaciones que tiene al querer emprender, buscando en su pasado y presente las personas que han apoyado o retado sus iniciativas; a la vez, el reconocimiento en sus cuerpos de sus fuentes de poder, lo cual se complementó con el desarrollo de Hojas de vida y mapas de visión, desarrollados bajo instrumentos diseñados por Gómez (2024), que se validaron en esta investigación.

De igual forma, la investigación para el cumplimiento de su segundo objetivo ha utilizado el pensamiento de diseño como metodología para motivar a las mujeres a fortalecer sus emprendimientos a través del desarrollo de marca para sus actividades productivas o iniciativas de negocios, actividad apoyada por instrumentos para conocer el perfil de la mujer emprendedora diseñado por Vega (2024), así como el desarrollo de empaque y la comunicación de sus productos o servicios a través de plataformas virtuales como Instagram o WhatsApp Business. Cada objetivo abordado ha permitido la consolidación de dos cursos de extensión certificados por el Centro de Gestión de Investigación y Extensión de la Facultad Seccional Duitama – CIFAD para las mujeres participantes en ambos municipios: el "Curso - Taller de empoderamiento del Ser para Mujeres Rurales Emprendedoras" y el "Curso – Taller Pensamiento de diseño para mujeres rurales emprendedoras". La investigación por el momento se encuentra en el desarrollo de actividades que den cumplimiento al tercer objetivo, en busca de empoderar el saber a partir de compartir conocimientos y experiencias entre el colectivo de mujeres participantes.

Referencias

Álvarez, A. Y., Franco, J. A., & Cruz, J. O. (2022). Estudios sobre masculinidades en el departamento de Boyacá, Colombia: Alcances, trayectorias y retos. Revista Trabajo Social, 31(32), 150–182. https://revistas.udea.edu.co/-index.php/revistraso/article/view/349764

b=edsjsr&AN=edsjsr.2634938&lang=es&site=eds-live&scope=site

Brown, J. S., & Duguid, P. (1991). Organizational Learning and Communities-of-Practice: Toward a Unified View of Working, Learning, and Innovation. Organization Science, 2(1), 40-57. http://ez.urosa-rio.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&d

Bustamante, S. (2021). Revisión sistemática de la literatura Comunidades de práctica como estrategia comunitaria en las organizaciones. (Trabajo de pregrado de Administración de Negocios Internacionales, Universidad del Rosario). https://repository.urosario.edu.co/items/9d9537fc-a157-4690-ac8f-d6b255c6ae8b

Gobernación de Boyacá, Secretaría de Salud, Dirección de Promoción y Prevención en Salud. (2021). Informe del comportamiento de violencia de género e intrafamiliar en Boyacá con corte a semana epidemiológica 36 de 2021. https://www.boyaca.gov.co/secretariasalud/informes-de-ei-sp/?wpdf_download_file=L2hvbWUvYm95Z292Y28vcHVibGljX2h0bWwvU2VjU2FsdWQvaW1hZ2VzL0RvY3VtZW50b3MvSW5mb3JtZXNFSVNQLzIwMjEvbGxsX3RyaW1lc3RyZV8yMDIxL2luZm9ybWVfdHJpbWVzdHJhbF8zXzIwMjFfdmlvbGVuY2lhcy5wZGY%3D

Gobernación de Boyacá, Secretaría de Salud, Dirección Técnica de Salud Pública, Vigilancia en Salud Pública. (2021). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Boyacá, 2021. https://www.boyaca.gov.co/secretariasalud/wp-content/uploads/-sites/67/2022/03/ASIS_Boyaca_2021_c-1.pdf

Gobierno de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. (2022). Colombia potencial mundial de la vida. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDN-P/PND%202022/Bases-PND2022-2026_compilado-CEVC15-10-2022.pdf

Gómez, D. (2024). Modelo de empoderamiento del ser en la mujer rural como estrategia de identidad y promoción de proyectos productivos, una investigación a través del diseño. Caso de estudio Asocorazón de mujer [Tesis de Maestría en Diseño, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2023). FORENSIS 2021, DATOS PARA LA VIDA, Primera Edición Número 1. https://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/forensis

Ledesma, M. (2018): La vulnerabilidad del género. Una mirada desde el diseño social. En: Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, 69 (69), pág. 69 – 80.

Moreno, J. (2015) Participación y empoderamiento de las mujeres rurales y su aporte para mejorar las condiciones de pobreza y diseño de políticas públicas con equidad de género. (Trabajo para optar el título de Doctor en Economía, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España).
Municipio de Chitaraque, ESE Centro de Salud Chitaraque. (2022). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Municipio de Chitaraque, Boyacá, 2022. https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis2021/asis_Chitaraque_2022.pdf
Municipio de Labranzagrande, ESE Centro de Salud Municipio de Labranzagrande. (2021). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Municipio de Labranzagrande, Boyacá, 2021. https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis2021/asis_ Labranzagrande _2021.pdf
Organización de las Naciones Unidas ONU Mujeres Colombia. (s.f.). La situación de las mujeres en Colombia. https://colombia.unwomen.org/es/onu-mujeres-en-colombia/las-mujeres-en-colombia
Organización de las Naciones Unidas ONU Mujeres Colombia. (s.f.). Eliminación de la violencia contra las mujeres. https://colombia.unwomen.org/es/como-trabajamos/fin-a-la-violencia-contra-las-mujeres
Suárez-Sierra, M.T. (2018). Factores de riesgo en la violencia contra la mujer en el municipio de Ventaquemada (Boyacá) desde una mirada de trabajo social. Búsqueda, 5(20),63-74. DOI: https://-doi.org/10.21892/01239813.392
Urroz, A (2018): Diseño y desarrollo: la innovación responsable mediante el Design Thinking. En: Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, 69 (69), pág. 195–206. Disponible en línea en https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/663_libro.pdf.
Vega, D. (2024). "El diseño y las comunidades de práctica como medio para el fortalecimiento del emprendimiento de la mujer rural. Caso de estudio, mujeres rurales de Chitaraque, Boyacá, Colombia" [Tesis de Maestría en Diseño, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].

13ª Encuentro Nacional y 17ª Departamental de Docentes del Sector Eléctrico

Por: PhD. Javier David Paredes Daza
Docente, Licenciatura en Tecnología

El 10 y 11 de octubre de 2024, en el Hotel El Lago de Paipa (Boyacá), se llevó a cabo el 13ª Encuentro Nacional y 17ª Departamental de Docentes del Sector Eléctrico – EDSE. Este evento fue posible gracias a la colaboración entre la Empresa de Energía de Boyacá - EBSA y la Escuela de Educación Industrial, a través de su programa de Licenciatura en Tecnología de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Sede Duitama.

El encuentro tuvo como propósito generar un espacio de reflexión sobre la enseñanza de la electricidad, permitiendo a los actores involucrados en esta área compartir avances y experiencias para fortalecer el desempeño académico y mejorar las competencias de futuros técnicos, tecnólogos y profesionales.

Este evento académico, consolidado a lo largo de los años, se convirtió en un espacio fundamental para el intercambio de conocimientos, la actualización profesional y el crecimiento de la comunidad educativa en el ámbito eléctrico. En esta edición, se exploraron temas de vanguardia esenciales para la evolución del sector y la mejora de las prácticas docentes. Entre ellos, el hidrógeno verde fue analizado como una alternativa energética sostenible, abordando sus oportunidades y desafíos en la transición energética.

También se discutieron las tendencias en vehículos eléctricos, destacando innovaciones en movilidad y su impacto en la sociedad (UPTC, 2024).

El evento incluyó un espacio para la actualización normativa, con un enfoque en las recientes modificaciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), así como en protecciones eléctricas, donde se revisaron tecnologías y estrategias para la seguridad de los sistemas eléctricos. Además, la inteligencia artificial aplicada a la enseñanza fue un tema central, explorando su potencial para transformar las metodologías educativas. Finalmente, en el ámbito humano, se abordó la importancia de los primeros auxilios psicológicos, proporcionando herramientas para responder a emergencias emocionales y promover el bienestar de estudiantes y colegas (UPTC, 2024).

Más que un espacio de aprendizaje técnico, este encuentro fortaleció la comunidad académica y profesional, permitió compartir experiencias y contribuyó al avance del sector eléctrico en Colombia. Con cada edición, reafirma su compromiso con la construcción de un futuro más sostenible, innovador y humanamente conectado (UPTC, 2024). En concordancia con lo anterior, a continuación, se dan a conocer el nombre de los conferencistas invitados y el título de las temáticas expuestas por ellos.

Conferencista	Título de la Conferencia
Ing. Nelly Margareth Cantillo Cuello	Power to X (PtX) en Colombia: Prospectiva e Innovación para la Economía del Hidrógeno - Universidad del Rosario
Ing. Héctor Efrén Alvarado Cabezas	Impacto de la gestión de pérdidas de energía en la eficiencia del servicio – Empresa de Energía de Boyacá S.A – E.S.P.
Ing. Jenny Elizabeth Roa Barragán	Actualización del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) – Ministerio de Minas y Energía.
Dra. Zaidy Luney Cruz Estupiñan	Primeros Auxilios Psicológicos – Empresa de Energía de Boyacá S.A – E.S.P.
Ing. Oscar Giovanny Agudelo Acero	Gestión del mantenimiento de redes eléctricas en la calidad del servicio – Empresa de Energía de Boyacá S.A – E.S.P.
Lic. Kelly Daniela Soracá Salamanca	Conferencia- Taller: Herramientas de inteligencia artificial aplicadas a la educación – SENA Regional Sogamoso
Ing. Andrés Felipe Duque Franco	Protección contra sobretensiones transitorias en instalaciones eléctricas - MERSEN Colombia
Lic. Milena Rocío Castillo García	Tejiendo alegrías: Cultivando la felicidad en el aula - UPTC
Ing. Wilson Carreño Ríos	Manejo Ambiental de servidumbres - Empresa de Energía de Boyacá S.A – E.S.P.
Ing. Juan Carlos Castro Galeano	Implementación en Colombia de estaciones de recarga para vehículos Eléctricos - UPTC

Finalmente, el éxito de este evento fue posible gracias al compromiso y liderazgo de la Empresa de Energía de Boyacá S.A., en alianza con el Programa de Licenciatura en Tecnología. Bajo la dirección del Profesor Gilberto Casas Tiría y su equipo de trabajo, se consolidó un espacio de enriquecimiento académico y profesional, fortaleciendo la enseñanza en el sector eléctrico.

Referencia

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2024). 13ª Encuentro nacional y 17ª departamental de docentes del sector eléctrico. https://www.uptc.edu.co/sitio/portal/cal_not_eve/eventos/-det/13-Encuentro-nacional-y-17-departamental-de-docentes-del-sector-electrico-2024.10.10/?instancedate=1728563400000

II Encuentro de Investigación de Docentes y Estudiantes de Posgrado: Construyendo conocimientos para el futuro

El II Encuentro de Investigación de Docentes y Estudiantes de Posgrado, celebrado el 4 de octubre de 2024 en el Centro Regional Universitario de Duitama, se consolidó como un importante espacio de intercambio académico y reflexión sobre temas relevantes en el ámbito educativo y social. Organizado en el marco de las XXVIII Jornada Internacional de Investigación y Extensión de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, el evento reunió a investigadores, docentes y estudiantes para compartir sus experiencias, avances en investigaciones y propuestas que buscan transformar la realidad de sus comunidades.

Escrito por:
María Fernanda Piñeros Cruz
Administradora Turística y Hotelera
Joven Investigadora grupo de investigación GUIA

El pasado viernes 4 de octubre de 2024, se llevó a cabo en el Centro Regional Universitario de Duitama el II Encuentro de Investigación de Docentes y Estudiantes de Posgrado dentro del marco de las XXVIII Jornada Internacional de Investigación y Extensión. Este evento reunió a docentes, estudiantes e investigadores de diferentes áreas, promoviendo el intercambio de conocimientos y experiencias en torno a temas de relevancia académica y social.

El evento comenzó con las palabras de apertura de la Dra. Tannia Álvarez Meneses, directora de la Escuela de Posgrados de Duitama, quien resaltó la importancia de fomentar espacios de reflexión y divulgación del conocimiento en pro del desarrollo social y académico.

Fuente: Posgrados (2024)

Uno de los momentos más destacados de la jornada fue la Conferencia Magistral titulada “El Impacto de la IA en la Cotidianidad”, a cargo del Dr. Carlos Daniel Clavijo. En esta conferencia, Clavijo abordó cómo la inteligencia artificial (IA) está cambiando de manera radical la vida diaria, desde su influencia en la educación y el trabajo hasta su papel en sectores como la educación y el alcance que tiene esta en diferentes contextos de la vida. El ponente subrayó los beneficios y los retos que la IA representa, insistiendo en la necesidad de una regulación adecuada y en la importancia de preparar a las futuras generaciones para convivir con esta tecnología.

Al concluir su presentación, el Dr. Clavijo invitó a los asistentes a reflexionar sobre cómo cada uno de nosotros puede contribuir a una adopción más consciente y positiva de la IA en nuestras comunidades, destacando la necesidad de un enfoque colaborativo entre investigadores y educadores.

Fuente: Posgrados (2024)

En el desarrollo del encuentro se dio paso a la presentación de ponencias, donde se reflejó un compromiso con la transformación social y educativa a través de la investigación aplicada. Cada una de las propuestas abordó problemáticas contemporáneas desde diferentes ángulos, destacando la capacidad de la academia para generar soluciones innovadoras que tienen un impacto directo en las comunidades.

Una de las reflexiones más importantes que surge de este encuentro es el enfoque multidisciplinario de las investigaciones. Desde el uso de la inteligencia artificial en la vida cotidiana hasta la promoción del turismo cultural y el empoderamiento de las mujeres rurales, las ponencias demostraron cómo las disciplinas, cuando se interconectan, pueden generar respuestas integrales a los desafíos actuales.

Este enfoque refuerza la importancia de fomentar la investigación que no solo quede en el ámbito académico, sino que trascienda hacia la sociedad, promoviendo cambios.

Asimismo, las presentaciones reflejaron una clara apuesta por la innovación tecnológica como herramienta para mejorar procesos educativos, sociales y culturales. Ya sea mediante el uso de plataformas digitales para mejorar la convivencia escolar, o el desarrollo de productos turísticos que preserven el patrimonio, se destacó el papel de las nuevas tecnologías en las aulas de clase, generando nuevas maneras para promover el aprendizaje.

Fuente: Posgrados (2024)

El II Encuentro Internacional de Docentes y Estudiantes de Posgrado ha sido un espacio valioso de intercambio, reflexión y construcción colectiva de conocimientos. A lo largo de las diferentes ponencias y la conferencia magistral, se evidenció el compromiso de académicos y estudiantes por abordar problemáticas contemporáneas desde diversas perspectivas, buscando no solo la innovación, sino también la inclusión y el desarrollo sostenible en sus contextos.

Este evento subrayó la importancia de la investigación aplicada y el papel que juega en la transformación social.

Al presentar proyectos que integran la tecnología, el patrimonio cultural y el empoderamiento de las comunidades, los participantes no solo compartieron sus hallazgos, sino que también se comprometieron a generar un impacto real en sus respectivas áreas de estudio. La diversidad de temas abordados demostró que los retos que enfrentamos hoy requieren un enfoque multidisciplinario, donde se integren diferentes saberes y experiencias.

II Simposio Internacional de Teoría y Diseño

"Enfoques contemporáneos del diseño para la transformación social"

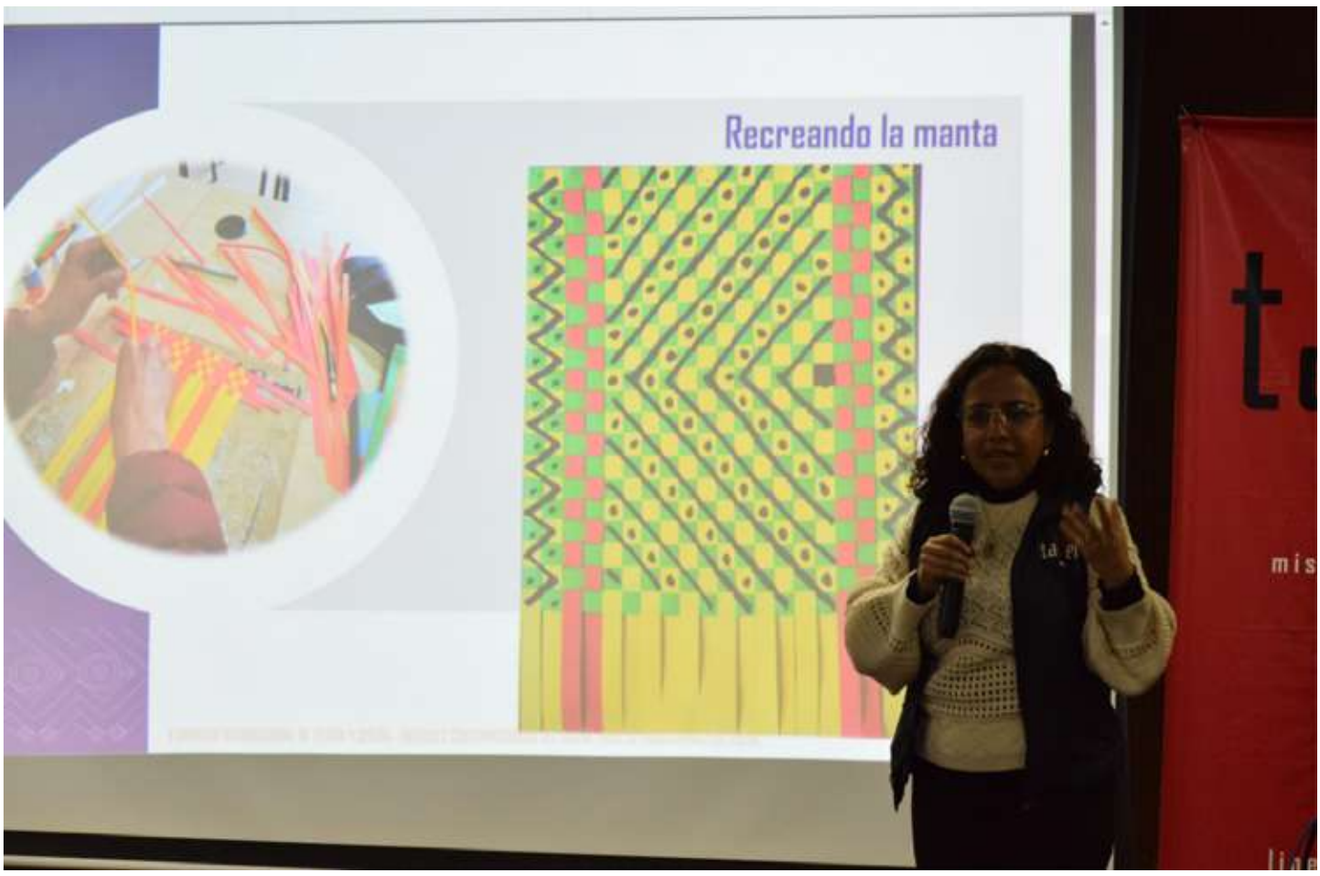
Escrito por:
Lorena Alarcón Aranguren
Docente Investigadora Taller 11 Grupo de Investigación en Diseño

El II Simposio Internacional de Teoría y Diseño, titulado "Enfoques contemporáneos del diseño para la transformación social", se lleva a cabo en el marco del "Encuentro de líneas de investigación" del programa de Diseño Industrial de la UPTC. Este espacio, creado por la línea de investigación en Teoría y Metodología de Taller 11 del Grupo de Investigación en Diseño, adscrito al programa, surge del deseo de compartir las diversas rutas que hemos recorrido como grupo de investigación, en compañía de grandes teóricos en los últimos años. A través de espacios como seminarios y conferencias, buscamos abrir el diálogo sobre los enfoques contemporáneos del diseño y su papel en la transformación de los territorios y las realidades pluriculturales en las que interactuamos.

Durante la jornada, aproximadamente 100 participantes, entre docentes y estudiantes de la UPTC Facultad Seccional Duitama y de instituciones educativas del municipio, exploraron la investigación + creación desde una mirada sensible a lo cotidiano, guiados por la doctora Sandra Silva Cañaveral de la Universidad del Valle, Colombia. Posteriormente, la doctora Karla Paniagua, del Instituto de Diseño CENTRO de México, abordó el diseño de futuros como camino de prospección desde el diseño. En la tarde, la doctora Martha Fernández Samacá de la UPTC propuso imaginar el futuro a través de la recreación del pasado, y la jornada concluyó con la intervención de la doctora María Cristina Ibarra, de la Universidad Federal de Pernambuco en Brasil, quien exploró la relación entre antropología y diseño desde la perspectiva del diseño como correspondencia. Así, el simposio reunió diversas voces latinoamericanas, nacionales y locales en un espacio de diálogo y reflexión.

El cierre del simposio se realizó a través de un taller titulado “Taller de creación: La arcilla, como herramienta para cuidar lo sensible”, a cargo de la doctora Sandra Silva, el cual buscó materializar algunos elementos teóricos de la Investigación + Creación impartidos en la conferencia central, a través de un ejercicio sensible basado en la cerámica donde los 15 participantes pudieron crear una vajilla colectiva.

Es así como este espacio bianual que genera Taller 11 abordó para su segunda versión discursos diversos y complementarios a los impartidos en el programa, por lo cual se buscó generar en los asistentes interrogantes e inquietudes de indagar la apertura del diseño, más que brindar certezas o discursos poco debatibles.



14ª Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento

Por: PhD. Javier David Paredes Daza
Docente, Licenciatura en Tecnología

Durante los días 29 y 30 de octubre de 2024, en las instalaciones de la Cámara de Comercio de Duitama, tuvo lugar la 14a Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento - METIE. Este evento fue posible gracias a la colaboración conjunta de entidades como la Cámara de Comercio de Duitama, la Alcaldía de Duitama (mediante las Secretarías de Educación y de Industria, Comercio y Turismo) y la Escuela de Educación Industrial con su programa de Licenciatura en Tecnología de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Sede Duitama.

Fuente: UPTC - Facultad Seccional Duitama

La Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento se sigue consolidado como un espacio en el que estudiantes y docentes de educación básica y media materializan su creatividad e innovación a través de proyectos productivos con propósitos académicos o comerciales. Estas iniciativas suelen surgir de experiencias significativas en el aula dentro de las áreas de Tecnología, Informática y Técnica, desarrolladas en diversas instituciones educativas de Duitama y municipios cercanos.

Fuente: UPTC - Facultad Seccional Duitama

Así, en 2024, la Muestra consolidó su papel como un punto de encuentro para las Instituciones Educativas de carácter técnico y académico, fomentando el intercambio de conocimientos y experiencias en torno a la Tecnología y el Emprendimiento. A través de la exposición de proyectos desarrollados en diversas áreas, este evento no solo resalta el talento y la dedicación de los estudiantes, sino que también impulsa el pensamiento innovador, la resolución de problemas y el espíritu emprendedor. En consecuencia, se reafirma como un escenario clave para el fortalecimiento de la creatividad, la inventiva y el desarrollo de habilidades fundamentales para el futuro.

Los organizadores del evento recibieron a 24 instituciones, de las cuales 9 tenían enfoque técnico, con 53 proyectos inscritos, 163 estudiantes expositores y 19 docentes acompañantes. Las 15 restantes, de carácter académico, presentaron 75 proyectos, con la participación de 231 estudiantes expositores y 24 docentes. Las propuestas exhibidas abordaron diversas temáticas, entre ellas: herramientas informáticas, diseño, recursos y medio ambiente, fuentes alternativas y uso eficiente de la energía, sistemas básicos de control, robótica y bienes y servicios con valor agregado.

A continuación, se dan a conocer las Instituciones de carácter Académico que fueron premiadas como reconocimiento a la creatividad, innovación, normatividad, exposición y componente investigativo en cada uno de sus proyectos:

RESULTADOS FINALES COLEGIOS ACADÉMICOS

SISTEMAS DE CONTROL			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Prototipo de un sistema de riego y control de efectos de heladas en cultivos abiertos para agricultura urbana	Institución Educativa Agroindustrial La Pradera	Karen Juliana Joya Melo Sarith Angelica Cepeda Rodríguez Leidy Valentina Rodríguez Zamora David Santiago Beltrán Ardila	Javier Enrique Álvarez Palacios

ROBOTICA			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Gary Minero	Colegio San Diego	Juan Esteban Infante Quintero José Daniel Moyano Claro Angela Sofia Becerra Barbosa Daniel Leonardo Albarracín Reyes	Danilo Andrés Rodríguez Niño

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
H20 Vital	Colegio Guillermo León Valencia	Jorge David Caballero Guerrero Juan Francisco Chinome Pinzón Juan Sebastián Pérez Alvarado Diego Alexander Torres Sánchez	Rosa Guerrero Sanabria

DISEÑO			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Diseño de Férulas en Impresión 3d	Institución Educativa El Rosario De Paipa	Simón Andrés Herrera Bolívar Jesús Manuel Becerra Camargo Diego Nicolas Becerra Romero Felipe Barajas Corredor	Fabian Arturo Morales Camargo

FUENTES ALTERNATIVAS Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Innovación Verde Soluciones Energéticas Sostenible	Institución Educativa Suazapawa	María Catalina Beltrán Álvarez Carlos Esteban Mendivelso Gómez	Andrés Giovanny Araque Oviedo

RECURSOS Y MEDIO AMBIENTE			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Monitoreo de Aves	Institución Educativa Suazapawa	Juanita Murcia Neisa Camila María Soraya Fuentes Fonseca Juliana Sofia Ochoa Torres	Oscar Roberto Fonseca Barrera

BIENES Y SERVICIOS CON VALOR AGREGADO			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Elaboración de gomitas a base de ahuyama para reducir el consumo de azúcar en los niños y jóvenes	Institución Santa Rita Pantano de Vargas	María Camila Velandia Ibáñez	Yuly Karinna Mogollón Corredor

Seguidamente, se presentan las Instituciones de carácter Técnico que fueron premiadas como reconocimiento a la creatividad, innovación, normatividad, exposición y componente investigativo en cada uno de sus proyectos:

RESULTADOS FINALES COLEGIOS TÉCNICOS			
ROBOTICA			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Brazo Robótico	Instituto Técnico José Miguel Silva Plazas	Jimy Santiago Barragán Riveros Valeria Stefany Barragán Riveros Julián Felipe Fernández Ayala	José Olimpo Cárdenas Pedroza

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Excúsate Ya	Instituto Técnico Santo Tomas De Aquino	Santiago Felipe Camargo Cárdenas Samuel Alejandro Fuentes Sandoval Julián Hernando López Alarcón Karen Viviana Munévar Acevedo	Silvino Antonio Castañeda Rincón

DISEÑO			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Banco de aprendizaje y pruebas de mecánica automotriz básica en 3D	Técnico Industrial Gustavo Jiménez	Laura Valentina Arias Jiménez Pedro Alejandro Martínez Jiménez Julián David Corredor Cristancho	Camilo Patiño

FUENTES ALTERNATIVAS Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Electrosteps	Institución Educativa Técnica Industrial de Turmequé	Dilber Nicolas Sierra Vargas William Harbey Osorio Moreno Maurice Adrien Cortes Funquen María Alejandra Robayo Rodríguez Maicol Antonio Cruz Rojas	Alexander Tibaduiza Torres

RECURSOS Y MEDIO AMBIENTE			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Moda Sostenible con Tradición Artesanal	Instituto Técnico Santo Tomas de Aquino	María Alejandra Rincón Higuera Karol Valentina Torres Roa Bayron Santiago Tiria García	Claudia Graciela Briseño Tibamoso

BIENES Y SERVICIOS CON VALOR AGREGADO			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Conversión de Sistema Carburador a Sistema Inyección Monopunto Electrónico	Instituto Técnico Industrial Rafael Reyes	Luis Alejandro Gallo Araque Jeison Duván Parra López Adrián Camilo Fresno Bautista	Cesar Augusto Rincón

SISTEMAS DE CONTROL			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Cinta Cromática: Identificación y Separación de Piezas	Colegio Técnico Municipal Francisco de Paula Santander	Sofia Lorena Patiño Corso Martha Daniela Silva Rivera	Edgar Ricardo Salamanca Espejo

Asimismo, se hizo reconocimiento a los participantes más jóvenes de la Muestra:

RESULTADOS FINALES CATEGORIA ESPECIAL Proyectos presentados por estudiantes de sexto a octavo grado			
NOMBRE DE PROYECTO	**INSTITUCION EDUCATIVA**	**INTEGRANTES**	**DIRECTOR DE PROYECTO**
Aprovechamiento de los desechos orgánicos para la obtención de lombricompost en la Institución Educativa Francisco Medrano El Carmen	Institución Educativa Agroindustrial Francisco Medrano	Anggie Daniela Rodríguez Leidy Johana Becerra Tomás Johan Stiven Báez Alberth Jesús Becerra Medina	Jenny Mariela Páez López
Conociendo y creando mis primeros robots	Colegio Guillermo León Valencia	Danna González Vivas Álvaro Sebastián Taita Johan Estiven Corredor Becerra Julián Camilo Ochoa Silva	Ernestina Cely Vega

Fuente: UPTC - Facultad Seccional Duitama

El éxito de la Muestra es resultado del esfuerzo conjunto de diversas instituciones patrocinadoras, que han contribuido significativamente a su planificación, organización y ejecución. Sin embargo, es fundamental resaltar la incansable, comprometida y valiosa labor del ingeniero Oliverio Durán y su equipo de trabajo. Gracias a su experiencia, liderazgo y dedicación, ha logrado guiar con excelencia cada edición del evento durante más de una década, consolidándolo como un espacio de referencia para la innovación, el emprendimiento y el desarrollo académico y tecnológico en la región.

Topología Algebraica: Sobre el Grupo Fundamental

Nombre del Autor(es)
CARLOS EDUARDO VIVARES PARRA
LUIS ARBEY GÓMEZ GÓMEZ
Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Grupo de Investigación: GIE
Proyecto de investigación SGI: 3422
Correo electrónico:
carlos.vivares@uptc.edu.co
luis.gomez@uptc.edu.co

Resumen

El artículo revisa el desarrollo histórico y conceptual del grupo fundamental dentro de la topología algebraica, una rama de las matemáticas que inicialmente se consideraba esotérica y especializada, pero que hoy en día es fundamental para el análisis de espacios topológicos. La noción de grupo fundamental, introducida por Henri Poincaré en 1895, marcó el inicio de la topología algebraica como un campo independiente y estableció uno de sus conceptos más significativos. El propósito del artículo es contextualizar la importancia del grupo fundamental en la topología algebraica, destacando su evolución desde un concepto innovador hasta convertirse en una herramienta esencial en la teoría matemática moderna.

Al comparar el plano con el plano perforado, espacios conexos y no compactos, no son homeomorfos debido a la presencia del agujero en el plano perforado. Esta distinción se logra mediante el grupo fundamental, que revela que las curvas cerradas en el plano pueden contraerse a un punto, mientras que, en el plano perforado, un círculo alrededor del agujero no puede contraerse de la misma manera.

El desarrollo del concepto de grupo fundamental, desde sus inicios hasta su estado actual, ha sido primordial para la topología algebraica moderna. El trabajo de matemáticos clave ha permitido que este concepto se convierta en una piedra angular para el análisis y la clasificación de espacios topológicos, subrayando su importancia en el panorama matemático actual.

Palabras clave: Grupo fundamental, topología algebraica, desarrollo histórico, espacios topológicos.

Problema de investigación

El problema específico es la necesidad de un análisis del grupo fundamental y su impacto en la topología algebraica, para así valorar adecuadamente su papel crucial en la teoría matemática moderna y en la clasificación y análisis de espacios topológicos.

Marco Teórico

1. Grupo fundamental

En algún momento de la "creación" de la topología algebraica, se consideraba como un tema "esotérico, especializado y disjunto del panorama general del pensamiento matemático" (Massey, 1991).

El matemático francés Henri Poincaré (1854-1912) en 1895, en su obra "Analysis Situs", desarrolló los primeros conceptos de la topología algebraica, marcando el nacimiento de la topología algebraica como una rama independiente en las matemáticas, y el grupo fundamental $\pi 1(X, x0)$ fue uno de sus primeros y más importantes conceptos. Otros matemáticos refinaron y expandieron el concepto de grupo fundamental, junto con la teoría de la homotopía y la homología. Algunos de ellos: Hermann Weyl (1885-1955) y Emmy Noether (1882-1935), quienes trabajaron en la teoría de grupos y algebrizaron aún más la topología. Seifert (1907-1996) y Van Kampen (1908-1942), quienes en 1933 formularon el Teorema de Seifert-Van Kampen, que permite en algunos casos calcular el grupo fundamental de espacios topológicos complejos al descomponerlos en partes más simples.

El grupo fundamental es una herramienta central en topología algebraica, y mide el número de "agujeros" en un espacio, en cierto sentido. Por ejemplo, al observar el plano y el plano perforado, ambos son no compactos, conexos; sin embargo, la intuición sugiere que no deberían ser homeomorfos entre sí porque el plano perforado tiene un "agujero", mientras que el plano lleno no: al tomar cualquier curva cerrada en 2, se observa que puede retraerse continuamente hasta un punto; en cambio, es intuitivamente claro que un círculo dibujado alrededor del agujero en el espacio nunca puede retraerse continuamente hasta un punto (Lee, 2011).

2. Algunos conceptos

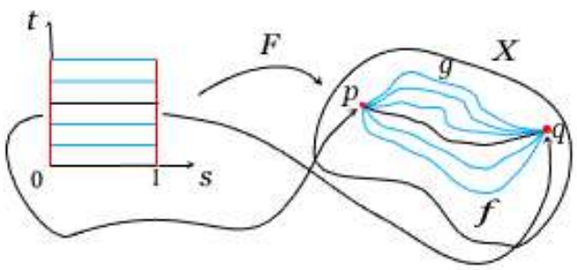
El grupo fundamental se define en términos de lazos (bucles) y deformaciones de lazos. A veces será útil considerar de manera más general los caminos y sus deformaciones (Hatcher, 2001).

Por un camino en un espacio X entendemos una función continua f: I → X donde I es el intervalo unitario [0,1]. La idea de deformar continuamente un camino, manteniendo sus puntos finales fijos, se precisa con la siguiente definición.

Una homotopía de caminos en X es una familia $\{f_t: I \to X, 0 \leqslant t \leqslant 1\}_{t\in I}$, tal que

(1) Los puntos finales $f_t(0) = x_0$ y $f_t(1) = x_1$ son independientes de t.
(2) La función asociada $F: I \times I \to X$ definida por $F(s,t) = f_t(s)$ es continua.

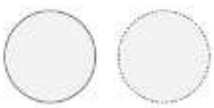
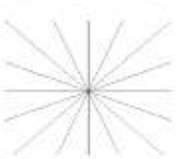
Cuando dos caminos f_0 y f_1 están conectados de esta manera por una homotopía f_t, se dice que son homotópicos. La notación para esto es $f_0 \simeq f_1$.



La construcción del grupo fundamental de un espacio X, denotado fundamental π 1(X, x0), requiere una relación de equivalencia en lazos (caminos cuyos puntos inicial y final coinciden): Dos lazos son equivalentes si uno puede deformarse continuamente en el otro. El conjunto de clases de equivalencia se llama grupo fundamental del espacio:

$$\pi_1(X, x_0) := \{[f]: f: I \to X, continua, f(0) = x_0, f(1) = x_0\}.$$

El producto de dos elementos del grupo se obtiene siguiendo primero un camino y luego el otro (concatenación). Un primer hecho importante es que dos espacios homeomorfos tienen grupos fundamentales isomorfos. Algunos resultados:

Espacio	Imagen	Grupo Fundamental
Recta real		Grupo trivial: $\{0\}$
Bolas cerradas y abiertas		Grupo trivial
El plano real $\mathbb{R}^2$		Grupo trivial
El círculo		$\mathbb{Z}$
Cilindro		$\mathbb{Z}$
Cinta de Möbius		$\mathbb{Z}$
Botella de Klein		Grupo libre $< a, b: aba^{-1}b^{-1} = 1 >$
Toro		Producto directo: $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$
$\mathbb{R}^2 \setminus \{0\}$		$\mathbb{Z}$
Plano proyectivo real $\mathbb{RP}^2$		$\mathbb{Z}_2$

Para un espacio simplemente conexo como una esfera S2, el grupo fundamental es trivial (es decir, tiene solo el elemento identidad), lo que refleja la ausencia de agujeros de un solo bucle: al recoger el lazo basado en el punto x0, no hay “obstáculos” que impidan contraerlo al punto base.

El grupo fundamental es un invariante topológico, lo que significa que no cambia bajo homeomorfismos, y por lo tanto es útil para distinguir espacios topológicos. Si dos espacios tienen grupos fundamentales diferentes, no pueden ser homeomorfos.

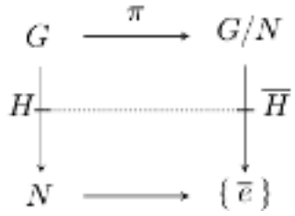
3. Algunos resultados usados

De Emmy Noether se cuenta con (Lang, 2002):

Teorema 3.1 (Teorema de correspondencia). Sea un homomorfismo de grupo sobreyectivo. La función es una correspondencia 1-1 entre la familia de subgrupos de G que contiene a y la familia de subgrupos de. Además, los subgrupos normales de G corresponden a los subgrupos normales de G'.

Corolario 3.2. Sea N un subgrupo normal de un grupo G. Entonces existe una biyección

$$\{Subgrupos\ de\ G\ que\ contienen\ N\} \rightarrow \{Subgrupos\ de\ G/N\}$$



El grupo fundamental de un espacio topológico está ligado al concepto de functor en teoría de categorías: desde la categoría de espacios topológicos con puntos base a la categoría de grupos. Si tenemos una función continua φ:X→Y, esta produce un homomorfismo

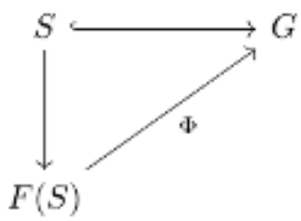
$$\begin{array}{rccc} \varphi_*: & \pi_1(X,x_0) & \longrightarrow & \pi_1(Y,\varphi(x_0)) \\ & [f] & \longmapsto & [\varphi \circ f] \end{array}$$

con lo cual se genera el homomorfismo φ_* inducido por φ

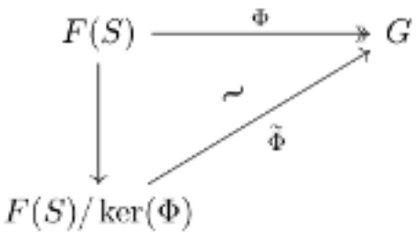
$$\begin{array}{ccc} \left\{\begin{array}{c}\text{Espacios}\\ \text{Topológicos}\end{array}\right\} & \longrightarrow & \{\text{Grupos}\} \\ (X,x_0) & & \pi_1(X,x_0) \\ \Big\downarrow \varphi & & \Big\downarrow \varphi_* \\ (Y,\varphi(x_0)) & & \pi_1(Y,\varphi(x_0)) \end{array}$$

La propiedad universal de grupos libres nos permite describir grupos arbitrarios en términos de generadores y relaciones: Sea G un grupo con un conjunto generador S. Por la propiedad universal de los grupos libres, existe un homomorfismo

$\Phi: F(S) \to G$ tal que $\Phi(s) = s$, para todo $s \in S$.



Así, Φ es sobreyectiva. Por el teorema de homomorfismos



es decir, $G \simeq F(S/\ker(\Phi))$.

El teorema de Seifert - Van Kampen permite descomponer un espacio complicado en partes más simples cuyos grupos fundamentales ya se conocen, y luego combinar esos grupos usando teoría de grupos (generalmente producto libre amalgamado) (Hatcher, 2001).

Teorema 3.3 (Seifert - Van Kampen). Si X es la unión de subconjuntos abiertos y conexos por caminos, A_α, donde $x_0 \in \bigcap A_\alpha$ y cada intersección $A_\alpha \cap A_\beta$ es conexa por caminos, entonces el homomorfismo $\Phi: *_\alpha \pi_1(A_\alpha) \to \pi_1(X)$ es sobreyectivo. Además, si cada triple intersección $A_\alpha \cap A_\beta \cap A_\gamma$ es conexa por caminos, entonces el kernel de Φ es el subgrupo normal N generado por todos los elementos de la forma $\iota_{\alpha\beta}(\omega)\iota_{\beta\alpha}(\omega)^{-1}$ para $\omega \in \pi_1(A_\alpha \cap A_\beta)$. Y por lo tanto Φ induce un isomorfismo $\pi_1(X) \simeq *_\alpha \pi_1(A_\alpha)/N$.

¿Por qué la necesidad de estudiar homología?
La homología es una herramienta fundamental en topología algebraica porque permite estudiar y clasificar propiedades de los espacios topológicos de manera algebraica, facilitando el análisis de características esenciales como los huecos, agujeros o componentes conectados.

Una de las grandes ventajas de la homología es que convierte problemas geométricos complejos en problemas algebraicos más manejables. En lugar de trabajar con espacios topológicos, la homología asocia a estos espacios grupos abelianos, llamados

grupos de homología. Los grupos de homología son invariantes topológicos, lo que significa que no cambian bajo homeomorfismos (deformaciones continuas sin rasgar ni pegar partes nuevas). Esto los convierte en herramientas poderosas para distinguir espacios topológicos.

La homología no solo se aplica a espacios clásicos como superficies y variedades, sino que también se puede extender a estructuras más generales y abstractas, como complejos simpliciales (usados en teoría de grafos y análisis de datos) o espacios CW (espacios que se construyen a partir de piezas básicas llamadas celdas). Esta flexibilidad hace que la homología sea útil en una amplia gama de contextos matemáticos. La homología está profundamente conectada con otros invariantes topológicos, como la homotopía y la cohomología. A menudo, estos invariantes se utilizan juntos para obtener una descripción más completa de un espacio topológico.

Objetivos:

General

Analizar el desarrollo histórico y conceptual del grupo fundamental en la topología algebraica, evaluando su evolución desde su introducción por Henri Poincaré hasta su consolidación como una herramienta esencial para el análisis y clasificación de espacios topológicos en la teoría matemática moderna.

Específicos

- Contextualizar la importancia del grupo fundamental en la topología algebraica, destacando cómo su introducción en 1895 por Henri Poincaré marcó el inicio de la topología algebraica como un campo independiente y su impacto en el análisis de espacios topológicos.
- Examinar los aportes de matemáticos posteriores, como Hermann Weyl, Emmy Noether, Seifert y van Kampen, y cómo sus contribuciones han refinado y ampliado el concepto de grupo fundamental, subrayando su relevancia en la evolución de la teoría y en la diferenciación de espacios topológicos.

Método -Metodología -Participantes

El método es una revisión de la literatura matemática histórica y contemporánea relacionada con el grupo fundamental. Se examinan las contribuciones de matemáticos como Hermann Weyl, Emmy Noether, Seifert, y van Kampen, y cómo sus trabajos han influido en la evolución del grupo fundamental y la topología algebraica.

Resultados y discusión

Henri Poincaré introdujo el concepto de grupo fundamental en 1895 en su obra "Analysis Situs", estableciendo las bases para la topología algebraica. Este concepto revolucionó el campo al ofrecer una nueva herramienta para analizar la estructura de los espacios topológicos. Matemáticos posteriores, como Hermann Weyl, Emmy Noether, Seifert y van Kampen, ampliaron y refinaron el concepto del grupo fundamental. Weyl y Noether contribuyeron con desarrollos en la teoría de grupos, mientras que Seifert y van Kampen formularon el Teorema de Seifert-van Kampen, fundamental para descomponer espacios complejos en partes más simples y calcular su grupo fundamental.

El grupo fundamental se ha consolidado como una herramienta esencial en la topología algebraica. Permite medir y distinguir características topológicas de los espacios, como el número de “agujeros” que contienen. Esta capacidad de medir propiedades topológicas es fundamental para la clasificación y análisis de espacios. El grupo fundamental facilita la diferenciación entre espacios que, aunque puedan parecer topológicamente similares, presentan diferencias significativas en su estructura subyacente. Por ejemplo, se puede distinguir entre el plano y el plano perforado mediante el análisis del grupo fundamental.

Se destaca la evolución del concepto de grupo fundamental desde su introducción hasta su rol actual como pilar de la topología algebraica. Inicialmente considerado como una rama esotérica, el grupo fundamental ha demostrado ser una herramienta indispensable en el análisis topológico, revelando cómo los espacios pueden diferenciarse y clasificarse con base en sus características topológicas intrínsecas.
Se subraya cómo el grupo fundamental permite distinguir entre espacios que a primera vista podrían parecer similares pero que en realidad presentan diferencias significativas. Esta capacidad de diferenciación es fundamental para la teoría matemática moderna y la aplicación práctica en diversas áreas, como la geometría y la física teórica.

Referencias

Hatcher, A. (2001). Algebraic topology (first ed.). Cambridge University Press.
Lang, S. (2002). Algebra (3.a ed.). Springer-Verlag.
Lee, J. M. (2011). Introduction to Topological Manifolds (2.a ed.). Springer-Verlag.
Massey, W. S. (1991). A basic course in algebraic topology. Springer-Verlag.

Uptc
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
CEAI
UDUAL
ACREDITACION INSTITUCIONAL
INTERNACIONAL
2022 - 2027
ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
DE ALTA CALIDAD
MULTICAMPUS
Resolución 023655 de 2021 MEN / 6 años
Facultad Seccional
Duitama