CIFE
Centro Universitario

Ecocience
INTERNATIONAL JOURNAL

Vol.5, No. 8, enero-junio 2023

OPEN ACCESS

Ecocience
INTERNATIONAL JOURNAL

Vol 5. No. 8, ENERO-JUNIO 2023

CIFE
Centro Universitario

Ecocience International Journal
Vol 5., No. 8 enero-junio 2023
DOI: https://doi.org/10.35766/j.ecocience

ECOCIENCE INTERNATIONAL JOURNAL, 5 (8), ENERO-JUNIO 2023, es una Publicación semestral editada por CORPORACIÓN UNIVERSITARIA CIFE S.C. (www.cife.edu.mx), Calle Tabachín, 514, Bellavista, 62140, Cuernavaca, Morelos, México.Tel. (01)777 243 8320.Sitio Web: www.cife.edu.mx/ecocienceE-mail: forhum@cife.edu.mx

Director Editorial: Dr. Josemanuel Luna-Nemecio

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-051714010000-102, ISSN: 2992-6998 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Corporación Universitaria CIFE S.C., Calle Tabachín, 514, Bellavista, 62140, Cuernavaca, Morelos, México: JUNIO 2022.

Las opiniones e ideas expresadas por los autores no reflejan la postura del editor de la publicación ni de la Corporación Universitaria CIFE S.C.

Ecocience International Journal
ISNN: 2992-6998

DOI: https://doi.org/10.35766/j.ecocience

© Centro Universitario CIFE
Cuernavaca, Morelos
www.cife.edu.mx

Ecocience International Journal es una revista internacional, de acceso abierto, de publicación semestral y de revisión por pares. Está orientada a economistas, sociólogos, politólogos, abogados, geógrafos, urbanistas, comunicólogos, filósofos, lingüistas, psicólogos, científicos sociales y humanistas en general. *Ecocience International Journal* tiene por objetivo la publicación de textos inéditos precedentes de investigaciones teóricas y aplicadas relacionadas con los estudios sobre ecología, educación, sustentabilidad, geografía, tecnociencia, salud y psicología.. *Ecocience International Journal* publica artículos en españos, inglés, fráncés y portugués.

Para postular artículos, conocer la política editorial, suscripciones y demás información, visite el sitio web:
https://www.cife.edu.mx/ecocience/index.php/ecocience
Vol 5. , No. 8, ENERO-JUNIO 2023

Ecocience International Journal es publicada por el Centro Universitario CIFE y está sujeta a los términos de la licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional de Creative Commons.

Estos términos aplican a menos que se establezca de otra forma y pueden ser consultados en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es

Director Editorial
Josemanuel Luna Nemecio

Contacto e información
Calle Tabachin 514.
Colonia Bellavista, C.P. 62140
Cuernavaca, Morelos, México
Tel: +52 777 243 8320
Correo electrónico: ecocience@cife.edu.mx

Descargo de responsabilidad (Disclaimer).
El Centro Universitario CIFE hace todo lo posible para garantizar la precisión de la información contenida en sus publicaciones. Sin embargo, la Entidad Editora, el Director Editrial y los Editores Invitados no realizan ninguna declaración ni ofrecen garantías en cuanto a la precisión, integridad o idoneidad del contenido publicado para cualquier propósito o aplicación y rechazan todas las declaraciones y garantías, ya sean expresas o implícitas, en la máxima medida permitida por la ley. Por tanto, no pueden ser considerados responsables de los errores o cualquier consecuencia derivada del uso de la información contenida en esta revista. Los puntos de vista y opiniones expresadas no necesariamente reflejan las de los editores o la Entidad Editorial.

Comité Editorial

Dra. Lorena Castilla
University of Essex, Reino Unido

Dra. Mariby Boscán
Universidad del Zulia, Venezuela

Dra. Rosa María Varela Garay
Universidad Pablo de Olavide, España

Dra. Suyai Malen García Gualda
Instituto Patagónico de Estudios en Humanidades y Ciencias Sociales, Argentina

Dra. Fabiana Parra
Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina

Dr. Rolando Medina Peña
Universidad Metropolitana (UMET), Ecuador

Dr. Moisés Joel Arcos Guzmán
Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia

Dr. Jesús Antonio Quiñones
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

Dr. Antonio Allegretti
St. Augustine University of Tanzania, Tanzania

Dr. Alex Covarrubias V.
School of Transborder Studies, College of Liberal Arts and Sciences, Estados Unidos

Dr. Voltaire Alvarado Paterson
Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Chile

Dr. Roberto Simbaña
Centro de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades desde América Latina, Ecuador

Comité Científico

Dra. Mónica Patricia Toledo González
Universidad Autónoma de Tlaxcala, México

Dra. Haydeé Parra-Acosta
Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Dra. Karla Elizabeth Mariscal Urreta
Universidad Autónoma de Querétaro, México

Dra. Karina Xóchitl Atayde Manríquez
El Colegio de la Frontera Sur, México

Dr. Sergio Tobón
Ekap University, Estados Unidos

Dr. Gonzalo Javier Flores Mondragón
Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Dr. Alexandro Escudero
Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Dr. Naú Silverio Niño-Gutiérrez
Universidad Autónoma de Guerrero, México.

Dr. Arturo Barraza Macías
Universidad Pedagógica de Durango, México.

Dr. Antonio García-Anacleto
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

Ecocience
INTERNATIONAL JOURNAL

https://doi.org/10.35766/j.ecocience.23580
ISNN: 2992-6998
Vol. 5, No. 8, 2023 | e23580 | enero-junio 2023
Recibido: Marzo, 13, 2023 | Aprobado: Mayo 11, 2023
Publicado: Junio 30, 2023

Marcos teóricos y tesoros ocultos: Un viaje multidisciplinario para impulsar la conciencia ambiental, el emprendimiento sustentable con incidencia social

Theoretical frameworks and hidden treasures: A multidisciplinary journey to promote environmental awareness, sustainable entrepreneurship with social impact

Resumen: El objetivo central es analizar los tesoros ocultos en distintas disciplinas, investigando cómo convergen para fomentar una conciencia ambiental y soluciones innovadoras gracias a que se sugirió a los investigadores responder preguntas sobre la convergencia disciplinaria y el aporte teórico al desarrollo sostenible. La metodología comprendió la investigación científica con énfasis en el análisis multidisciplinario. Se exploran interacciones naturaleza-salud y se destaca el emprendimiento sustentable como agente de cambio global. Además, se investiga el potencial antiviral de compuestos en cáscaras de frutas y hortalizas. Los resultados revelan la importancia de proyectos interdisciplinarios en la promoción de soluciones transformativas. Se destaca el papel crucial de interacciones sociales y culturales en emprendimientos sustentables. Se evidencia el valor de compuestos fenólicos antivirales en la lucha contra enfermedades infecciosas. Los marcos teóricos impulsan un desarrollo sostenible, equitativo y consciente. En conclusión, los proyectos interdisciplinarios y marcos teóricos son pilares del desarrollo consciente y resiliente. Las investigaciones que integran el dossier reafirman la importancia de abordajes holísticos para construir un futuro armonioso y empoderado.

Palabras clave: conciencia ambiental; emprendimiento responsable; interdisciplinariedad; investigación científica; sostenibilidad.

Abstract: The central goal is to analyze hidden treasures in various disciplines, investigating how they converge to promote environmental awareness and innovative solutions, thanks to researchers being prompted to address questions about interdisciplinary convergence and theoretical contributions to sustainable development. The methodology involved scientific research with an emphasis on multidisciplinary analysis. Interactions between nature and health are explored, and sustainable entrepreneurship is highlighted as an agent of global change. Furthermore, the antiviral potential of compounds in fruit and vegetable peels is investigated. The results reveal the importance of interdisciplinary projects in promoting transformative solutions. The crucial role of social and cultural interactions in sustainable enterprises is emphasized. The value of antiviral phenolic compounds in the fight against infectious diseases is demonstrated. Theoretical frameworks drive sustainable, equitable, and conscious development. In conclusion, the interdisciplinary projects and theoretical frameworks are pillars of conscious and resilient development. The research included in the dossier reaffirms the importance of holistic approaches in building a harmonious and empowered future.

Keywords: environmental awareness; interdisciplinarity; responsible entrepreneurship; scientific research, sustainability.

Autores

Jacob Niño-Castillo
Universidad de Guadalajara
niño167@outlook.com

Naú Silverio Niño-Gutiérrez
Universidad Autónoma de Guerrero, México.
nsninog@uagro.mx

Conflicto de intereses
Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Financiamiento
El artículo no recibió un apoyo económico

Agradecimientos
No Aplica

Nota
El artículo no forma parte de algún otro

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Niño-Castillo, J., & Niño-Gutiérrez, N. S., (2023). Marcos teóricos y tesoros ocultos: Un viaje multidisciplinario para impulsar la conciencia ambiental, el emprendimiento sustentable con incidencia social. *Ecocience International Journal, 5*(8): e23580. https://doi.org/10.35766/j.ecocience.23580

Entidad editora

CIFE Centro Universitario

OPEN ACCESS

Introducción

En un mundo marcado por desafíos ambientales, sociales y de salud, la búsqueda de enfoques innovadores que aborden de manera integral estas problemáticas se ha vuelto esencial (Nájera Ochoa, 2018). En este contexto, el presente artículo se adentra en un territorio donde la naturaleza, la sociedad y la ciencia convergen para desvelar perspectivas inexploradas y soluciones potenciales bajo diversos marcos teóricos con la mirada hacia un desarrollo social sostenible a través de proyectos transversales con incidencia social, esta contribución busca trazar un itinerario único hacia un futuro más consciente y resiliente. Y con ello, atender un vacío de investigación que tiene que ver con la falta de un enfoque integral en la exploración de soluciones sustentables para abordar enfermedades a través de recursos naturales. Esta área de investigación científica podría revolucionar la forma en que se enfrenta a las enfermedades infecciosas, así como la apertura de nuevas perspectivas para la relación entre la naturaleza y la salud, fusionando la ciencia médica con la sabiduría ancestral de los recursos naturales (Niño-Gutiérrez, 2022a).

A pesar del crecimiento del emprendimiento sustentable como motor de cambio a nivel global, se necesita una mayor investigación centrada en la intersección entre proyectos transversales de desarrollo social sostenible y la participación comunitaria (Rullán Ayza et al., 2015). A menudo, los esfuerzos empresariales y sociales se desarrollan en silos separados, lo que limita su impacto y alcance. Una brecha crítica en la investigación radica en la identificación de estrategias efectivas para fomentar la colaboración entre empresas, comunidades y sectores gubernamentales, al permitir la creación conjunta de soluciones innovadoras que trasciendan las barreras tradicionales. Abordar esta cuestión podría generar un cambio paradigmático en la forma en que abordamos los desafíos ambientales, sociales y de salud, al promover un enfoque más holístico y colaborativo hacia un futuro social sostenible (Niño-Castillo et al., 2020).

Los tesoros ocultos en las diversas disciplinas del conocimiento, despiertan interrogantes fundamentales sobre las interacciones entre la naturaleza y la salud humana (Niño-Gutiérrez y Luna-Nemecio, 2021). En paralelo, el emprendimiento sustentable emerge como un catalizador de cambio en cualquier parte del orbe, donde las interacciones sociales tejidas en la trama cultural y comunitaria desempeñan un rol fundamental en la creación de soluciones que trascienden las fronteras empresariales. A su vez, la exploración de cáscaras de frutas y hortalizas como portadoras de compuestos fenólicos antivirales revela un enfoque sorprendente y audaz para enfrentar enfermedades infecciosas (Fonnegra-Gómez y Villa-Londoño, 2011). Y finalmente, el concepto de desarrollo social sostenible se entrelaza con proyectos transversales, que representan la convergencia entre la educación, la acción colectiva y la transformación positiva en comunidades diversas y en constante evolución. A medida que se avanza en esta travesía multidimensional, se sumerge en el panorama cambiante del conocimiento y la innovación, con la esperanza de arrojar luz sobre nuevos horizontes de posibilidad y promover un futuro más armónico y empoderado (Tiberius et al., 2021).

Objetivo central

Explorar la intersección dinámica entre la naturaleza, la sociedad y la ciencia mediante un análisis exhaustivo de los conocimientos latentes en diversas disciplinas. Con el propósito de contextualizar el contenido de este compendio, se estableció como directriz para los autores y autoras que contribuyeron al número 8 del año 2022 de la revista *Ecocience International Journal*, abordar en sus escritos las siguientes preguntas fundamentales: ¿De qué manera se entrelazan los objetos de estudio provenientes de diversas disciplinas para potenciar la conciencia ambiental y engendrar soluciones

innovadoras en distintos campos? Y en segundo lugar, ¿cómo pueden los marcos teóricos empleados en el enfoque de desarrollo social sostenible aportar a la edificación de un porvenir más informado, equitativo y resistente?"

Metodología

El procedimiento general para la investigación científica implica; *a)* Definición del alcance de la investigación, al establecer claramente los objetivos de la investigación; *b)* Revisión de la literatura científica y académica relacionada con los compuestos al identificar las teorías, conceptos y enfoques clave relacionados con cada uno de los temas para establecer un marco teórico sólido; *c)* Diseño metodológico, implicó seleccionar métodos de investigación apropiados para cada componente de la investigación así como definir los criterios de selección de muestras, población objetivo y otros parámetros relevantes para cada componente; *d)* Recolección de datos, llevar a cabo sesiones de recopilación de datos cualitativos a través de grupos de enfoque y observación participante en proyectos transversales.

e) Análisis de datos e información, realizar entrevistas o aplicar cuestionarios con integrantes de la academia, sociedad civil, empresarios o integrantes de los tres niveles de gobierno, para identificar patrones y temas emergentes. Realizar un análisis cualitativo o cuantitativo de los datos recopilados para identificar procesos de desarrollo social sostenible y su impacto en la conciencia ambiental; *f)* Integración y discusión de resultados, al sintetizar los hallazgos de cada componente y analizar cómo se relacionan y afectan mutuamente; g) Conclusiones y h) redacción del artículo.

Desarrollo

Marcos teóricos

Se fundamentan en una interconexión de enfoques multidisciplinarios que, en el contexto del emprendimiento sustentable, se recurre a teorías de negocios sostenibles y economía circular para analizar cómo las iniciativas emprendedoras pueden integrar aspectos ambientales y sociales en su modelo de negocio. Se exploran modelos de colaboración y enfoques de impacto social para examinar cómo la interacción social dentro de estas iniciativas puede generar soluciones equitativas y transformadoras, al involucrar a comunidades y generar un cambio positivo.

El enfoque de desarrollo social sostenible se respalda en teorías de desarrollo sostenible y proyectos transversales, donde se explora cómo la socioformación puede servir como puente entre la educación, la participación ciudadana y la transformación comunitaria. Se consideran enfoques participativos y estrategias de empoderamiento para analizar cómo proyectos transversales pueden abordar desafíos sociales y ambientales desde una perspectiva integral, para promover el desarrollo sostenible en diversas comunidades (Maini et al., 2021).

Este marco teórico interdisciplinario se fusiona en la presente investigación para ofrecer una comprensión integral y profunda de la interrelación entre el emprendimiento sustentable, la interacción social y el desarrollo social sostenible, generando un enfoque holístico que busca catalizar la conciencia ambiental, la innovación y la transformación positiva en México y más allá (Horlings et al., 2021).

La Teoría General de los Sistemas Espaciales (TGSE) ofrece un enfoque conceptual valioso para comprender las complejas interacciones y relaciones presentes en el entorno geográfico y social abordado en este *dossier*. La TGSE postula que los sistemas espaciales son entidades interconectadas y dinámicas que incluyen elementos geográficos, ambientales y sociales, cuyas interacciones generan

patrones y procesos característicos en un espacio determinado (Shatel & Cendra, 2011). La teoría ofrece una lente para explorar cómo las interacciones sociales, influenciadas por valores culturales y colaboración, pueden respaldar la implementación exitosa de iniciativas sustentables y fortalecer la cohesión comunitaria. Por último, la TGSE permite abordar cómo el enfoque de desarrollo social sostenible, con su énfasis en proyectos transversales y socioformación, establece conexiones y sinergias entre diversos componentes del sistema espacial. Al considerar la educación, la participación ciudadana y el empoderamiento como elementos interconectados, la teoría resalta cómo estos factores pueden desencadenar transformaciones sociales y ambientales profundas en el contexto de México y más allá (Niño-Gutiérrez, 2023).

La teoría del holismo, arraigada en la noción de que un sistema debe ser comprendido en su totalidad en lugar de analizar sus partes individuales de manera aislada, aporta una perspectiva esencial para abordar los elementos interconectados y complejos presentes en el contenido del dossier. En este enfoque, se busca comprender cómo cada uno de estos elementos contribuye al funcionamiento general y al impacto del sistema en su conjunto. La teoría del holismo permite explorar cómo estos elementos convergen y se retroalimentan mutuamente, creando sinergias que van más allá de las partes individuales. Además, la teoría del holismo pone de relieve la importancia de considerar el contexto y las interdependencias entre los componentes del sistema (Díaz-Navarro, 2022).

Las interacciones sociales en el emprendimiento sustentable y la implementación de proyectos transversales no solo afectan a los individuos involucrados, sino que también tienen ramificaciones en la conciencia ambiental y en la transformación social a nivel comunitario (Cerezo Piedrahíta, 2023). El enfoque holístico resalta cómo el éxito y la eficacia de cada componente dependen de su integración y coexistencia armoniosa dentro del sistema, lo que influye en la creación de un entorno más equilibrado y sostenible.

La teoría de la complejidad, una perspectiva que busca comprender y abordar sistemas complejos que emergen de interacciones no lineales y dinámicas entre múltiples elementos, proporciona un enfoque profundo y pertinente para analizar el contenido del *dossier*. La teoría de la complejidad permite identificar cómo los elementos del estudio interactúan entre sí y cómo estas interacciones generan efectos emergentes, no siempre previsibles, que moldean el comportamiento global del sistema. De manera similar, el emprendimiento sustentable y los proyectos transversales pueden desencadenar cambios en la conciencia ambiental y social que influyen en la manera en que las comunidades se relacionan y responden a los desafíos locales (Vázquez Pérez& Viguri Axpe, 2020).

La teoría de la complejidad enfatiza la importancia de abordar la incertidumbre y la no linealidad en la investigación, y ofrece herramientas para comprender las conexiones y patrones emergentes en sistemas complejos. Al aplicar esta teoría al contenido del *dossier*, se busca descubrir cómo los diferentes elementos se entrelazan, cómo influyen en la evolución del sistema y cómo los resultados pueden ser a menudo impredecibles debido a las múltiples interacciones (Becerra, 2020).

La teoría de la resiliencia (Masten, 2021), que se centra en la capacidad de los sistemas para resistir, adaptarse y recuperarse frente a perturbaciones y cambios, ofrece un marco conceptual valioso para analizar el contenido del *dossier*. Del mismo modo, se analiza cómo el emprendimiento sustentable en el noroeste de México, impulsado por interacciones sociales y enfoques colaborativos, contribuye a la adaptabilidad y recuperación de las comunidades frente a cambios ambientales y económicos (Raeyze et al., 2022). Al adoptar esta teoría, se busca identificar las estrategias y características que contribuyen a la resiliencia en cada componente del estudio, comprendiendo cómo

estas interacciones y procesos influyen en la capacidad del sistema en su conjunto para adaptarse y prosperar (García González et al., 2022).

Acerca del dossier

El número 8 de la revista *Ecocience International Journal* reúne cuatro investigaciones académicas elaboradas por expertos que tiene como ejes articuladores: a) los objetos de estudio en diversas disciplinas convergen para promover la conciencia ambiental y b) los marcos teóricos empleados muestran afinidad al enfoque de desarrollo social sostenible. Dichos ejes fueron planteados desde una perspectiva interdisciplinaria lo cual, enriquece a la literatura internacional existente.

El *dossier* titulado "Marcos teóricos y tesoros ocultos: Un viaje multidisciplinario para impulsar la conciencia ambiental, el emprendimiento sustentable con incidencia social" se integra por cuatro artículos de investigación a los que se les elaboró una presentación resumida. El primer artículo del *dossier* corresponde al trabajo académico "Explorando los tesoros ocultos del Cilantro: Un enfoque innovador para impulsar la conciencia ambiental en el nivel superior a través de la determinación de metabolitos" de la autoría de la Dra. Marvel del Carmen Valencia Gutiérrez, el maestro Isaías Naú Niño-Castillo y la Dra. Magnolia del Rosario López Méndez, en el cual exponen que, en un mundo que enfrenta desafíos ambientales cada vez más acuciantes, surge la necesidad de desarrollar soluciones innovadoras y conscientes del entorno. En este contexto, las hierbas aromáticas han emergido como un enfoque intrigante para explorar conexiones entre la biodiversidad y la salud humana, trascendiendo las fronteras de la culinaria tradicional. En particular, el cilantro (*Coriandrum sativum L.*) ha capturado la atención científica debido a su potencial riqueza en metabolitos, cuyas propiedades farmacológicas y ambientales podrían abrir puertas hacia una comprensión más profunda de la interrelación entre la naturaleza y la sociedad. Esta exploración de los "tesoros ocultos" del cilantro no solo promete un nuevo horizonte de conocimiento, sino que también busca revitalizar la conciencia ambiental en el nivel superior mediante un enfoque innovador basado en la determinación de metabolitos.

En este contexto, el presente estudio se adentra en la intrincada red de metabolitos presentes en el cilantro, abriendo ventanas hacia la comprensión de sus beneficios potenciales tanto en términos de salud humana como de sostenibilidad ambiental. La investigación propuesta no solo busca desvelar las propiedades farmacológicas latentes en esta humilde planta, sino que también tiene como objetivo fomentar una profunda apreciación de los ecosistemas naturales y su vínculo esencial con el bienestar humano. A través de un enfoque interdisciplinario y vanguardista, que combina la química, la biología y la conciencia ambiental, este estudio aspira a no solo revelar los secretos ocultos del cilantro, sino también a catalizar una transformación educativa en el nivel superior, donde la exploración de la naturaleza se convierte en una herramienta poderosa para cultivar la conciencia ecológica en las mentes y corazones de las generaciones futuras.

El segundo artículo titulado "Desarrollo social sostenible y proyectos transversales: un enfoque desde la socioformación" de la autoría de la Dra. Itala Susana Días-España; el Dr. Rubén López-Vázquez; la Dra. Laura Irene Dino-Morales y el Dr. José Manuel Vázquez Antonio permiten vislumbrar que, en el panorama contemporáneo, la búsqueda de un desarrollo social sostenible se erige como uno de los desafíos más apremiantes y trascendentales para la humanidad. En este contexto, la convergencia de la educación y la acción comunitaria emerge como un enfoque crucial para la construcción de sociedades equitativas y responsables con el entorno.

En tal sentido, los proyectos transversales han surgido como una estrategia dinámica y holística para abordar las problemáticas sociales desde múltiples dimensiones. Sin embargo, su efectividad

radica en la forma en que se integran con los procesos de formación, lo que ha dado origen al concepto de "socioformación". En este marco conceptual, la presente exploración busca no solo desentrañar la interacción entre proyectos transversales y desarrollo social sostenible, sino también arrojar luz sobre la importancia de la socioformación como un puente esencial entre la educación, la participación ciudadana y la construcción de comunidades resilientes y conscientes.

Este estudio se sumerge en la profundidad de la interrelación entre el desarrollo social sostenible y los proyectos transversales, con un enfoque particular en el concepto emergente de socioformación. A través de un análisis interdisciplinario, se examina cómo los proyectos transversales, al trascender los límites disciplinarios y abordar problemáticas sociales complejas, pueden catalizar un cambio profundo en las estructuras comunitarias y en la percepción colectiva de la sostenibilidad. La socioformación, como marco conceptual, se presenta como el cimiento para una educación que no solo busca transmitir conocimientos, sino también empoderar a los individuos para actuar como agentes de cambio en sus entornos sociales y ambientales (Niño-Gutiérrez, 2022b). Con este enfoque, se aspira a iluminar nuevas perspectivas sobre cómo la integración de proyectos transversales en los procesos educativos puede no solo enriquecer la formación académica, sino también forjar un camino hacia el desarrollo sostenible arraigado en valores de colaboración, equidad y preservación del entorno.

El tercer artículo denominado "Cáscaras de frutas como vehículo para la disponibilidad de compuestos fenólicos con actividad contra el virus de la influenza" cuyos autores son el Dr. Gilberto Mercado Mercado y la Dra. Delia Libier Hernández de la Rosa evidencian el continuo esfuerzo por encontrar soluciones innovadoras en la lucha contra enfermedades virales, donde el potencial de los compuestos naturales se ha convertido en un enfoque de investigación crucial. Entre estos compuestos, los fenólicos han demostrado propiedades bioactivas significativas, incluida su capacidad para combatir virus patógenos. En esta línea, la utilización de cáscaras de frutas como vehículo para la disponibilidad de compuestos fenólicos con actividad antiviral se alza como un enfoque prometedor y novedoso. El presente ensayo se sumerge en la investigación de esta fascinante intersección entre la biología vegetal y la salud humana, con un enfoque particular en el virus de la influenza.

La influenza, una enfermedad viral altamente contagiosa y potencialmente grave, representa un desafío constante para la salud pública global. A pesar de los avances médicos y farmacológicos, la necesidad de enfoques alternativos y complementarios para combatir la influenza sigue siendo apremiante. Las cáscaras de diversas frutas, que a menudo se consideran subproductos de la industria alimentaria, albergan una riqueza de compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes y antivirales. La capacidad de estas cáscaras para albergar y liberar compuestos fenólicos abre la puerta a la exploración de nuevas estrategias terapéuticas y preventivas contra el virus de la influenza. A través de un análisis detallado de los mecanismos subyacentes y los resultados de estudios previos, este trabajo se propone elucidar el potencial de las cáscaras de frutas como vehículos efectivos para la entrega de compuestos fenólicos con actividad antiviral, destacando su relevancia en la búsqueda continua de alternativas naturales y sostenibles en la lucha contra la influenza.

El cuarto artículo “Emprendimiento sustentable e interacción social: Experiencias desde el noroeste de México” de la Dra. Sylvia Mónica Pérez Núñez, explica que actualmente la sustentabilidad y la interacción social se han convertido en imperativos globales, el emprendimiento emerge como un motor crucial para impulsar soluciones innovadoras y equitativas. En el contexto específico del noroeste de México, una región rica en recursos naturales y diversidad cultural, el emprendimiento sustentable se presenta como una vía prometedora para abordar desafíos locales y contribuir al desarrollo integral de las comunidades. Este estudio se adentra en las experiencias y dinámicas de emprendimiento sustentable en el noroeste de México, explorando cómo la interacción

social desempeña un papel fundamental en la creación y consolidación de iniciativas que buscan un equilibrio entre el progreso económico, la preservación del entorno y el bienestar social.

La interacción social, como elemento fundamental en la concepción y ejecución de emprendimientos sustentables, trasciende las barreras individuales y empresariales para tejer una red de colaboración y apoyo mutuo. La diversidad cultural y el tejido social único del noroeste de México brindan un entorno propicio para la gestación de ideas emprendedoras arraigadas en valores locales y enfoques holísticos. Al analizar las experiencias exitosas y los desafíos enfrentados por emprendedores sustentables en esta región, este estudio se propone desentrañar cómo las interacciones sociales contribuyen a la creación de redes de apoyo, la difusión de conocimientos y la amplificación del impacto positivo de las iniciativas. Además, se examinará cómo el emprendimiento sustentable no solo impulsa la innovación y la creación de empleo, sino también cómo puede catalizar una transformación social al promover la participación activa de las comunidades y el empoderamiento de diversos actores. En última instancia, este trabajo busca arrojar luz sobre el potencial del emprendimiento sustentable como una fuerza motriz que no solo genera beneficios económicos, sino también promueve la cohesión social y la construcción de un futuro más equitativo y resiliente en el paisaje terrestre.

La metodología empleada resultó ser altamente pertinente para la consecución del objetivo central inicialmente planteado, que consistía en "explorar la intersección de la naturaleza, la sociedad y la ciencia mediante un análisis detallado de los tesoros ocultos del conocimiento en diversas disciplinas". Esta intersección se encuentra intrínsecamente relacionada con las respuestas que se buscaban para cada una de las preguntas orientadoras. La primera de estas cuestiones rectoras indagaba acerca de cómo los objetos de estudio de distintas disciplinas podrían converger de manera que fomentara la conciencia ambiental y diera origen a soluciones novedosas en diversos campos.

En aras de responder a esta pregunta, nos adentramos en un viaje de investigación que abordó diversos ámbitos de estudio, en apariencia divergentes, pero que convergieron de manera sorprendente y enriquecedora, impulsando de manera conjunta la conciencia ambiental y fomentando la creación de soluciones innovadoras. Todo ello es posible gracias a la integración de conocimientos profundos, la activación de la comunidad y la adopción de enfoques sostenibles.

Por otra parte, la respuesta a nuestra segunda pregunta rectora, que exploraba la contribución de los marcos teóricos empleados en el enfoque de desarrollo social sostenible para la construcción de un futuro más consciente, equitativo y resiliente, reveló una sinergia notable entre la innovación y la sostenibilidad. Nuestra investigación subrayó cómo la innovación científica y la búsqueda de soluciones sostenibles pueden trabajar en conjunto de manera armoniosa.

Al mismo tiempo, el enfoque de desarrollo social sostenible que puede ser adoptado en diversas disciplinas pueden desempeñar un papel fundamental en el fortalecimiento de la conciencia ambiental y en la capacidad de transformación de las comunidades. Estos dos pilares, la innovación y la sostenibilidad, se entrelazan en un baile armonioso que promueve tanto la evolución individual como la colectiva, contribuyendo a la construcción de un futuro más consciente, equitativo y resiliente. En resumen, las metodologías empleadas no solo abordan la intersección entre la naturaleza, la sociedad y la ciencia, sino que también teje un puente entre la innovación y la sostenibilidad, catalizando así la gestación de un cambio positivo y duradero.

Desde esta perspectiva, la colaboración y el empoderamiento desempeñan un papel central en la consecución de resultados significativos que resaltan la influencia de la colaboración y la participación ciudadana en los proyectos de emprendimiento sustentable y en iniciativas transversales. La sinergia entre emprendedores y la comunidad en términos de interacción social no solo engendra un sentido arraigado de pertenencia y empoderamiento, sino que también conlleva un

impacto positivo medible tanto en la economía local como en la calidad de vida de las personas involucradas.

Paralelamente, se observa que el potencial holístico de los recursos naturales subraya la relevancia crucial de aprovechar los recursos de manera integral, en aras de promover tanto la salud como la sostenibilidad. Esta conexión intrínseca entre el empoderamiento colaborativo y la utilización ingeniosa de los recursos naturales ejemplifica cómo una cooperación efectiva y un enfoque integral pueden desencadenar un cambio positivo en múltiples niveles, incidiendo tanto en el desarrollo de la comunidad como en la promoción de prácticas sostenibles para un futuro más consciente y equitativo.

En síntesis, las investigaciones presentes en este *dossier* aportan una visión integral de la interconexión entre la salud humana y ambiental, estableciendo un puente sólido entre los diferentes aspectos explorados. Los artículos contenidos en este compendio recalcan la estrecha relación que existe entre la salud humana y el entorno en el que vivimos. Un ejemplo elocuente de esta conexión lo encontramos en los compuestos fenólicos extraídos del cilantro, cuya aplicación en soluciones antivirales y antioxidantes ejemplifica cómo la propia naturaleza proporciona herramientas valiosas para abordar desafíos significativos en el ámbito de la salud. Esta doble función de los compuestos fenólicos no solo demuestra su potencial terapéutico, sino que también subraya cómo su uso contribuye simultáneamente a fomentar la conciencia ambiental y a impulsar el desarrollo sostenible.

De esta manera, los estudios y análisis previos convergen en una visión unificada donde la colaboración, la utilización integral de recursos naturales y la búsqueda de soluciones innovadoras se entrelazan para promover un futuro más consciente y equitativo. La sinergia entre emprendedores y la comunidad, así como la exploración de aplicaciones diversas de compuestos fenólicos, se convierten en ejemplos tangibles de cómo la interacción entre el ser humano y su entorno puede generar resultados positivos en términos de salud y sostenibilidad. En última instancia, estas investigaciones no solo abren nuevas perspectivas en la mejora de la salud, sino que también iluminan el camino hacia un mayor entendimiento de nuestro papel como cuidadores responsables de nuestro entorno y como agentes de cambio en la promoción de un futuro más saludable y sostenible para todos.

Conclusiones

El presente artículo ha alcanzado con éxito los objetivos planteados al inicio de la investigación, demostrando de manera contundente la pertinencia y eficacia de la metodología empleada. La exploración profunda de la intersección entre la naturaleza, la sociedad y la ciencia ha revelado conexiones sorprendentes y enriquecedoras, arrojando luz sobre la forma en que diversos campos del conocimiento pueden converger para impulsar la conciencia ambiental y generar soluciones innovadoras. La respuesta a la primera pregunta rectora, centrada en la convergencia de objetos de estudio de distintas disciplinas para fomentar la conciencia ambiental y promover soluciones novedosas, ha sido abordada de manera exhaustiva. El viaje de investigación emprendido nos ha permitido explorar y destacar cómo la integración de conocimientos profundos, la participación activa de la comunidad y la adopción d enfoques sostenibles pueden llevar a resultados sorprendentes y transformadores.

En relación a la segunda pregunta rectora, referente a la contribución de los marcos teóricos de desarrollo social sostenible en la construcción de un futuro consciente, equitativo y resiliente, se ha evidenciado una sinergia significativa entre la innovación y la sostenibilidad. Nuestra investigación ha puesto de manifiesto cómo la búsqueda de soluciones sostenibles y la innovación científica pueden coexistir de manera armónica, generando un impacto positivo tanto a nivel individual como comunitario. Finalmente, a través de la meticulosa aplicación de las metodologías descritas y el

análisis profundo de las intersecciones entre naturaleza, sociedad y ciencia, este artículo ha logrado no solo trazar un itinerario único hacia un futuro más consciente y resiliente, sino también establecer un sólido puente entre la innovación y la sostenibilidad. Los resultados obtenidos subrayan la importancia de seguir explorando y potenciando esta convergencia para catalizar un cambio positivo y duradero en la sociedad y el entorno que habitamos.

Una tarea pendiente es analizar en profundidad los procesos de colaboración, las barreras encontradas y superadas, así como los resultados alcanzados en equipos interdisciplinarios que han trabajado proyectos transversales de desarrollo social sostenible. Además, esta tarea pendiente podría abordar la cuestión de cómo se pueden diseñar estructuras y metodologías que fomenten la interacción fluida entre expertos de diferentes disciplinas, promoviendo así la creación de soluciones integradas y holísticas. Una limitación tiene que ver con la falta de exploración exhaustiva de posibles obstáculos o resistencias que podrían surgir en la implementación concreta de soluciones interdisciplinarias y sostenibles. Aunque se ha destacado la importancia de la convergencia entre la naturaleza, la sociedad y la ciencia, no se ha abordado a fondo la posible aparición de desafíos prácticos, culturales o institucionales que podrían dificultar la integración efectiva de enfoques transversales en diversos contextos.

El *dossier* en su conjunto ha logrado un alcance robusto al proporcionar un marco interdisciplinario de actuación sólido que explora de manera profunda la intersección entre la naturaleza, la sociedad y la ciencia, generando un impacto significativo en diversas áreas clave como: avance en la conciencia ambiental; innovación sostenible y el potencial de investigación futura, el contenido ha brindado una dirección valiosa para investigaciones posteriores, al promover un diálogo continuo en torno a temas cruciales para la sociedad y el medio ambiente.

Referencias

Becerra, G. (2020). La teoría de los sistemas complejos y la teoría de los sistemas sociales en las controversias de la complejidad. *Convergencia revista de ciencias sociales, 27*, e12148. https://doi.org/10.29101/crcs.v27i83.12148

Cerezo Piedrahíta, J. J.; Torres Matamoros, F. E.; Pizarro Vargas, V. J. & Fray Villacres, P. X. (2023). El emprendimiento y finanzas en la economía circular. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento RECIMUNDO, 7*(1), 177-185. https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1941

Díaz-Navarro, D. E. (2022). Risieri Frondizi o la divergencia axiológica entre holismo metodológico y reduccionismo epistémico. *Cuadernos de Filosofía Latinoamericana, 43*(127), 117-139. https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/cfla/article/view/7251/7549

Fonnegra-Gómez, R. & Villa-Londoño, J. (2011). Plantas medicinales usadas en algunas veredas de municipios del altiplano del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Actualidades Biológicas, 33*(95), 219-250. https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/Actual%20Biol%2033%20%2895%29%3A%20219-250%2C%202011

García González, E. D.; López Guevara, V. M. & López Pardo, G. (2022). Análisis de la resiliencia social en sistemas socio-ecológicos: una propuesta interdisciplinaria para los destinos turísticos y su desarrollo sostenible. *Revista Investigaciones Turísticas, 23,* 48-72. https://doi.org/10.14198/INTURI2022.23.3

Horlings, L. G.; Lamker, C.; Puerari, E.; Rauws, W. & van der Vaart, G. (2021). Citizen engagement in spatial planning, shaping places together. *Sustainability*, 13, 11006. https://doi.org/10.3390/su131911006

Maini, E.; De Rosa, M. & Vecchio, Y. (2021). The role of education in the transition towards sustainable agriculture: A family farm learning perspective. *Sustainability,* 13, 8099. https://doi.org/10.3390/su13148099

Masten A. S. (2021). Family risk and resilience in the context of cascading COVID-19 challenges: Commentary on the special issue. *Developmental Psychology, 57*(10), 1748-1754. https://doi.org/10.1037/dev0001259

Nájera Ochoa, J. (2018). Oportunidades de negocio y tendencias medioambientales. *Universidad y Empresa, 20*(35), 13-50. https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/5740

Niño-Castillo, I. N.; Niño-Gutiérrez, N. S.; Niño-Castillo, J. E. & Rojas-Copa, A. E. (2020). Territory, vulnerability and sustainability in the coastal-tourist strip of Acapulco bay. *Journal of Business Development Strategies, 6*(17), 7-19. www.ecorfan.org/spain

Niño-Gutiérrez, N. S. (2023). Subsistemas socio ecológicos en conflicto: agua marina y suelos de La Roqueta. *Utopía y Praxis Latinoamericana, 28*(102), 1-9. E8027780. Https://produccioncientificaluz.org/index.php/article/view/e8027780/45867

Niño-Gutiérrez, N. S. (2022a). Geographical synthesis of the landscape in Vista Hermosa, Acapulco. *ECORFAN Journal-Republic of Cameroon, 8*(15), 7-13. www.ecorfan.org/republicofcameroon

Niño-Gutiérrez, N. S. (2022b). Socioformación y sustentabilidad en tiempos de incertidumbre sanitaria. *Ecocience International Journal, 4*(6), e22460. https://doi.org/10.35766/j.ecocience.22460

Niño-Gutiérrez, N. & Luna-Nemecio, J. (2021). Ciencia y educación en México en el contexto del COVID-19. *Forhum International Journal of Social Sciences and Humanities, 3*(5), 6-12. https://doi.org/10.35766/j.forhum2021.03.05.0

Raeyze, S.; Duchek, S.; Maynard, M. T. & Wohlgemuth, M. (2022). Resilience in organization-Related Research: An integrative conceptual review across disciplines and levels of Analysis. *Journal of Applied Psychology, 107*(6), 867-897. https://doi.org/10.1037/apl0000952

Rullán Ayza, M.; Fernández Rodríguez, M.; Estapé Dubreuil, G. & Márquez Cebrián, M. D. (2015). La evaluación de competencias transversales en la materia trabajos fin de grado. Un estudio preliminar sobre la necesidad y oportunidad de establecer medios e instrumentos por rama de conocimiento. *Revista de Docencia Universitaria REDU, 8*(1), 74-100. https://doi.org/10.4995/redu.2010.8218

Shatel, A. & Cendra Garreta, J. (2011). Desarrollo sostenible: ¿sabemos de qué estamos hablando? Algunos criterios para un uso consistente del término sostenibilidad aplicado al desarrollo a partir de una perspectiva sistémica.

Tiberius, V.; Schwarzer, H. & Roig-Dobón, S. (2021). Radical innovations: Between established knowledge and future research opportunities. *Journal of Innovation & Knowledge*, 6, 145-

153. https://pdf.sciencedirectassets.com/314307/1-s2.0-S2444569X21X00042/1-s2.0-S2444569X20300354/main.pdf

Vázquez Pérez, M. N. & Viguri Axpe, M. R. (2020). El pensamiento complejo en las ciencias sociales: hacia una nueva organización de la empresa. *Revista de la Unidad de Investigación de la Facultad de Economía de la UNSA*, 1(1), 51-66. https://revistas.unsa.edu.pe/index.php/rcc/article/view/4/5

Ecocience
INTERNATIONAL JOURNAL

https://doi.org/10.35766/j.ecocience.23581
ISNN: 2992-6998
Vol. 5, No. 8, 2023 | e23581 | enero-junio 2023
Recibido: Marzo, 13, 2023 | Aprobado: Mayo 11, 2023
Publicado: Junio 30, 2023

Explorando los tesoros ocultos del Cilantro: Un enfoque innovador para impulsar la conciencia ambiental en el nivel superior a través de la determinación de metabolitos

Exploring Cilantro's hidden treasures: An innovate approach to drive environmental awareness to the higher level through metabolite determination

Resumen: En el ámbito culinario global, existen diversas hierbas aromáticas ampliamente utilizadas debido a su distintivo sabor y aroma. Entre ellas, el cilantro *(Coriandrum sativum L.*) ocupa un lugar destacado y ha sido valorado por sus posibles propiedades medicinales y nutricionales. El objetivo central de este estudio fue revelar sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. La metodología empleada implicó tanto trabajo de gabinete en laboratorio como la búsqueda de información en la literatura digital e impresa existente sobre el tema durante el primer semestre del año 2019. Además, se realizó un trabajo de campo entre julio y septiembre del mismo año, en el que se procedió a la recolección de hojas de cilantro provenientes de las localidades de Pomuch, Hecelchakán y Campeche, en Campeche, México. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: a) en octubre de 2019, se encontró información valiosa que podría optimizar el uso del cilantro en la gastronomía; b) se identificaron amplias posibilidades de uso medicinal de esta hierba, y c) se descubrieron nuevas oportunidades para su aplicación en los cuidados de la salud humana. En conclusión, el estudio detallado de las propiedades físico-químicas del cilantro, así como las interacciones moleculares que se presentan, abren nuevas perspectivas para su posible aplicación médica en seres humanos. El entendimiento integral de esta fascinante hierba puede ser clave para su aprovechamiento en la industria alimentaria, en la medicina y en otros campos relacionados.

Palabras clave: cilantro; conciencia ambiental; metabolitos secundarios; nivel superior.

Abstract: In the global culinary sphere, there are various aromatic herbs widely used due to their distinctive flavor and aroma. Among them, cilantro (Coriandrum sativum L.) holds a prominent place and has been valued for its potential medicinal and nutritional properties. The main objective of this study was to unveil its antioxidant and antimicrobial properties. The methodology employed involved both laboratory desk work and the search for information in existing digital and printed literature on the subject during the first semester of the year 2019. Additionally, fieldwork was conducted between July and September of the same year, during which cilantro leaves were collected from the locations of Pomuch, Hecelchakán, and Campeche, in Campeche, Mexico. The obtained results were as follows: a) valuable information was found in October 2019 that could optimize the use of cilantro in gastronomy; b) extensive possibilities for the medicinal use of this herb were identified, and c) new opportunities for its application in human healthcare were discovered. In conclusion, the detailed study of the physicochemical properties of cilantro, as well as the molecular interactions that arise, open new perspectives for its potential medical application in humans. A comprehensive understanding of this fascinating herb could be key to its utilization in the food industry, medicine, and other related fields

Keywords: coriander; environmental awareness; higher level; secondary metabolite.

Autores

Marvel del Carmen Valencia Gutiérrez
Universidad Autónoma de Campeche, México.
mcvalenc@uacam.mx

Isaías Naú Niño-Castillo
Universidad Autónoma de Guerrero, México.
chay515@hotmail.com

Magnolia del Rosario López Méndez
Universidad Autónoma de Campeche, México
marlopez@uacam.mx

Conflicto de intereses
Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

Financiamiento
El artículo no recibió ningún apoyo económico

Agradecimientos
No aplica

Nota

Cita sugerida (APA, séptima edición)
Valencia Gutiérrez, M. del C.; Niño-Castillo, I. N. & López Méndez, M. del R. (2023). Explorando los tesoros ocultos del Cilantro: Un enfoque innovador para impulsar la conciencia ambiental en el nivel superior a través de la determinación de metabolitos. *Ecocience International Journal*, *5*(8): e23581. https://doi.org/10.35766/j.ecocience.23581

Entidad editora
CIFE Centro Universitario

OPEN ACCESS

Introducción

El cilantro tiene un sistema radical fino y simple con una raíz principal delgada y muy ramificada, lo que dificulta su trasplante. El tallo, por otro lado, es cilíndrico y hueco, de textura suave y apariencia herbácea, erguido con orgullo y puede alcanzar una altura de hasta 90 centímetros. Las hojas muestran una hermosa variedad de folíolos. Los folíolos superiores se dividen en cuatro o cinco segmentos largos y estrechos, mientras que los folíolos inferiores tienen una forma ovalada amplia y un borde dentado. Resplandecientes en un verde intenso, a veces permiten destellos amarillos que realzan su brillo. La singularidad de estas cualidades le confiere una personalidad sin igual, y varios análisis (Esau, 1959; Font, 1978; Simonetti, 1991; Diederichsen, 1996, citados en Hernández, 2003: p. 5) respaldan su grandiosidad. Todos estos detalles que hacen del cilantro una joya natural son admirados en la Figura 1.

Figura 1. Cilantro. Fuente: Valencia, 2021.

El cilantro es una joya polifacética con propiedades medicinales y un poder encantador para realzar sabores en la gastronomía, bebidas y fragancias. Su potencial productivo lo hace muy atractivo para la producción y comercialización a gran escala (Vallejo y Estrada, 2004, citado en Mejía et al., 2014). En áreas donde se había quemado cascarilla de arroz, las plantas de cilantro mostraron un sorprendente desarrollo, en comparación con otras variables de crecimiento vegetal, según un interesante estudio de Carrillo. Sin embargo, no se encontró una diferencia significativa en el rendimiento, lo que indica que tales métodos agrícolas no son necesarios para aumentar la productividad de los cultivos (Carrillo et al., 2015).

La asignatura de Elaboración de Documentos Científicos desempeña un papel fundamental dentro del plan de estudios de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo al fomentar no solo la adquisición de habilidades técnicas de redacción y comunicación científica, sino también al promover una formación integral que va más allá de los confines académicos convencionales. Este enfoque se alinea de manera armónica con los objetivos de proporcionar una educación superior de calidad y con un enfoque en la inclusión social, transformando a los estudiantes en ciudadanos comprometidos y profesionales capacitados para abordar los desafíos del mundo contemporáneo.

En sintonía con los principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental, la asignatura busca fomentar una sensibilidad transversal hacia los temas ambientales, reconociendo la interconexión entre las actividades humanas, la investigación científica y el entorno natural. Los estudiantes, a través de la adquisición de habilidades de investigación y análisis, son incentivados a evaluar críticamente los recursos del entorno, comprendiendo cómo sus decisiones y prácticas pueden tener un impacto directo en la conservación y preservación de los recursos naturales.

Esta educación de calidad se nutre de un enfoque inclusivo, que valora y respeta la diversidad de perspectivas y experiencias dentro del aula. Los estudiantes, provenientes de diversos contextos socioeconómicos y culturales, encuentran en la asignatura un espacio donde sus voces son escuchadas

y sus contribuciones son valoradas. Además, se promueve la colaboración entre pares, fomentando el intercambio de conocimientos y experiencias que enriquecen el aprendizaje colectivo.

La formación en Ciencias de la Salud confiere a los estudiantes una perspectiva única sobre el potencial impacto de sus investigaciones en el bienestar humano. Al explorar la búsqueda y descubrimiento de metabolitos con ventajas farmacológicas a partir de recursos naturales "que consolidan el desarrollo social sostenible" (Niño, 2020: 84), los estudiantes se adentran en un campo en constante evolución, donde la ciencia y la tecnología se entrelazan con la medicina y la salud pública. Esta integración de disciplinas no solo amplía el horizonte de conocimiento de los estudiantes, sino que también les brinda la oportunidad de generar un impacto significativo en la sociedad al contribuir al desarrollo de tratamientos y terapias más efectivas y accesibles.

En síntesis, la asignatura de Elaboración de Documentos Científicos en la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo no solo cumple con el propósito de formar competentes comunicadores científicos, sino que también ejemplifica un enfoque de educación superior de calidad que abraza la inclusión social y promueve la intersección de conocimiento, responsabilidad ambiental y avances en Ciencias de la Salud. Con ello, los estudiantes son empoderados para convertirse en agentes de cambio en sus comunidades y en la sociedad en general, contribuyendo a la construcción de un futuro más equitativo, sostenible y saludable "en términos ecológicos, el desarrollo sustentable supone que la economía sea circular" (Niño Gutiérrez, 2019: 26).

Los estudiantes se adentran en el mundo de los metabolitos presentes en los recursos naturales cuando se aborda esta apasionante asignatura con el fin de desarrollar la competencia transversal de sensibilidad hacia temas ambientales. En este caso, se realiza un diagnóstico detallado del cilantro, en el que se les invita a investigar las diversas características de esta planta, como su tallo, su color, sus hojas, sus flores, sus semillas, su fruto y las formas en que se puede consumir. Además, se analiza el precio que tiene en el mercado o en el supermercado. De esta manera, se recopila información que despierta el interés de los jóvenes por conocer las propiedades farmacológicas, curativas o decorativas que ofrece esta planta.

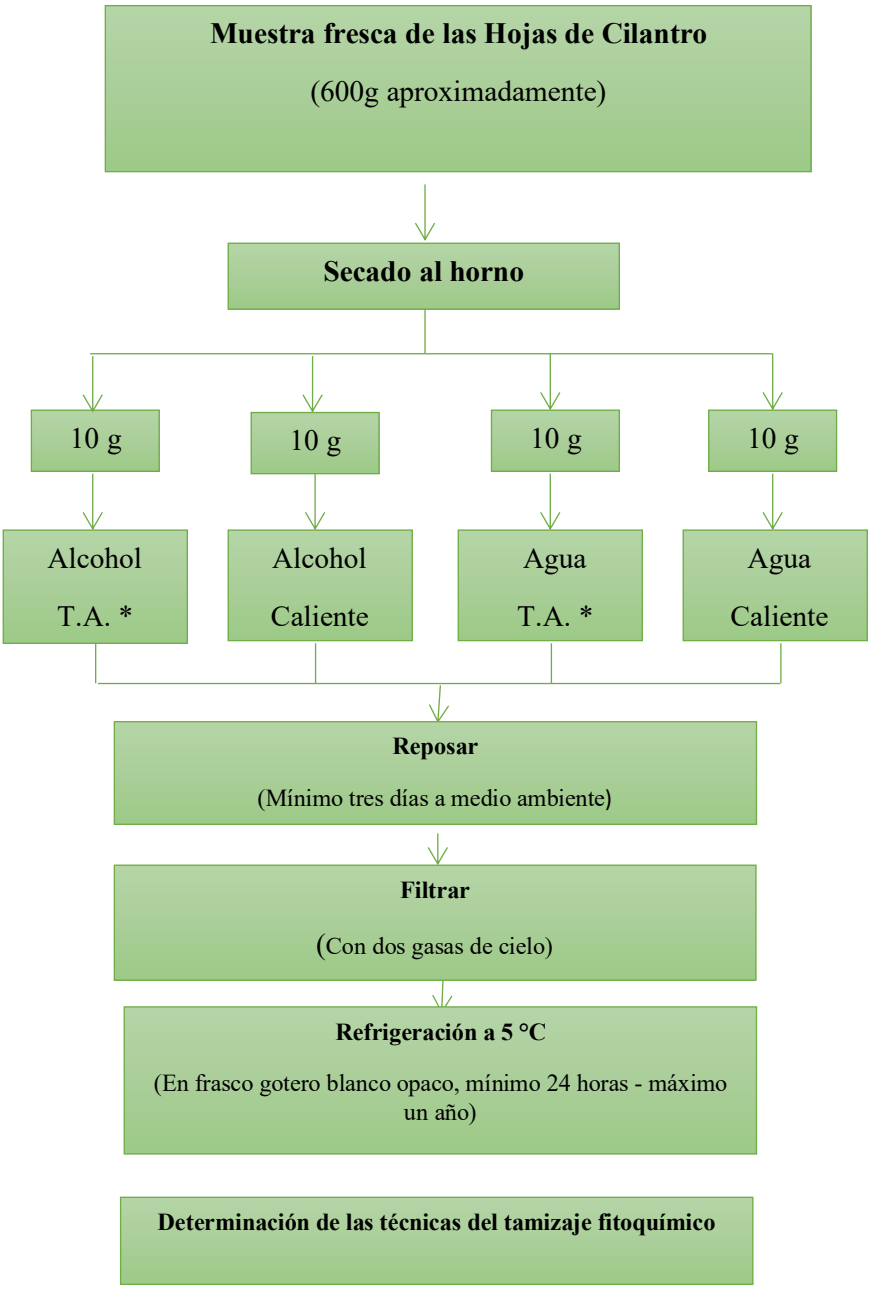
El tamizaje fitoquímico, revela los metabolitos presentes en los recursos naturales, para comprender sus ventajas y características. Esto ayuda a los estudiantes a entender por qué el cilantro no solo es apreciado como fruta de postre, sino que también tiene propiedades y usos que las personas mayores del estado conocen y utilizan. Es crucial tener en cuenta que hay múltiples culturas en naciones como Colombia, y que todas ellas deben ser reconocidas y valoradas. Esto ayuda a desarrollar la identidad cultural y el dominio de los conocimientos propios de cada persona.

Metodología

En el marco de la asignatura de Elaboración de Documentos Científicos, en el año 2021, se llevó a cabo un ciclo de pláticas enriquecedores dirigido a jóvenes de 18 a 20 años con el objetivo de promover la sensibilidad transversal hacia los temas ambientales. La iniciativa estratégica involucró a 32 estudiantes, 14 de los cuales eran mujeres y 18 hombres. Se presentó un material fascinante durante las pláticas, con diapositivas centradas en identificar los metabolitos del cilantro.

El Ministerio de Salud Pública (MINSAP) de Cuba, esta guía desempeñó un papel importante en el uso de los métodos apropiados para identificar metabolitos. Además, se preguntó a los estudiantes si conocían la planta y si habían cultivado en algún momento ellos o sus ancestros. Sorprendentemente, el 77% de los estudiantes respondió que la había visto crecer en los solares de sus abuelos. Para este estudio, se recolectaron hojas de cilantro de Pomuch, Hecelchakán y Campeche. La Figura 2 muestra el procedimiento utilizado para este propósito.

Figura 2. Diagrama de proceso



Fuente: elaboración propia

Antes del secado, cada muestra inicial tenía un peso de 600 gramos y se tomaron fracciones de 10 gramos de extracto acuoso o etanólico a temperatura ambiente (T.A.*) o caliente. Este proceso de tamizaje fitoquímico se basó en los esfuerzos previos del Ministerio de Salud Pública (MINSAP, 1997), cuyos procedimientos se describen de manera detallada y detallada a continuación. Los jóvenes descubrieron el fascinante mundo de los metabolitos y su potencial para el desarrollo sostenible y el bienestar medioambiental al centrarse en el cilantro como protagonista de esta interesante exploración científica.

Se utilizó el método del cloruro férrico, que consistía en agregar 0,5 mL de una solución de cloruro férrico al 5% a una alícuota de 1 mL de extracto en solución salina. La aparición de un color o un precipitado verde oscuro indicaba la presencia de fenoles. Se añadió acetato de sodio a la prueba para el extracto acuoso. Si la muestra contenía fenoles, se mezclaron 1 mL de extracto con 1 mL de gelatina al 1% en cloruro de sodio al 0,85%, lo que permitió apreciar la formación de un precipitado que indicaba la presencia de taninos específicos.

A. Se utilizó la prueba de Baljet (Lactonas), para la cual se agregó 1 mL de extracto a una mezcla recién preparada que incluía 1 mL de ácido pícrico al 1% en etanol y 1 mL de hidróxido de sodio al 10% en agua.
B. El método de Dragendorff se utilizó para tratar alcaloides. En este caso, se mezclaron 1 mL del extracto con 1 mL del reactivo de Dragendorff, lo que provocó la formación de un precipitado de color naranja rojizo. Estas técnicas analíticas precisas y efectivas proporcionaron una visión única y detallada de las propiedades y posibles aplicaciones de los componentes presentes en el extracto.
C. Se realizó el Test de Sudán (Aceites esenciales), donde se tomó una alícuota de 1 mL de extracto y se le añadió 1 mL de una solución de Sudán III al 0.6% en una mezcla de glicerina y agua en proporción de uno an uno. La aparición de una coloración roja fue realmente notable.
D. Después se utilizó el método de Ninhidrina. Una solución de ninhidrina al 5% en etanol se mezcló con una pequeña cantidad de extracto y se calentó en el baño de María durante cinco minutos.
E. Se empleó la prueba de Libermann-Burchard para determinar la presencia de triterpenos. Se tomaron 1 mL del extracto y se mezclaron con 1 mL de cloroformo. Se disolvió la fracción en 1.0 mL de cloroformo y se agregó 1.0 mL de anhídrido acético. Luego, la pared del tubo de ensayo se llenó con tres o cuatro gotas de ácido sulfúrico concentrado. La aparición de un color verde-verde oscuro indicaba la presencia de triterpenos.
F. La Prueba de Kedde se llevó a cabo para encontrar glucósidos que estimulan el corazón. Una porción de 1 mL del extracto se tomó y se mezcló con 1 mL de una solución de ácido 3,5-dinitrobenzoico al 2% en metanol recién preparado, junto con 1 mL de hidróxido de potasio al 5,7%. En 1 a 10 minutos, la coloración cambió a violeta.
G. Para encontrar antocianhidrinas, se evaporaron a sequedad 1.0 mL de extracto en un tubo de ensayo y el resto se disolvió en 5.0 mL de ácido clorhídrico 2N. Posteriormente, se colocó el tubo con la solución en un baño de agua a 100°C.
H. Por último, se utilizó la Prueba de Fehling para encontrar azúcares reductores. 1 mL del extracto se tomó y se trató con una mezcla recién preparada de 1 mL de Fehling A y 1 mL de Fehling B. Luego se calentó durante quince minutos en baño María. Estas técnicas analíticas precisas y meticulosas permitieron descubrir los misterios del extracto, al revelar su composición y posibles usos.

Desarrollo

La Tabla 1 muestra los resultados del tamizaje fitoquímico del cilantro presentados a los jóvenes. En este estudio, se utilizaron etanol y agua como solventes de extracción para evaluar las hojas de cilantro a temperatura ambiente y alta, respectivamente. La tabla muestra los descubrimientos realizados en esta investigación sobre los metabolitos que se encuentran en esta planta. Los jóvenes se sumergieron

en un mundo lleno de conocimiento y descubrimiento, maravillados por la riqueza y diversidad que la naturaleza guarda en cada hoja de cilantro.

Tabla 1. Resultados de tamizaje fitoquímico de la hoja de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.)

	Extracto Acuoso Temperatura Ambiente	**Extracto Acuoso Caliente**	**Extracto Etanólico Temperatura ambiente**	**Extracto Etanólico Caliente**
Fenoles	-	-	+	+
Taninos	+	+	+	+
Quinonas	-	-	-	-
Flavonoides	+	+	+	+
Lactonas	+	+	+	+
Alcaloides	-	-	-	-
Aceites esenciales	+	+	+	+
Aminoácidos	+	+	+	+
Triterpenos	-	-	+	+
Glucósidos cardiotónicos	-	-	-	-
Antocianidinas	-	-	-	-
Azúcares reductores	+	+	+	+

Fuente: elaboración propia

El análisis de la Tabla 1, demuestra la presencia de fenoles en las hojas de cilantro. Estos son conocidos por sus habilidades antioxidantes, que pueden tener beneficios significativos para la salud (Ferguson et al., 2005, et al., 2005, citado en Peñarrieta et al., 2014). Además, se destaca la presencia de ácidos hidroxicinámicos en el cilantro, los cuales tienen efectos antigenotóxicos y antiproliferativos en las células, así como una gran actividad antioxidante.

Sin embargo, los taninos en las hojas de cilantro le dan a la planta características adicionales de gran valor. Sus características astringentes y antiinflamatorias son excelentes para el tratamiento de varias enfermedades. Debido a sus excelentes propiedades antioxidantes, quimioterapéuticas y antimicrobianas, el cilantro tiene una amplia gama de beneficios como:

I. Nutrición y salud: Las hojas del cilantro contienen una gran cantidad de metabolitos valiosos que mantienen vitaminas, minerales y compuestos bioactivos para promover un estilo de vida saludable. El cilantro tiene un papel importante en la nutrición gracias a sus nutrientes valiosos, que ayudan a mantener una dieta saludable y llena de beneficios para el cuerpo.
II. Potencial Medicinal: Ciertos metabolitos del cilantro han demostrado tener características antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas, lo que les ha otorgado un lugar destacado en la investigación farmacológica y la medicina natural.

El cilantro es un objeto de estudio intrigante debido a sus propiedades terapéuticas. Además, tiene la capacidad de proporcionar soluciones naturales y efectivas para mejorar la salud y el bienestar.

III. Gastronomía: El cilantro tiene un lugar destacado en las cocinas de varias partes del mundo debido a su sabor y aroma inconfundibles. En la gastronomía, una comprensión profunda de sus metabolitos puede abrir nuevas posibilidades, al permitir descubrir nuevas formas de potenciar su delicioso perfil culinario. Gracias al cilantro y su mágica combinación de metabolitos, que seduce los paladares más exigentes y enriquece las experiencias gastronómicas, se entrelazan innovaciones y creatividad en la cocina.

IV. Agricultura sostenible: El estudio fascinante de los metabolitos del cilantro y su riqueza natural ha dado lugar a estrategias agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Aprovechar las características de estos metabolitos puede proporcionar soluciones naturales para el control de plagas o enfermedades, lo que promueve una agricultura más respetuosa con el ecosistema.

V. Seguridad alimentaria: La identificación y comprensión de los metabolitos del cilantro son importantes para la seguridad alimentaria. Este conocimiento nos ayuda a garantizar la calidad y confianza en nuestra alimentación al asegurarnos de que los alimentos estén libres de contaminantes o agentes tóxicos.

VI. Mejoramiento genético y biotecnología: El conocimiento valioso adquirido sobre los metabolitos del cilantro abre nuevas oportunidades en el campo del mejoramiento genético. Se pueden utilizar estos datos para desarrollar métodos para aumentar la producción y mejorar la calidad de esta planta, lo que aumentará su utilidad y beneficios para la humanidad.

VII. Desarrollo de productos naturales: Los metabolitos del cilantro son muy diversos y su potencial va más allá de la alimentación. Estos compuestos son los ingredientes naturales perfectos para fabricar cosméticos, suplementos dietéticos y productos de cuidado personal, al ofrecer opciones naturales y saludables para el bienestar o belleza.

VIII. Preservación de la biodiversidad: Al apreciar y valorar los ricos metabolitos del cilantro, se destaca la importancia de preservar esta especie de plantas y otras variedades para las generaciones venideras. La biodiversidad de estos tesoros botánicos es fundamental para la vida en nuestro planeta, y protegerlos es una tarea ineludible para asegurar un futuro sostenible y próspero.

IX. Educación y conciencia ambiental: el estudio detallado de los metabolitos de las plantas es una fascinante forma de educar a los jóvenes sobre el gran valor que tiene la botánica, la ecología y la preservación del entorno natural. Este conocimiento, junto con el increíble poder que tienen los metabolitos de las plantas, conduce a un despertar de conciencia sobre la importancia de cuidar y proteger nuestra naturaleza, lo que ayudará a todos a construir un futuro sostenible.

X. Potencial económico: la identificación y evaluación minuciosa de los metabolitos valiosos del cilantro pueden enriquecer nuestro acervo científico y abrir una variedad de oportunidades comerciales. Estos hallazgos podrían tener uso en una variedad de sectores, como la agricultura, la medicina alternativa y la industria alimentaria, al abrir nuevas perspectivas económicas. El perfil bioquímico cautivador del cilantro lo presenta como una fuente prometedora de desarrollo económico y oportunidades comerciales que pueden beneficiar a las comunidades y sociedades en su conjunto.

Se observó la presencia de flavonoides en las hojas del cilantro, lo que les otorga propiedades antiinflamatorias y antivirales, según las explicaciones de Pérez. Este investigador notable enfatizó que, de todas las características biológicas, los efectos antioxidantes son los más evidentes. Diversos

estudios han examinado estos efectos en profundidad, principalmente desde una perspectiva clínica y nutricional. Es fundamental tener en cuenta que las dosis farmacológicas de los antioxidantes dietéticos comúnmente recomendados en todo el mundo, como las combinaciones de vitamina E, vitamina C y b-caroteno, con frecuencia no alcanzan los efectos deseados o incluso pueden resultar perjudiciales. Por lo tanto, se recomienda que la dieta incluya una mezcla de flavonoides y taninos para lograr una acción antioxidante más efectiva.

Las lactonas de las hojas del cilantro, por otro lado, se han demostrado ser principios activos útiles de varias plantas medicinales que se utilizan en la medicina tradicional para tratar enfermedades inflamatorias. Las propiedades biológicas de estas lactonas incluyen potenciales antimicrobianos, citotóxicos, antiinflamatorios, antibacterianos, anticancerígenos, antivirales y antifúngicos, aunque es importante destacar que también pueden presentar un potencial alergénico. Los científicos están cada vez más interesados en estudiar estas moléculas debido a su amplia variedad estructural y su potencial actividad biológica. Estas investigaciones abren paso a nuevas perspectivas en el campo de la medicina natural y la farmacología, donde el cilantro y sus ricos metabolitos se consideran fuentes inagotables de beneficios para la salud humana.

Los aceites esenciales despliegan una amplia gama de propiedades tanto en el interior como en el exterior, al ofrecer beneficios terapéuticos y curativos. En el cuerpo, tienen propiedades antisépticas, rubefacientes, desodorantes, analgésicos, antiinflamatorios, insecticidas, repelentes, cicatrizantes y vulnerarias. Sus efectos en el medio ambiente son notables debido a sus propiedades expectorantes, carminativas, estomacales, antiespasmódicos, sedantes, estimulantes del corazón, antiinflamatorios, coléricos y/o colagogos, digestivos, diuréticos, antisépticos y estimulantes del flujo sanguíneo. En su investigación, Kuklinski (2000), ha revelado esta sorprendente diversidad, al destacar las propiedades terapéuticas de los aceites esenciales.

Los aminoácidos, por otro lado, son los componentes esenciales de las proteínas y las estructuras fundamentales de todos los tejidos vivos. Considerados como los "padres de la vida", su existencia es esencial para el desarrollo y funcionamiento de los organismos. Los aminoácidos no solo ayudan en la formación de proteínas, sino que también participan en el metabolismo energético y se ha demostrado que disminuyen los efectos nocivos de varias enfermedades. Zea (2017), enfatiza su importancia en el campo de la salud y demuestra su importancia en el mantenimiento y bienestar del organismo.

Sin embargo, los triterpenos son moléculas biosintetizadas a partir de seis unidades de isopreno que comparten el escualeno (C30) como precursor. La posibilidad de diferentes cierres de anillo en el intermediario acíclico (escualeno), que da lugar a diferentes tipos de triterpenos, aumenta su diversidad. La síntesis posterior puede extraer fragmentos de carbono pequeños, lo que da como resultado moléculas que tienen menos de 30 átomos de carbono. Los triterpenos tienen una gran importancia biológica y tienen una gran actividad biológica cuando están presentes en las plantas. Almeyda (2017), ha destacado la riqueza e importancia de los triterpenos en la actividad biológica de las plantas y ha explorado este fascinante mundo de los triterpenos. Su investigación y comprensión continúan al abrir nuevos caminos para encontrar soluciones naturales y beneficios para la humanidad.

Las hojas del cilantro contienen azúcares reductores que actúan como laxantes. Además, cuando se toma en perfusión lenta, actúa como diuréticos osmóticos. Estos rasgos los hacen una opción para tratar la dispepsia, un problema digestivo, y el estreñimiento. La presencia de compuestos fenólicos, aminoácidos y actividad antioxidante en las muestras estudiadas se ha confirmado por tamizaje fitoquímico, lo que sugiere una composición química similar entre ellas (Rojas et al., 2020).

Es crucial difundir los conocimientos ancestrales de manera pedagógica, sistemática y virtual, para permitir que las generaciones jóvenes mantengan sus raíces culturales. Esto tiene como objetivo cerrar una brecha que mejoraría la comprensión de las manifestaciones culturales actuales desde el punto de vista de sus bases. Los estudios respaldados por Navas et al. (2020), destacan la importancia de valorar la vegetación que crece en los solares o patios de las casas, tanto en el campo como en la ciudad, al destacar la importancia de la herbolaria tradicional.

El cilantro es una excelente fuente natural de potentes antioxidantes, según el estudio realizado, lo que ha despertado un gran interés entre los jóvenes de todo el mundo. Las hojas de cilantro son una opción atractiva para una dieta equilibrada y un estilo de vida saludable debido a su alta concentración de antioxidantes naturales. Los antioxidantes son conocidos por su capacidad para luchar contra el estrés oxidativo y los radicales libres, lo que puede mejorar la salud y el bienestar general. Los jóvenes, motivados por su deseo de adoptar hábitos saludables, han encontrado en el cilantro una valiosa fuente de antioxidantes naturales, al consolidar su posición en el ámbito de la nutrición y el bienestar.

Al exhibir propiedades antimicrobianas, el cilantro muestra un potencial útil para combatir la resistencia a los antibióticos. La creciente preocupación por la resistencia a los antibióticos ha llevado a investigar la actividad de los metabolitos del cilantro contra una variedad de patógenos, incluidas las bacterias resistentes. Esta perspectiva prometedora da esperanza para abordar los desafíos de salud pública a nivel mundial e inspira a los jóvenes a buscar soluciones naturales y sostenibles para combatir enfermedades e infecciones. El cilantro parece ser una opción fascinante para futuras investigaciones en este campo vital para la salud humana.

El cilantro también es un excelente aliado para la innovación culinaria y la cocina. Los amantes de la gastronomía y la creatividad culinaria jóvenes están ansiosos por descubrir los componentes volátiles que dan al cilantro su aroma y sabor distintivos. Esta hierba es apreciada en muchas culturas y cocinas, y su potencial para inspirar nuevas preparaciones y productos alimenticios únicos atrae a aquellos que buscan experimentar con sabores y texturas innovadores. El cilantro brinda a los jóvenes chefs y entusiastas de la cocina una oportunidad para explorar nuevas posibilidades gastronómicas y crear platos atractivos e innovadores para su generación, al fomentar su creatividad y pasión por la cocina.

En resumen, los jóvenes en todo el mundo están interesados en los descubrimientos sobre el cilantro por tres razones principales: su contenido de antioxidantes, su capacidad antimicrobiana contra patógenos resistentes y su potencial como fuente de inspiración gastronómica para la innovación culinaria. Estos hallazgos no solo tienen relevancia científica, sino que también reflejan los intereses y preocupaciones actuales de la juventud en temas como la creatividad culinaria, la sostenibilidad y la salud (Luna-Nemecio, 2023), al abrir nuevos horizontes para el conocimiento y la apreciación de esta valiosa planta en diversos ámbitos de la vida diaria (Valencia Gutiérrez et al., 2023).

El estudio actual encontró tres hallazgos importantes sobre los metabolitos del cilantro (*Coriandrum sativum L.):*

i. Una alta concentración de antioxidantes naturales: los metabolitos del cilantro, como los polifenoles y los flavonoides, contenían una gran cantidad de antioxidantes. Estos antioxidantes potentes son conocidos por su capacidad para neutralizar los radicales libres, lo que beneficia la salud humana. El potencial del cilantro como fuente natural de antioxidantes se destaca en este descubrimiento, lo que podría abrir nuevas perspectivas para su uso en la industria alimentaria y farmacéutica.
ii. Propiedades antimicrobianas: Los metabolitos de la hoja de cilantro tienen propiedades antimicrobianas que combaten a varias bacterias y hongos. El cilantro podría ser una herramienta útil para combatir infecciones y enfermedades causadas por microorganismos patógenos debido a esta característica. La identificación de estos metabolitos antimicrobianos podría impulsar investigaciones futuras para desarrollar agentes curativos naturales y fortalecer la resistencia contra patógenos resistentes a los antibióticos.
iii. Contribución al aroma y sabor distintivos: al analizar los componentes volátiles, se descubrió que una combinación de aldehídos, terpenos y alcoholes es responsable del aroma y sabor distintivos de la hoja de cilantro. Estos metabolitos contribuyen a la

sensación sensorial del cilantro en una variedad de preparaciones culinarias, lo que explica su amplia utilización en la gastronomía de muchas culturas. Este descubrimiento destaca la importancia de comprender la composición de los metabolitos del cilantro para mantener su valor en la cocina tradicional y promover la creación de nuevos alimentos con sabores únicos.

Conclusiones

1) El cilantro (*Coriandrum sativum L.)* es una joya natural llena de antioxidantes y compuestos bioactivos. Esta riqueza atrae a los jóvenes, quienes quieren mantener su salud y bienestar a través de una alimentación balanceada llena de nutrientes beneficiosos para el cuerpo. Para aquellos que buscan mejorar su estilo de vida y adoptar una dieta más saludable, la hoja de cilantro se presenta como una opción asequible y sabrosa.

2) La resistencia a los antibióticos es uno de los problemas más importantes para la salud pública, y los hallazgos del estudio sobre los metabolitos del cilantro ofrecen una perspectiva esperanzadora. Los compuestos antimicrobianos del cilantro han despertado un entusiasmo renovado en los jóvenes, motivándolos a apoyar y promover investigaciones que exploren terapias basadas en productos naturales. El cilantro se presenta como una prometedora alternativa para combatir infecciones y enfermedades, y la preservación de la biodiversidad y la valoración de los recursos naturales son pilares esenciales para las generaciones venideras.

3) Los jóvenes están sorprendidos por la variedad de metabolitos contenidos en la hoja de cilantro. Estos incluyen taninos, flavonoides, lactonas, aceites esenciales, aminoácidos y azúcares reductores. Los extractos alcohólicos y acuosos, tanto a temperatura ambiente como caliente, exhiben estos beneficios. Los agricultores veneran el cilantro por sus propiedades analgésicas y antiinflamatorias, lo que mejora su reputación entre los expertos en la naturaleza.

Los jóvenes han adquirido un profundo entendimiento de la importancia del cultivo, uso y conservación de estas preciosas plantas a través de la estrategia de pláticas, la presentación de resultados de laboratorio y la manipulación de recursos naturales como hojas, flores y frutos. Se han vuelto más conscientes de los problemas ambientales gracias a esta iniciativa, lo que les permite cultivarlas con amor y cuidado en el espacio de sus patios. Esta planta, que es modesta en tamaño, no exige grandes extensiones para prosperar, ya que encuentra su hábitat en macetas y rincones acogedores, lo que es un aspecto encantador.

También observan con admiración a sus abuelas, quienes han sabido utilizar esta planta como recurso herbolario para tratar diversos padecimientos, y encuentran un vínculo ancestral y sabiduría transmitida de generación en generación. No solo es un recurso valioso para el consumo familiar, sino que también ofrece una oportunidad para fortalecer la economía de sus hogares cuando se vende. Con cada paso que dan, los jóvenes se adentran en el mundo de la botánica, al descubrir en el cilantro no solo un alimento sabroso sino una aliada inestimable para el cuidado de la salud y el respeto al entorno natural.

Sugerencias

a) Apoyar el desarrollo de investigación y desarrollo en productos naturales. La investigación científica centrada en productos naturales como el cilantro y otras plantas medicinales debería ser promovida y apoyada por las generaciones futuras. Estos estudios pueden revelar nuevas aplicaciones en áreas como la medicina, la alimentación y la sostenibilidad ambiental. Además, se

puede maximizar el potencial de estos recursos naturales para abordar desafíos globales al alentar la colaboración entre científicos, botánicos y expertos en diversas disciplinas.

b) Promover una dieta saludable y sostenible. Al conocer los nutrientes y antioxidantes del cilantro y otros alimentos naturales, las generaciones futuras pueden promover una dieta saludable y consciente. Se puede mejorar la salud y el bienestar general de las poblaciones al incorporar ingredientes ricos en antioxidantes y compuestos bioactivos. Además, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la preservación de la biodiversidad permitirá que las próximas generaciones puedan contar con recursos naturales valiosos como el cilantro.

c) Investigar creativamente la cultura culinaria y la gastronomía. El conocimiento de los componentes volátiles del cilantro que contribuyen a su sabor y aroma únicos puede inspirar a las generaciones futuras al explorar la gastronomía y la cocina de manera creativa. Crear platos únicos y deliciosos puede resultar de experimentar con nuevas preparaciones culinarias y fusionar tradiciones culinarias. Además, valorar la riqueza culinaria de diversas culturas puede fomentar la apreciación y el respeto por la diversidad cultural y sus tradiciones culinarias en las próximas generaciones.

Referencias

Almeyda Cen, Augusto Ignacio. (2017). *Estudio de la acumulación de ácido Betulínico y Urechitol a durante el desarrollo de Pentalinon andrieuxii y su relación con la Metilación de ADN.* En opción al título de Maestro en Ciencias (Ciencias Biológicas: Opción Biotecnología). Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Posgrado en Ciencias Biológicas. Mérida Yucatán.

Carrillo Becerra, K., Colmenares, A., Ramírez Caicedo, L., Moreno Rozo, L., & Cárdenas Caro, D. (2015). Inoculación de Cilantro (Coriandrum sativum L.) con Rizobacterias en Villa del Rosario, Norte de Santander. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, 68*(1),7459-7470. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179933010007

Hernández Dávila, José. (2003). *Crecimiento y Desarrollo del Cilantro Coriandrum sativum por Efecto del Fotoperiodo y la Temperatura y su Control con Fitoreguladores*. Tesis Doctorado en Ciencias Agrícolas con Especialidad en Mejoramiento de Plantas. Universidad Autónoma de Nuevo León facultad de Agronomía División de Estudios de Posgrado.

Kuklinski, C. (2000). *Farmacognosia. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural*. Ediciones Omega.

Luna-Nemecio, J. (2023). La emergencia ambiental y sanitaria en la ciudad neoliberal. Los circuitos urbanos y epidemiológicos del COVID-19 en el estado de Morelos, México. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, *32*(2), 280–293. https://doi.org/10.15446/rcdg.v32n2.105232

Mejía de Tafur, María Sara, Marín Pimentel, Gilberto Eduardo, & Menjivar Flores, Juan Carlos. (2014). Respuesta fisiológica de cilantro (Coriandrum sativum L.) a la

disponibilidad de agua en el suelo. *Acta Agronómica, 63*(3), 246-252. https://doi.org/10.15446/acag.v63n3.39826

Ministerio de Salud Pública MINSAP. (1997). *Guía metodología para la investigación en plantas medicinales*. La Habana: Pueblo y Educación. Cuba.

Navas Amaya M. R.; Gamero De La Espriella P. J.; Narváez Reyes, A. M.; Figueroa Vargas, R. R.; Assia Santos, G. C.; Mercado Palencia, Y. E. (2020). Diagnóstico de los saberes y constructos culturales: el significado esotérico de la Cultura Zenú en estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Cristóbal Colón-Morroa-Sucre-Colombia. En Meriño, V., Martínez, E., & Martínez C. (2020). Gestión el Conocimiento. Perspectiva multidisciplinaria. Vol. 22, Año 2020, Colección unión global, Pág. 203. Santa Bárbara-Zulia-Venezuela: Fondo Editorial Universitario de la Universidad Nacional Experimental del Sur del Lago de Maracaibo Jesús Semprúm. https://www.cedinter.com/wp-content/uploads/2020/12/Ebook-Gestion-del-conocimiento-vol-22.pdf

Niño, N. (2020). Socioformation as a link in two face-to-face tourism programs in Acapulco. *Forhum International Journal of Social Sciences and Humanities, 2*(3), 78-89. https://doi.org/10.35766/jf20237

Niño Gutiérrez, N. S. (2019). Puntos de encuentro entre la Licenciatura en Gestión Turística con la Maestría en Gestión Sustentable del Turismo, UAGro. *Revista Académica del Quehacer Universitario*, *2*(4), 21-27. http://www.revistaacademica.uagro.mx

Olivas-Aguirre, Francisco Javier, Wall-Medrano, Abraham, González-Aguilar, Gustavo A., López-Díaz, Jose Alberto, Álvarez-Parrilla, Emilio, Rosa, Laura A. de la, & Ramos-Jimenez, Arnulfo. (2015). Taninos hidrolizables: bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud. *Nutrición Hospitalaria, 31*(1), 55-66. https://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.7699

Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, JA (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química, 31*(2),68-81. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339682006

Pérez Godín, M. Y.; Gómez Reyes, Y. M.; Miranda Guevara, Y. C.; Acosta Meza, D. de J.; Fuentes Orozco, K. M. (2020). La Etnoeducación: identidad y saberes ancestrales de la etnia Zenú en la Institución Educativa Indígena San Antonio Abad. En Meriño, V., Martínez, E., & Martínez C. Gestión el Conocimiento. Perspectiva multidisciplinaria. Vol. 28, Año 2020, Colección unión global, Pág 105. Santa Bárbara-Zulia, Venezuela: Fondo Editorial Universitario de la Universidad Nacional Experimental del Sur del Lago de Maracaibo Jesús Semprúm. https://www.cedinter.com/wp-content/uploads/2021/01/Ebook-Gestion-del-conocimiento-vol-28.pdf

Pérez Trueba, Gilberto. (2003). Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 22*(1).

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002003000100007&lng=es&tlng=es

Rojas-Angulo, R., Yanez-Jara, F., Márquez Hernández, I., & Campo-Fernández, M. (2020). Evaluación farmacognóstica de hojas y extractos de Coriandrum sativum L. de diferentes procedencias. *CIENCIA UNEMI, 13*(33), 73-84. https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol13iss33.2020pp73-84p

Ruiz, Candy, Díaz, Camilo, & Rojas, Rosario. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú, 81*(2), 81-94. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2015000200002&lng=es&tlng=es

Valencia Gutiérrez, M. C.; Niño Gutiérrez, N. S. & López Méndez, M. R. (2023). Correspondence of the Honey-Alonso learning model with the VAK channel applied to higher level students. *International Seven Journal of Health Research, 2*(4), 1-11. DOI: 10.56238/isevjhv2n4-007

Valencia Gutiérrez, M. (2021). *Trabajo de laboratorio*. Inédito.

Zea Morales, J. P., Zea Pizarro, W. J., Vaccaro Macías, V. I., & Avalos Moreno, E. (2017). Los Aminoácidos en el cuerpo humano. *RECIMUNDO, 1*(5), 379-391. https://doi.org/10.26820/recimundo/1.5.2017.379-391

Ecocience
INTERNATIONAL JOURNAL

https://doi.org/10.35766/j.ecocience.23582
ISNN: 2992-6998
Vol. 5, No. 8, 2023 | e23582 | enero-junio 2023
Recibido: Marzo, 13, 2023 | Aprobado: Mayo 11, 2023
Publicado: Junio 30, 2023

Desarrollo social sostenible y proyectos transversales: un enfoque desde la socioformación

Sustainable social development and transversal projects: an approach from socioformation

Resumen: Pese a los diversos avances y reformas educativas, faltan propuestas pedagógicas arriesgadas que salgan desde los mismos maestros y que se enfoquen en los problemas actuales de la sociedad. Por esta razón, el propósito de este estudio fue analizar la implementación de los proyectos formativos como camino para contribuir al desarrollo social sostenible, y generar una auténtica formación integral que supere el individualismo, tomando como base la socioformación. Este estudio se llevó a cabo mediante un análisis documental a partir de componentes conceptuales categorizados. El estudio muestra que los proyectos formativos son una estrategia flexible, transversal, motivante y participativa que involucra a los estudiantes en la resolución de los problemas de su entorno, mediante la articulación de saberes de diversas asignaturas y campos. De esta manera se contribuye a formar ciudadanos colaborativos que se enfoquen en mejorar las condiciones de vida, a cuidar el ambiente y a proteger la biodiversidad, en el marco de una cultura de sostenibilidad en los sistemas socioecológicos. De esta manera, se busca abandonar el currículo por asignaturas o módulos, y enfocarse en formar a partir de los retos de la comunidad, que es una tarea pendiente de las instituciones educativas.

Palabras clave: desarrollo social sostenible; estrategias pedagógicas; proyectos formativos; socioformación.

Abstract: Sustainable social development and transversal projects: an approach from socioformation Despite the various advances and educational reforms, there is a lack of risky pedagogical proposals that come from the teachers themselves and that focus on the current problems of society. For this reason, the purpose of this study was to analyze the implementation of training projects as a way to contribute to sustainable social development, and generate an authentic comprehensive training that overcomes individualism, based on socio-training. This study was carried out through a documentary analysis based on categorized conceptual components. The study shows that training projects are a flexible, transversal, motivating and participatory strategy that involves students in solving problems in their environment, through the articulation of knowledge from various subjects and fields. In this way, it contributes to forming collaborative citizens who focus on improving living conditions, caring for the environment and protecting biodiversity, within the framework of a culture of sustainability in socio-ecological systems. In this way, it seeks to abandon the curriculum by subjects or modules, and focus on training based on the challenges of the community, which is a pending task for educational institutions.

Keywords: *formative projects; pedagogical strategies; socioformation; sustainable social development*

Autores

Itala Susana Diaz-España
Universidad de Córdoba, Colombia.
itala259@gmail.com

Rubén López-Vázquez
Secretaría de Educación Pública, México.
ciferubenlopez@gmail.com

Laura Irene Dino-Morales
Sistema Nacional de Desarrollo Profesional, México.
LauraDino65@gmail.com

José Manuel Vázquez-Antonio
Escuela Normal Rural "Lic. Benito Juárez", México
tlxdoc001@normales.mx

Conflicto de intereses
Mencionar posible conflicto de interés.

Financiamiento
Mencionar si el artículo recibió un apoyo económico

Agradecimientos
Mencionar los agradecimientos

Nota
Mencionar si el artículo forma parte o no

Cita sugerida (APA, séptima edición)
Diaz-España, I., López-Vázquez, R., Dino-Morales, L., & Vázquez-Antonio, J.M. (2023). Desarrollo social sostenible y proyectos transversales: un enfoque desde la socioformación. *Ecocience International Journal, 5*(8): e23582. https://doi.org/10.35766/j.ecocience.23582

Entidad editora

CIFE Centro Universitario

Introducción

Actualmente enfrentamos problemas serios en el desarrollo social sostenible, que afectan todas las áreas de la vida, tales como (Luna-Nemecio, 2019a; Luna-Nemecio et al., 2020): 1) el calentamiento global; 2) la desaparición de especies de fauna y flora; 3) la pobreza; 4) la violencia; 5) la corrupción; 6) las adicciones; y 7) la falta de inclusión. En este sentido, el desarrollo social sostenible implica mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos, prevenir que no se desfavorezca e implementar procesos de producción que cuiden el ambiente, ayuden a mitigar el calentamiento global y protejan la biodiversidad. Por ello, es necesario transformar la educación latinoamericana, para que forme ciudadanos de manera colaborativa que contribuyan a resolver estos problemas y mejoren así las condiciones de vida y se proteja los sistemas socioecológicos.

Lo anterior, se relaciona con una serie de tendencias y cambios en la sociedad que impactan de manera negativa o positiva la educación (Alonso-Sainz, 2021; Colás, 2021; López et al., 2021; Orozco et al., 2017), como la emergencia de la tecnología digital, la robótica, la inteligencia artificial, y nuevas perspectivas culturales, políticas, económicas e industriales (Cayo y Miranda, 2020; Hernández y Mederos, 2018). Por ello, es necesario que en el campo educativo se analicen las estrategias pedagógicas que se están implementando en las escuelas e instituciones educativas en general en función de su pertinencia para abordar la formación integral de los estudiantes (Betancourt et al., 2020; Flórez et al., 2017).

Amor y Serrano (2020) refiere que, en estos tiempos de cambios, se requiere de un estudiante que aparte de poseer conocimientos, habilidades y destrezas, también sea un individuo que se pueda desempeñar en correspondencia a las demandas del mundo actual y del ambiente (Luna-Nemecio, 2019a, 2019b; Martínez y Sánchez, 2018). Esto ha generado la necesidad de promover una educación inclusiva con equidad acorde a las necesidades del mundo actual y de los estudiantes, que pueda contribuir con la mejora de la calidad de vida de su entorno a través de la aplicabilidad del conocimiento adquirido para la vida escolar y para el entorno social (Erstad et al., 2021; Martín y García, 2018; Martínez-Iñiguez et al., 2021; Mesquita-Romero et al., 2022; Valderrama-Hernández et al., 2019). De igual forma, es necesario que la educación, la mediación didáctica y la evaluación se transformen a partir de los cambios y tendencias actuales, considerando los aprendizajes generados por la pandemia por COVID-19, a través del desarrollo de capacidades como la innovación, la autonomía y el emprendimiento (Bourn, 2020; López et al., 2021; Prado, 2018).

Para contribuir a lograr el desarrollo social sostenible con una visión latinoamericana (Tobón & Vélez-Ramos, 2020) y afrontar los cambios y tendencias actuales y del futuro próximo, se propone la metodología de los proyectos formativos, los cuales se definen como un conjunto de actividades orientadas a resolver un problema del contexto con colaboración, en el marco de una determinada comunidad. Esta metodología fue propuesta por Tobón (2014) y mejorada con el apoyo de maestros frente a grupo de diferentes países de Latinoamérica (Prado, 2018; Hernández et al., 2018; Luna-Nemecio & Tobón, 2021a; Tobón & Luna-Nemecio, 2021b). Tobón (2014) define los proyectos formativos como una metodología de trabajo transversal en la cual se lleva a cabo un conjunto de actividades encaminadas a producir un bien o un servicio en el marco de la resolución de un problema o el afrontamiento de un reto, en un entorno colaborativo. Ayerbe-López y Perales-Palacios (2020) refieren que los proyectos formativos son la estrategia más integral para la educación porque se enfoca en la resolución de problemas en el contexto.

Hay diferentes perspectivas o modelos pedagógicos para abordar los proyectos, sin embargo, se recomienda seguir la socioformación propuesta por Tobón desde el año 2002 (Prado, 2018) porque es un modelo educativo construido desde Latinoamérica a partir de las contribuciones de maestros frente a grupo, quienes implementan experiencias, las sistematizan, las socializan y con base en ello se construye la teoría. Según Izquierdo (2020), la socioformación es la alternativa para resolver los retos actuales de la educación, ya que se enfoca en la formación y actuación integral de las personas frente a los problemas del contexto, partiendo del pensamiento complejo y a través de proyectos formativos, considerando la cultura latinoamericana que no se ha tenido en cuenta en otros modelos

importados, de contextos distintos. En la socioformación se tienen varias metodologías de trabajo, pero los proyectos formativos son la estrategia por excelencia en este enfoque (Prado, 2018; Erstad et al., 2021).

En la actualidad hay una gran cantidad de trabajos en los cuales los maestros presentan de manera sistematizada los proyectos formativos que han implementado con sus estudiantes en los diferentes niveles educativos, y la literatura aumenta de forma exponencial cada año, lo cual refleja la importancia que está tomando esta estrategia en el campo pedagógico y entre los mismos docentes. Sin embargo, falta claridad de qué son los proyectos formativos, cuáles son sus características y cómo se pueden implementar en los diferentes educativos. Esencialmente, hay que aclarar si los proyectos son una estrategia más o pueden ser la estrategia central de la educación, en todos los campos.

Considerando lo anterior, la presente investigación se enfocó en los siguientes propósitos: 1) comprender qué son los proyectos formativos en el contexto del modelo pedagógico de la socioformación; 2) identificar los beneficios en torno a la implementación de los proyectos formativos en el terreno educativo; 3) determinar cuáles son los elementos mínimos de un proyecto formativo; 4) establecer diferencias entre los tipos de proyectos formativos; 5) analizar las características de los proyectos formativos; 6) determinar si los proyectos formativos se pueden implementar en todas las áreas y campos del conocimiento; y 7) determinar cómo sería la evaluación en los proyectos formativos, considerando la socioformación.

Metodología

Tipo de estudio

Este estudio se llevó a cabo mediante un análisis documental, con el fin de describir y representar documentos en forma unificada acerca de los proyectos formativos, considerando los propósitos establecidos. Este análisis consta de un conjunto de categorías bajo un procesamiento analítico sintético de diferentes fuentes documentales como revistas indexadas y libros académicos para el logro de los propósitos planteados. En este tipo de estudios, se busca, entonces, identificar, analizar, argumentar y proponer nuevas formas de organizar la información identificada, con análisis crítico y sistematización para comprender mejor un tema, enfoque o metodología. Además, no se pretende revisar toda la literatura existente, sino aquellos documentos más relevantes en función de las categorías propuestas.

Categorías de análisis

Para desarrollar el análisis documental sobre los proyectos formativos, se hizo en primer lugar un análisis general del tema a partir de algunas fuentes informales como libros, videos y blogs, lo que permitió comprender las tendencias en el área. Además, se identificaron las principales necesidades de aclaración del tema considerando comunidades académicas en redes sociales, políticas educativas y procesos de reforma curricular en diferentes países de Latinoamérica, como México y Colombia. A partir de ello, se proponen las categorías descritas en la Tabla 1.

Tabla 1.
Categorías propuestas para el estudio

Componentes	*Definición*	*Preguntas*
1. Concepto	Aclaración del tema	¿Cuáles son algunas definiciones de los proyectos formativos? ¿Cómo fue el desarrollo histórico de esta metodología? ¿Quién propuso esta metodología?
2. Características	Elementos esenciales que le dan identidad a la metodología	¿Cuáles son las características de los proyectos formativos?
3. Diferenciación	Diferencias con otras metodologías	¿Cuáles son las diferencias de los proyectos formativos con otras metodologías como el aprendizaje basado en problemas?
4. Metodología	Ejes mínimos para aplicar la metodología en el contexto educativo	¿Cuáles son los ejes mínimos para aplicar los proyectos formativos en el contexto educativo?
5. Evaluación	Valoración del aprendizaje logrado en la metodología	¿Cómo se evalúa el aprendizaje en los proyectos formativos?
6. Impacto o beneficios	Impacto o beneficios que tiene la metodología en la educación	¿Cuáles son los resultados, impacto o beneficios que tienen los proyectos formativos en la educación?

Fuente: Elaborada por los autores para la presente investigación

Estrategia de búsqueda de la información

La búsqueda de fuentes documentales para el presente estudio se realizó mediante los siguientes criterios:

1) Se buscaron artículos científicos en revistas indexadas y arbitradas en las siguientes bases de datos: Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc, Latindex y Google académico.
2) Se identificaron y eligieron artículos y libros del periodo 2016 al 2021, que es cuando se consolida la socioformación en Latinoamérica.
3) Se utilizaron las siguientes palabras claves en la búsqueda de los documentos académicos: proyectos formativos más una de las siguientes palabras clave: método por proyectos, sociedad del conocimiento, desarrollo social sostenible en la docencia, socioformación, evaluación y planeación de cursos.
4) Se seleccionaron solamente los artículos que tuviesen la palabra "proyectos formativos" más una o varias de las palabras claves propuestas en la búsqueda.

Documentos Analizados

La Tabla 2, muestra el número de documentos analizados para este estudio. En total se examinaron 81 documentos científicos que cumplieron los criterios establecidos para su búsqueda. Del total, 29 corresponden a artículos teóricos y 37 a artículos empíricos; 5 son de investigaciones en inglés y 6 de libros académicos. Adicionalmente, se estudió la literatura complementaria con un total de 9 documentos.

Tabla 2.
Documentos analizados en el estudio

Documentos	*Sobre el tema*	*De contextualización o complemento*	*Latinoamericanos*	*De otras regiones*
Artículos teóricos	19	10	23	6
Artículos empíricos	23	14	16	21
Libros	4	2	3	3
Otros	6	3	4	5

Fuente: Elaborada por los autores para la presente investigación

Resultados

Concepto de los proyectos formativos

A partir del siglo XX diversas estructuras educativas se han transformado bajo la visión y postura de autores como Montessori, Piaget, Vygotsky, Freire, Dewey, entre otros (Pallarès y Muñoz, 2017; Zorić, 2016), Atkinson (2017) y Luzón y González (2019) refieren, que John Dewey, fue uno de los más influyentes en la historia de la pedagogía y reformas educativas, propone una reconfiguración abierta a la educación y plantea que además del trabajo tradicional el cual es enfatizado en la trasmisión de contenido, ese contenido e información adquirida tenga aplicabilidad y funcionalidad en la sociedad. Caeiro-Rodríguez (2018) considera que, a partir de esta propuesta, Dewey da origen al trabajo por proyectos.

Donde enfatiza la puesta de una eficacia social entre el crecimiento individualizado y la transformación social (Williams, 2017). Kilpatrick presenta la metodología de proyectos y toma a Dewey como referente (Caeiro-Rodríguez, 2018), en la cual consolida lo que hoy es llamado trabajo por proyectos. La metodología de Kilpatrick se caracteriza por actividades participativas y variadas, enfocadas en objetivos y tiene un conjunto de contenidos como referente.

En Latinoamérica, fue Tobón quien estableció una nueva metodología de proyectos buscando abordar el contexto de la región. Esto lo hizo en el 2004, y le dio el nombre de proyectos formativos; posteriormente, se sistematizó el proceso en el año 2014 (Tobón, 2014). Tobón se basó en diversos referentes, como Dewey y Kilpatrick, pero le dio una perspectiva a esta metodología (Prado, 2018), que es muy diferente a cómo se trabaja en Europa o Estados Unidos en la actualidad, por cuanto considera el desarrollo social sostenible en el marco de un nuevo modelo pedagógico que es la socioformación, diferente al constructivismo, socioconstructivismo y conectivismo, y del cual el mismo Tobón es su principal líder, a partir de un trabajo colaborativo con maestros de diversos países, como México, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela, Cuba, República Dominicana, Panamá, etcétera.

Los proyectos formativos se definen como un conjunto de actividades articuladas para resolver un reto del contexto con base en el trabajo colaborativo, para contribuir al logro de uno o varios derechos esenciales de formación (DEF), articulando saberes de varias disciplinas, campos o áreas, en el marco de diferentes niveles de inter y transdisciplinariedad. Los DEF reemplazan las competencias, como también otros conceptos como aprendizajes esperados, propósitos, objetivos, indicadores de logro, etc.

El contexto puede ser personal, familiar, comunitario, cultural, ambiental, científico, tecnológico, productivo, recreativo, de la salud, histórico, etc., tanto en la actualidad, como del futuro o del pasado, y las acciones pueden ser reales (Niño, 2020) o simuladas. Esto último se hace cuando

por diversos motivos los estudiantes no pueden intervenir en su entorno, como por ejemplo en situaciones de violencia, problemas de salud (tal y como ocurrió durante la pandemia por COVID-19), entre otros.

Prado (2018) refiere que los proyectos formativos desde la socioformación son una estrategia de formación humana integral para formar y evaluar las competencias en los estudiantes, mediante el abordaje y solución de problemas del contexto, trabajo colaborativo, valores éticos, proyectos éticos de vida, objetivos comunes, inclusión entre otros elementos. Además, se centra en formar ciudadanos capaces de resolver dificultades relacionadas con su entorno mediante la experimentación de proyectos interdisciplinares (Prado, 2018). Luego el principio fundamental es formar un individuo en todos los aspectos posibles de su vida con un impacto desde lo personal hasta lo social, repercutiendo en acciones que progresan hacia un desarrollo social sostenible. Desde el pensamiento complejo, los proyectos formativos, son una forma de evaluación de dicho pensamiento, ya que a través de las acciones emprendidas los estudiantes dan significado a las actividades desarrolladas. De igual forma, desde la sociedad del conocimiento son acciones que generan impacto en la sociedad, crean una cultura de co-creación y co-construcción del conocimiento basado en la experiencia, el conocimiento, y la tecnología, y que a su vez generan significado al afrontar desafíos y retos de la actualidad (Niño-Castillo et al., 2020).

Características de los proyectos formativos

Los retos del desarrollo social sostenible enmarcan la metodología de los proyectos formativos con unas características particulares, diferentes a la metodología tradicional propuesta por Kilpatrick, o a la metodología seguida en países como Finlandia, Alemania o Japón. Esto es así porque se considera el contexto latinoamericano a partir de la sistematización de experiencias concretas de maestros frente a grupo, en diversos países (Martínez y Sánchez, 2018). En la Tabla 3 se hace una síntesis de las principales características de esta metodología a partir de los documentos encontrados.

Tabla 3.
Características de los proyectos formativos

Características	*Enunciación*
Trabajo colaborativo	Los proyectos formativos se basan en el trabajo colaborativo, tanto de los líderes educativos, los maestros como los estudiantes. La colaboración, en la socioformación, es diferente al trabajo en equipo o el trabajo cooperativo, y consiste resolver un reto a partir de la articulación de las fortalezas de varios estudiantes, con asunción de roles intercambiables y flexibles (Martínez-Iñiguez et al., 2021).
Abordaje de un reto del contexto	En todo proyecto formativo se busca resolver un reto del contexto, lo cual es uno de los elementos más distintivos de la metodología, por cuanto la estrategia tradicional de proyectos se centraba en preguntas más generales. Un reto consiste en resolver un problema con sentido y significado potencial para los estudiantes, con análisis y argumentación (Tobón et al., 2021). El reto se establece a partir de un problema del entorno, en el ámbito personal, familiar, comunitario, social, político, ambiental, económico, etc., y para ello se implementan acciones de diagnóstico, análisis, explicación, contextualización, sistematización de la información, y solución, tomando en cuenta distintos saberes, como también el desarrollo de capacidades fundamentales. Por ende, en todo proyecto hay una focalización, y esto es uno de los elementos que más motivan a los estudiantes, promueven su participación y los llevan a la aprobación de los saberes científicos, tecnológicos, culturales y/o artísticos.

Co-creación de saberes	Consiste en identificar, buscar, sistematizar y construir saberes de manera colaborativa a partir de un reto del contexto, tomando como base el saber existente. Esto implica una resignificación de los conocimientos sistematizados en bases de datos o la comunidad, para ser replanteados, adaptados o contextualizados a una situación que ayude a mejorar las condiciones de vida o proteger los sistemas socioecológicos.
Productos integradores	En todo proyecto se busca generar un producto integrador, el cual consiste en un objeto, software, documento, informe o proceso que da cuenta de la solución propuesta a un determinado problema, independientemente del éxito obtenido. Este producto se logra por la articulación de saberes de varios campos, por ejemplo, español con matemáticas y biología, lo cual requiere de acciones coordinadas de los docentes y de los estudiantes, como también de la vinculación con la comunidad.
Transversalidad	En todo proyecto formativo se aborda la transversalidad como parte de su naturaleza, pero esto se hace por niveles, en función de la experiencia y grado de preparación de los docentes, y de la cultura escolar. Esencialmente, la transversalidad es articular saberes de dos o más campos, disciplinas, áreas, etc., para abordar un reto del contexto con una mirada amplia, comprensiva, crítica, sistémica y de impacto. Articula la inter y transdisciplinariedad. Los proyectos formativos permiten que los estudiantes realicen un proceso de articulación e integración de los saberes que se derivan de varias disciplinas, áreas o temas, para así poder resolver un problema del contexto y poder comprenderlo desde varias posiciones.
Beneficio o servicio	En todo proyecto formativo se busca que los estudiantes logren un beneficio o servicio para sí mismos, la familia, la comunidad, las organizaciones, las empresas, el gobierno, el ambiente, etc., que ayude a mejorar las condiciones de vida y cuidar la biodiversidad, a partir de la resolución de un problema concreto (Martínez-Iñiguez et al., 2021; Salazar-Gómez y Tobón, 2018).
Emprendimiento	Los proyectos formativos son un escenario para incentivar el espíritu emprendedor, ya que, al hablar de sostenibilidad, es necesario también hablar de emprendimiento, ya que fomenta una identidad colectiva con respecto al reconocimiento, comprensión y contribución a mejorar las necesidades del entorno (Niño Gutiérrez, 2019). A través de esta estrategia, los estudiantes son capaces de desarrollar su creatividad, pues se parte del reconocimiento y entendimiento del entorno para crear condiciones e identificar oportunidades de desarrollo que les permiten descubrir y experimentar sus cualidades de liderazgo (Martínez-Iñiguez et al., 2021). Por medio de la innovación, se proponen soluciones a las necesidades encontradas, al realizar acciones que consoliden sus ideas, asumiendo el riesgo que este pueda contener; con ello, la capacidad para adaptarse a los cambios, procurando así un refuerzo personal en cuanto a sus habilidades inter e intrapersonales que son el punto de incentivo para el liderazgo.
Proyecto ético de vida	Consiste en que los estudiantes se comprometan a mejorar las condiciones de vida y a cuidar el ambiente con hechos concretos y la aplicación de los valores universales como la responsabilidad y el respeto, y, a la vez, busquen su realización como personas, logren propósitos relevantes en la vida y sean felices (Bautista et al., 2019), considerando el desarrollo continuo del talento (Tobon y Luna-Nemecio, 2021a) a partir del abordaje de problemas (Valdez-Rojo y Tobón, 2018; Valdez et al., 2021). Esto debe hacerse en el marco de una cultura de la inclusión y equidad de género (De La Oliva et al., 2019). En todo proyecto formativo se busca que los estudiantes desarrollen y consoliden su proyecto ético de vida, lo cual es un eje transversal a esta metodología.

Fuente: Elaborada por los autores para la presente investigación

Diferenciación de los proyectos formativos

Los proyectos formativos, en el marco de la socioformación, difieren de otras metodologías que se aplican en la educación como los proyectos de aula, los proyectos integradores o el aprendizaje basado en problemas. Esto puede observarse en la Tabla 4. Esencialmente, la principal diferencia es que los proyectos formativos se orientan a resolver retos concretos que hay en el entorno y esto permite que los estudiantes se impliquen emocionalmente, lo cual lleva a aumentar la participación y el interés por mejorar las condiciones en las cuales viven en su cotidianidad (Consejo de Redacción, 2018; Martínez-Iñiguez et al., 2021).

Tabla 4.
Diferenciación y clasificación de los proyectos formativos

Elementos	*Proyectos formativos con enfoque socioformativo*	*Proyectos de aula*	*Proyectos integradores*	*Aprendizaje basado en problemas*
Enfoque/ propósito	Parte del reconocimiento del contexto y su realidad, para así establecer retos y focalizarse en su resolución, de tal manera que esto contribuya a mejorar el entorno en el cual se vive, y puede ser la comunidad cercana, el país o el mundo. (Hernández et al., 2018).	Esta metodología se enfoca en realizar actividades motivantes y participativas con los estudiantes, y se abordan algunos contenidos (Buitrago, 2017).	Se enfoca en la integración de asignaturas para dar respuesta a la formulación de preguntas y/o resolver un problema del contexto. (Martínez y Sarmiento, 2020). Permite trazar acciones de mejora en la enseñanza, en el aprendizaje y en el currículo.	Se enfoca en analizar un problema con detalle y profundidad, pero no a resolverlo. Tiende a emplear una metodología de trabajo por equipos, más que la colaboración en el sentido de la socioformación (Gil-Galván, 2018).
Contenidos/ Sustento metodológico	Los saberes se toman en cuenta para identificar, comprender, explicar y resolver los problemas o retos del contexto en el marco de la transversalidad	En ocasiones se consideran contenidos del plan de estudios que fortalecen la formación (Buitrago, 2017).	Se abordan los contenidos de las asignaturas que se articulan.	Se abordan los contenidos para analizar y explicar los problemas (Gil-Galván, 2018).

Fuente: Elaborada por los autores para la presente investigación

Componentes metodológicos para desarrollar proyectos formativos

Los proyectos formativos son una estrategia flexible que requiere poca planeación, pues sólo es necesario tener en cuenta unos cuantos elementos para que ayude a la formación integral de los estudiantes y posibilite cumplir los propósitos establecidos en un determinado perfil de egreso. Esencialmente, se deben combinar diferentes tipos de actividades que permitan el desarrollo de las diferentes dimensiones personales y comunitarias, en articulación de las instituciones educativas con la sociedad.

El docente como mediador social debe buscar que todos los estudiantes participen y se articulen en el trabajo colaborativo que es continuo a lo largo del proceso, pero que adopta diferentes formas, ya que en la socioformación no se reduce a trabajar en equipos. Esto es esencial para que se trabaje

en una cultura de inclusión y respeto (De la Oliva et al., 2019; Ibarra-Piza et al., 2018). A continuación, se describen algunos elementos metodológicos esenciales en esta metodología:

Tabla 5.
Componentes metodológicos esenciales para desarrollar un proyecto formativo

Componentes	*Descripción*
Título	Es la identificación del proyecto, y debe ser atractivo y motivante para los estudiantes. Se establece considerando el reto.
Reto del contexto	Es la identificación, comprensión, explicación y resolución de un problema del entorno, en cualquier ámbito de la vida que potencialmente sea significativo para los estudiantes. Un reto es pasar de una situación dada a una esperada con análisis y gestión del conocimiento.
Propósito de aprendizaje establecido en el currículo	Es el aprendizaje que se espera lograr, expresado de forma sencilla y, si es posible, con algún ejemplo. En la socioformación se conceptualizan como derechos esenciales de formación (DEF) y son aprendizajes fundamentales que todos los estudiantes deberían lograr, considerando los retos del desarrollo social sostenible.
Producto integrador	Producto central que se busca en el proyecto y que articula diferentes actividades y saberes, el cual se lograr abordando el reto establecido. Posibilita focalizar el trabajo y que los estudiantes se motiven y se concentren en el proceso. Este producto se puede complementar por otros productos menores. El producto puede ser tangible o intangible.
Actividades de apertura	Son actividades relacionadas con el inicio del proyecto formativo y buscan que los estudiantes se motiven a lograr el reto propuesto y tengan claridad del proceso. Esto implica comprende con sencillez el propósito de aprendizaje (DEF), acordar las normas de trabajo, tener claridad de cómo va a implementarse la colaboración e identificar los saberes previos, considerando el mismo reto del contexto.
Actividades de desarrollo	Son actividades orientadas a analizar, argumentar y resolver el reto establecido. Esencialmente, se trabaja en la búsqueda y comprensión de la información a través de diferentes fuentes para entender y contextualizar el reto, la lectura comprensiva, el análisis de ejemplos, la resolución del reto con colaboración y la redacción de textos con argumentación y pensamiento complejo. De esta manera, los estudiantes trabajan en un producto, junto con otras evidencias complementarias si son necesarias. La evaluación se hace a lo largo de las actividades.
Actividades de cierre	Comprende la mejora del proceso y del producto central del proyecto formativo en torno al reto establecido, con el apoyo de los pares y del docente. Implica mejorar el producto varias veces si es necesario y luego socializar la experiencia con los pares, la familia y la comunidad, para contribuir a generar consciencia social que promueva la mejora de las condiciones de vida.

Fuente: Elaborada por los autores para la presente investigación

Evaluación socioformativa de los proyectos

La evaluación socioformativa se diferencia de la evaluación formativa en que no sólo busca el aprendizaje, sino que, además, se aplica de manera colaborativa para que entre todos se logre la mejora continua, con el propósito de tener impacto en el reto del contexto. Por ende, esta nueva perspectiva de la evaluación se aplica a partir de retos del entorno, en un marco de trabajo con los pares, los docentes, la familia y la comunidad. Articula la autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación y socioevaluación, considerando al mismo tiempo, la evaluación diagnóstica, formativa o continua y sumativa (Ibarra-Piza et al., 2018). A continuación, se describen los ejes esenciales de la evaluación socioformativa (Tobón, 2017):

1) Título. Es la identificación del proyecto, a partir del reto que se aborda, y debe ser creativo, motivador, crítico y que despierte el interés en el educando.

2) Derechos esenciales de aprendizaje. En la socioformación, es el propósito o los propósitos curriculares que se deben lograr o contribuir a lograr en un proyecto formativo, y que articulan las necesidades sociales con los avances disciplinares.

3) Reto del contexto. Es el problema del entorno que se pretende resolver en el proyecto formativo para contribuir a alcanzar el derecho esencial de aprendizaje. A partir del problema, se plantea un producto integrador que da cuenta del proceso y de los logros obtenidos por los estudiantes durante el proyecto. El producto puede ser un informe, una obra de teatro, un cartel, un video, entre otros.

4) Instrumentos. Son las herramientas concretas que permiten valorar el proceso y el producto integrador de un proyecto formativo, como también las actividades que se llevan a cabo, con la finalidad de retroalimentar al estudiante en su desempeño para que mejore de manera continua. Se emplean diversos instrumentos en un proyecto, como la lista de cotejo, la rúbrica analítica y la sintética, la guía de observación, la escala estimativa, entre otros. Cada uno de ellos posibilita valorar distintos saberes, y se elaborar tomando como apoyo la taxonomía socioformativa que es una alternativa a las taxonomías tradicionales como la de Bloom que ya no son pertinentes en el desarrollo social sostenible.

5) Actividades de valoración. Son las acciones concretas para evaluar el proceso, el producto y las actividades en un proyecto formativo, tomando como base el reto del contexto. Esencialmente, se hace autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación y socioevaluación, con base en la colaboración entre los mismos estudiantes.

6) Retroalimentación. Consiste en que el estudiante tenga de manera oportuna un informe de sus logros y aspectos a mejorar, con base en un lenguaje respetuoso y orientado a la mejora.

7) Mejoramiento continuo. Se trata de apoyar a los estudiantes con diferentes estrategias para que efectivamente mejoren en las áreas de oportunidad señaladas en la retroalimentación.

8) Socialización. Es compartir el proceso de aprendizaje, los logros obtenidos, las dificultades encontradas y el producto alcanzado con los pares, la familia y la comunidad para generar sensibilización en torno al abordaje del reto en el entorno social.

Beneficios e impacto de los proyectos formativos

Los proyectos formativos cada vez se implementan más por parte de los docentes, ante todo por su propia iniciativa, pues en Latinoamérica no existen currículos orientados por proyectos. En estas experiencias se observa que los docentes perciben que el trabajo es más motivante para los estudiantes, los hace más participativos y les posibilita comprender mejor los contenidos del currículo. Esto es importante en la educación latinoamericana porque ayuda a prevenir la deserción y promueve una mejor resolución de los problemas con los saberes académicos, aspecto que está poco desarrollado en porcentaje relevante de alumnos, tal y como lo muestran las pruebas PISA.

En los proyectos formativos se desarrollan capacidades fundamentales para el mundo de la vida y para contribuir al desarrollo social sostenible, como es la colaboración, que se trabaja desde el inicio hasta el final y no se reduce a un equipo, que es una visión limitada; se trabaja el pensamiento complejo con sus diversos componentes, como la resolución de problemas, el análisis crítico, la metacognición, el pensamiento sistémico y la creatividad (Tobón & Luna-Nemecio, 2021).

Se aborda el proyecto ético de vida para formar ciudadanos comprometidos con su comunidad, el ambiente y su propio desarrollo personal a partir del fortalecimiento continuo de los valores como la responsabilidad, el respeto, la honestidad y la solidaridad (Bautista et al., 2019); También se gestiona el conocimiento a través de diversas acciones como la búsqueda de información,

la comprensión, el análisis y la argumentación, tomando en cuenta un determinado reto (Betancourt et al., 2020).

Los proyectos formativos tienen un carácter holístico y multidisciplinar para abordar los problemas del contexto como retos, es decir, para enfocarse en su solución y no quedarse en el análisis, como sucede con el aprendizaje basado en problemas. Esto permite que los estudiantes se formen con un pensamiento interdisciplinario, que les permita afrontar los problemas de la vida desde diferentes visiones, y, a la vez, articular saberes para encontrar las soluciones más pertinentes y de mayor impacto en el entorno.

Asimismo, en todo proyecto se trabaja en una cultura de inclusión y de equidad de género (De La Oliva et al., 2019), por lo cual ayuda a que los estudiantes vivan de esta manera y esto lo trasladen a su familia y comunidad. Estos resultados se correlacionan con un mejor desempeño académico (Hernández-Mosqueda et al., 2018), que posiblemente se debe a acciones como la resolución de un problema del entorno, el empleo de rúbricas, la autoevaluación, la coevaluación y la mejora del producto central en el marco del trabajo colaborativo.

Conclusiones

a) Los proyectos formativos son una metodología pertinente para transformar la educación en Latinoamérica hacia la resolución de los problemas personales, familiares, comunitarios, sociales, ambientales, productivos, de salud, etc., con el fin de promover el desarrollo social sostenible, debido a que se enfocan en aprender con base en retos, la colaboración y la cocreación del conocimiento.

b) Los proyectos formativos son una metodología flexible basada en el abordaje de retos del contexto a partir de la colaboración y la transversalidad, y difieren del aprendizaje basado en problemas, de los proyectos de aula y de los proyectos integradores.

c) Los proyectos formativos poseen beneficios en los estudiantes, tales como el fortalecimiento del proyecto ético de vida, la colaboración, el desarrollo del pensamiento complejo y un mejor desempeño académico.

Referencias

Alonso-Sainz, T. (2021). Educación para el desarrollo sostenible: una visión crítica desde la Pedagogía. *Revista Complutense se Educación, 32*(2), 249-259. https://doi.org/10.5209/rced.68338

Amor, M. I. y Serrano, R. (2020). Las competencias profesionales del orientador escolar: el rol que representa desde la visión del alumnado. *Revista de Investigación Educativa, 38*(1), 71–88. https://doi.org/10.6018/rie.321041

Atkinson, J. C. (2017). Countering the Neos: Dewey and a Democratic Ethos in Teacher Education. *Democracy & Education, 25*(2),1-11. https://bit.ly/3rvlgzV

Ayerbe-López, J., y Perales-Palacios, F.J. (2020). 'Reinventa tu ciudad': Aprendizaje basado en proyectos para la mejora de la conciencia ambiental en estudiantes de Secundaria.

Enseñanza de las Ciencias, *38,* 181-203. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2812

Bautista, A. J., Juárez, L. G. y Tobón, S. (2019). Design and validation of a rubric to evaluate the ethical project of life in university students. *World Review of Science, Technology and Sustainable Development, 15*(4), 300-312. http://doir.org/10.1504/WRSTSD.2019.104093

Betancourt, M., Bernate, J., Fonseca, I. y Rodríguez, L. (2020). Revisión documental de estrategias pedagógicas utilizadas en el área de la educación física, para fortalecer las competencias ciudadanas. *Retos, 38,* 845-851. https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.74918

Bourn, D. (2020). Global and Development Education and Global Skills. *Educar, 56*(2), 279–295. https://doi.org/10.5565/rev/educar.1143

Caeiro-Rodríguez, M. (2018). Aprendizaje Basado en la Creación y Educación Artística: proyectos de aula entre la metacognición y la metaemoción. *Arte, Individuo y Sociedad, 30*(1), 159-177. https://doi.org/10.5209/ARIS.57043

Cayo, C. y Miranda, A. (2020). La empatía en la educación médica: una oportunidad después de la crisis por COVID-19. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19, e3319. https://bit.ly/3shafmx

Colás, M. P. (2021). Retos de la Investigación Educativa tras la pandemia COVID-19. *Revista de Investigación Educativa, 39*(2), 319-333. http://dx.doi.org/10.6018/rie.469871

Consejo de Redacción, (2018). Un acercamiento al aprendizaje basado en proyectos, cien años después de "The Project Method", de W.H. Kilpatrick. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 21*(2). https://bit.ly/3LRj4ge

De La Oliva, D., Tobón, S., Pérez, A. K., Romero, J. y Escamilla, K. M. (2019). Evaluación del modelo educativo constructivista de orientación educativa e intervención psicopedagógica desde el enfoque socioformativo] *Educar, 55*(2), 561-576. http://dx.doi.org/10.5565/rev/educar.772

Erstad, O., Miño, R., & Rivera-Vargas, P. (2021). Educational practices to transform and connect schools and communities. [Prácticas educativas para transformar y conectar escuelas y comunidades]. *Comunicar, 66*, 9-20. https://doi.org/10.3916/C66-2021-01

Flórez, M., Aguilar, A. J., Hernández, Y. K., Salazar, J. P., Pinillos, J. A. y Pérez, C. A. (2017). Sociedad del conocimiento, las TIC y su influencia en la educación. *Revista Espacios, 38*(35), 1-12. https://bit.ly/3kqa9Xt

Gil-Galván, R. (2018). El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. Análisis de las competencias adquiridas y su impacto. *Revista Mexicana de Investigación Educativa, 23*(76), 73-93. https://bit.ly/37xW02M

Hernández, J. S., Tobón-Tobón, S., Ortega-Carbajal, M. F. y Ramírez-Cuevas, A. M. (2018). Evaluación socioformativa en procesos de formación en línea mediante proyectos formativos. *Educar, 54*(1), 147-163. https://doi.org/10.5565/rev/educar.766

Hernández, V. y Mederos, Y. (2018). Papel del orientador/a educativo como asesor/a: funciones y estrategias de apoyo. *REOP-Revista Española De Orientación Y Psicopedagogía, 29*(1), 40–57. https://doi.org/10.5944/reop.vol.29.num.1.2018.23293

Hernández-Mosqueda, J. S., Tobón-Tobón, S., Ortega-Carbajal, M. F., y Ramírez-Cuevas, A. M. (2018). Socioformative assessment in online training processes through training projects. *Educar, 54*(1), 147-147. https://dx.doi.org/10.5565/rev/educar.766 10.5565/rev/educar.766

Ibarra-Piza, S., Segredo-Santamaría, S., Juárez-Hernández, L., & Tobón, S. (2018). Estudio de validez de contenido y confiabilidad de un instrumento para evaluar la metodología socioformativa en el diseño de cursos. *Revista espacios, 39*(53), 1-24. https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-24.pdf

Izquierdo, M. E. (2020). Gestión del Conocimiento desde el enfoque Socioformativo hacia el Desarrollo Social Sostenible. *Ecocience International Journal, 2*(2), 10–18. https://doi.org/10.35766/je20222

López, R., Tobón, S., Veytia, M. G. y Juárez, L. G. (2021). Mediación didáctica e inclusión educativa en la educación básica desde el enfoque socioformativo. *Revista de Investigación Educativa, 39*(2), 527–552. https://doi.org/10.6018/rie.443301

Luna-Nemecio, J., Tobón, S., & Juárez-Hernández (2020) Sustainability-based on socioformation and complex thought or Sustainable Social Development. *Resources, Environment and Sustainability, 2*. 100007 https://doi.org/10.1016/j.resenv.2020.100007

Luna Nemecio, J., & Tobón, S. (2021). Urbanización sustentable y resiliente ante el Covid-19: nuevos horizontes para la investigación de las ciudades. *Universidad y Sociedad, 13*(1), 110-118. https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1906

Luna-Nemecio, J. (2019a). La importancia de la educación para lograr el Desarrollo Social Sostenible. *Ecocience International Journal, 1*(1), 6-11. https://doi.org/10.35766/je19111

Luna-Nemecio, J. (2019b). Thinking about violence, migration, and education as social problems in the context of the current civilizational crisis. *Forhum International*

Journal of Social Sciences and Humanities, 1(1), 6-10. https://doi.org/10.35766/jf19111

Luzón, A. y González, J. C. (2019). Reactivar la democracia, un desafío ético y educativo: reflexiones urgentes a partir de la obra de John Dewey. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura, 195* (792), a512. https://doi.org/10.3989/arbor.2019.792n2013

Martín, D., y García, M.G. (2018). Transformación del modelo educativo en el aprendizaje y desarrollo competencial. Estudio de caso. *Bordón, 70*(4), 103-119. https://doi.org/10.13042/Bordon.2018.60992

Martínez, J. A. y Sánchez, S. (2018). Generación de Competencias con Base en la Gestión de Conocimiento Científico. REICE. *Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educación, 16*(2). https://doi.org/10.15366/reice2018.16.2.004

Martínez, M. y Sarmiento, C. R. (2020). Proyectos integradores: vinculación de la educación superior tecnológica con las microempresas. *Presencia Universitaria, 8*(15), 60–67. https://doi.org/10.29105/pu8.15-5

Martínez-Iñiguez, J. E., Tobón, S. y Soto-Curiel, J. A. (2021). Ejes claves del modelo educativo socioformativo para la formación universitaria en el marco de la transformación hacia el desarrollo social sostenible. *Formación Universitaria, 14*(1), 53-66. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000100053

Mesquita-Romero, W., Fernández-Morante, C., y Cebreiro-López, B. (2022). Critical media literacy to improve students' competencies. [Alfabetización mediática crítica para mejorar la competencia del alumnado]. *Comunicar*, 70, 47-57. https://doi.org/10.3916/C70-2022-04

Muñoz, D. R. y Araya, D. H. (2017). Los desafíos de la evaluación por competencias en el ámbito educativo. *Educacao e Pesquisa, 43*(4), 1073–1086. http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201706164230

Niño, N. (2020). Socioformation as link in two face-to-face tourism programs in Acapulco. *Forhum Interational Journal of Social Sciences and Humanities, 2*(3), 78-89. https://www.cife.edu.mx/forhum/index.php/forhum/article/view/47

Niño Gutiérrez, N. S. (2019). Puntos de encuentro entre la Licenciatura en Gestión Turística con la Maestría en Gestión Sustentable del Turismo, UAGro. *Revista Académica del Quehacer Universitario, 2*(4), 21-27. https://www.researchgate.net/publication/343178248_Puntos_de_Encuentro_entre_la_Licenciatura_en_Gestion_Turistica_con_la_Maestria_en_Gestion_Sustentable_del_Turismo_UAGro

Niño-Castillo, J. E.; Juárez-Hernández, L. G. & Niño-Gutiérrez, N. S. (2020). Diseño y validación de un instrumento para evaluar los trabajos finales universitarios desde la

socioformación. *International Journal of Science Academic Research, 1*(7), 481-488. www.scienceijsar.com

Orozco, G. H., Tejedor, F. J. y Calvo, M. I. (2017). Meta-análisis sobre el efecto del software educativo en alumnos con necesidades educativas especiales. *Revista de Investigación Educativa, 35*(1), 35–52. https://doi.org/10.6018/rie.35.1.240351

Pallarès, M. y Muñoz, M. C. (2017). La vigencia de Hannah Arendt y John Dewey en la acción docente del siglo XXI. *Foro de Educación*, *15*(22), 1-23. doi: http://dx.doi.org/10.14516/fde.443

Parra-Acosta, H., Tobón, S., Juárez-Hernández, L.G., López-Loya, J., Benavides-Olivera, J.G., García-Acosta, V.M., González-Ortiz, S., Carrazco-Palafox, J., Sánchez-Cañas, G.G. & Tobón, B. (2017). Teachers Recognize the Need to Develop Their Competencies to Improve Medical Students' Performance. *International Journal of Environmental and Science Education, 12*(8), 1895-1911. https://bit.ly/3p4Qk9Y

Salazar-Gómez, E. y Tobón, S. (2018). Análisis documental del proceso de formación docente acorde con la sociedad del conocimiento] *Espacios, 39*(53). https://bit.ly/3s2QhNx

Tobón, S. (2010). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (4ta. Edición). Ecoe.

Tobón, S. (2014). *Proyectos formativos. Teoría y metodología*. Pearson.

Tobón, S. (2017). *Evaluación socioformativa. Estrategias e instrumentos*. Mount Dora (USA): Kresearch. 98 p.

Tobon, S. y Luna-Nemecio, J. (2021a). Proposal for a new talent concept based on socioformation. *Educational Philosophy and Theory, 53*(1), 21-33. https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1725885

Tobón, S., & Luna-Nemecio, J. (2021b). Complex thinking and sustainable social development: Validity and reliability of the complex-21 scale. *Sustainability*,*13*(12) doi:10.3390/su13126591

Tobón, S., Juárez-Hernández, L. G., Herrera-Meza, S. R. y Núñez, C. (2021). Pedagogical practices: Design and validation of SOCME-10 rubric in teachers who have recently entered basic education. *Psicología Educativa, 27*(2), 155-165. https://doi.org/10.5093/psed2021a13

Valderrama-Hernández, R., Alcántara, L., Sánchez, F., Caballero, D., Serrate, S., Gil-Doménech, D., Vidal-Raméntol, S. y Miñano, R. (2019). ¿Forma en sostenibilidad el sistema universitario español? Visión del alumnado de cuatro universidades. *Educación XX1*, 23(1). https://doi.org/10.5944/educxx1.23420.

Valdez, E., Tobón, S., Luna, J., Pimienta, J. H. y Juárez, L. G. (2021). Sustainaibility and education: Solving problems based on mathematics from sociofor-mative approach. *Universidad y Sociedad, 13*(6), 134-143. https://bit.ly/35eZgCA

Valdez-Rojo, E. y Tobón, S. (2018). Diseño de situaciones de aprendizaje para la resolución de problemas con base en las matemáticas desde la socioformación. *Espacios, 39*(53) https://bit.ly/3v32ZxP

Williams, M. (2017). Dewey in the 21st Century. *Journal of Inquiry & Action in Education, 9*(1), 91–102. https://bit.ly/3v5LiOk

Zorić, V. (2016). Influencia de John Dewey en las reformas educativas en Turquía y en la Unión soviética. *Espacio, Tiempo y Educación, 3*(2), 101-130. http://dx.doi.org/10.14516/ete.2016.003.002.005

Ecocience
INTERNATIONAL JOURNAL

https://doi.org/10.35766/j.ecocience.23583
ISNN: 2992-6998
Vol. 5, No. 8, 2023 | e23583 | enero-junio 2023
Recibido: Marzo, 13, 2023 | Aprobado: Mayo 11, 2023
Publicado: Junio 30, 2023

Cáscaras de frutas como vehículo para la disponibilidad de compuestos fenólicos con actividad contra el virus de la influenza

Fruit peels as a vehicle for the availability of phenolic compounds with anti-influenza virus activity

Resumen: La influenza es un virus que infecta las vías respiratorias causando altos índices de mortalidad. Las cáscaras de las frutas son estudiadas debido a la cantidad de compuestos fenólicos (PC) encontrados con funciones positivas a la salud. Se han aportado abundantes pruebas sobre el gran potencial de los PC contra diferentes virus que causan problemas de salud generalizados. Estas acciones dependen de la hidroxilación, la metoxilación y la alquilación de varios componentes del anillo polifenólico. Quercetina, ácido gálico, epigalocatequina, catequina son algunos PC que se les han analizado su actividad contra el virus de la influenza, bloqueando la entrada en las células huésped, inhiben la multiplicación del virus y protegen contra la sobreinfección. La gran variedad de mecanismos de acción de los PC contra las infecciones víricas podría aplicarse como estrategia de tratamiento o naturales. El presente trabajo es una revisión descriptiva centrada en las potenciales propiedades antivirales de los PC provenientes de la cáscara de frutas sobre el virus de la influenza.

Palabras clave: actividad antiviral; cáscara; compuestos fenólicos; gripe; resfriado

Abstract: Influenza is a virus that infects the respiratory tract causing high mortality rates. Fruit peels are studied due to the amount of phenolic compounds (PC) found with positive health functions. Abundant evidence has been provided on the great potential of PC against different viruses that cause widespread health problems. These actions depend on the hydroxylation, methoxylation and alkylation of several components of the polyphenolic ring. Quercetin, gallic acid, epigallocatechin, catechin are some PC that have been tested for their activity against influenza virus, blocking entry into host cells, inhibiting virus multiplication and protecting against superinfection. The wide variety of mechanisms of action of PC against viral infections could be applied as a treatment or prevention strategy; but at the same time, they could be used to produce natural antiviral drugs. The present work is a descriptive review focused on the potential antiviral properties of PC from fruit peel on influenza virus.

Keywords: *antiviral activity; catarrh; cold; peel; phenolic compounds*

Autores

Gilberto Mercado Mercado
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México
gilberto.mercado@uacj.mx

Delia Libier Hernández de la Rosa
Centro Universitario Tecnológico de Enfermería, México
libier_hdez@hotmail.com

Conflicto de intereses
Mencionar posible conflicto de interés.

Financiamiento
Mencionar si el artículo recibió un apoyo económico

Agradecimientos
Mencionar los agradecimientos

Nota
Mencionar si el artículo forma parte o no

Cita sugerida (APA, séptima edición)
Mercado, G., Hernández, D. (2023). Cáscaras de frutas como vehículo para la disponibilidad de compuestos fenólicos con actividad contra el virus de la influenza. *Ecocience International Journal*, *5*(8), e23583. https://doi.org/10.35766/j.ecocience.23583

CIFE Centro Universitario

OPEN ACCESS

Introduction

Influenza is an emerging acute respiratory disease caused by the virus belonging to the *Orthomyxoviridae* family, which enters through the respiratory tract causing problems in people of all ages, mainly in children, young people and the elderly, manifesting itself mainly in the winter season. This disease occurs with greater incidence in people who self-medicate. Therefore, viruses become resistant to antibiotics, increasing contagion and causing problems in the nose, throat, bronchial tubes and lungs, which can last approximately 14 days.

Most of those affected usually recover by self-medication or consumption of fruit juices, but the disease may recur more frequently and with other conditions, such as pneumonia or cause death. For this reason, it is important to point out that this disease does not have a cure so it is necessary to lessen the discomfort through rest, fluid intake, home remedies, gargling with warm salt water, cough drops and medications to relieve body pain. In this sense, alternatives are sought to obtain components that have the potential to reduce the ailment (Zhu, Fodor and Keown, 2023).

The peels are a resource because they have been proven to contain antiviral compounds, such as phenolic compounds (PC). Several studies have shown that these compounds can act by inhibiting the activity of viruses such as SARS-CoV-2, inovirus, adenovirus, coronavirus (Niño-Gutiérrez, 2021), metapneumovirus and influenza (Ninfali et al., 2020). Therefore, the present study consists of describing the importance of taking advantage of the pharmaceutical value of PC present in fruit peels and their antiviral properties.

Development

Influenza overview

Influenza, colloquially called flu, is an infection that is easily transmitted from person to person through respiratory secretions with the appearance of nasal congestion, sneezing, fluid, watery and abundant rhinorrhea, discomfort and itching in the throat, dry cough, muscle aches, headache, bronchial and, occasionally, in the lungs; having an approximate duration of 10 to 13 days with temperature ranging between 38 to 41°C (Krammer et al., 2018). This disease is transmitted by inhaling particles (<5 μm in diameter) suspended in the air affecting people at any age group, mainly children <2 years, elderly >65 years, pregnant women and patients with pathologies (chronic diseases, diabetes, neuropathies, cystic fibrosis, asthma, neoplastic diseases), so it has become a serious problem due to high morbidity and mortality. Nowadays, it is common to confuse between common cold and flu; although they share some symptoms, it is common to make the mistake of mentioning these pathologies indistinctly, so it is important to highlight the differences as described in Table 1 (Shie and Fang, 2019; Krammer et al., 2018).

Table 1.
Differences in symptoms between the common cold and the influenza

Symptomatology	*Cold*	*Influenza*
Incubation time (h)	48 – 72	18 - 36
Virus	Rinovirus y coranovirus	Infuenza
Aches and pain	Slight	Assiduous, usually severe

Onset	Sudden	Paulatine
Fever	Sporadic or almost null	Assiduous with 38 - 41°C, especially in infants
Chills	Sporadic	Frequent
Sneezing	Assiduous	Sporadic
Runny nose	First three days	Sporadic
Stuffy nose	Assiduous	Sporadic
Headache	Sporadic	Assiduous e intenso
Cough	Assiduous	Assiduous, can become intense
Myalgia	Sporadic	Assiduous
Low back pain	Assiduous	Assiduous
Odynophagia	Assiduous	Sporadic
Eye irritation	Assiduous	Sporadic
Fatigue or weakness	Sporadic	Usually lasting up to 3 weeks
Extreme exhaustion	Never	Within the first few days and Frequent
Chest discomfort	Mild to moderate	Assiduous

Source: Czubak et al., (2021).

Morphology and organization of the genome and coding proteins of the influenza virus

Influenza is found within the *Orthomyxoviridae* family, which refers to the affinity it has for mucin, a mucoprotein present in the mucus of various secretions, epithelial receptors, red blood cell membrane and serum. The virus is grouped into A, B, C, Thogovirus and Isavirus, being genus A the most common and leading with higher infection and incidence of morbi-mortality in humans due to the capacity of mutation and constant evolution, which leads to make resistant to antigenic (Zhu, Fodor and Keown, 2023). Influenza viruses of genus A and B have a variable appearance (spherical or filamentous) with an average diameter of 100 nm and 300 nm in length, while the structure of genus C is usually in the form of a cord of about 500 nm (Krammer et al., 2018).

The influenza virus has a lipid envelope in which hemagglutinin (HA), neuraminidase (NA) and small amounts of M2 protein are embedded. Inside is the matrix protein, which surrounds the viral genome, coated by proteins (PB1, PB2 and PA) that make up the RNA polymerase and the NP nucleoprotein. The viral genome comprises 13,588 nucleotides that are fragmented by the viral genome comprises 13,588 nucleotides, which is fragmented by eight single-stranded RNA segments of different sizes (890 to 2,350 nucleotides) and encodes eleven viral proteins. The genome can undergo variations in the type of H and N proteins, this causes RNA segments to be exchanged between two or more different viruses in the same cell, giving rise to new variants (Medina and

García-Sastré, 2011). For this reason, there are currently >120 virus strains, the most frequent being Rhinovirus which prevails in autumn and spring and Coronavirus in late autumn and winter (Zhu, Fodor and Keown, 2023).

The glycoprotein HA is found to express approximately 80% of viral surface glycoproteins forming homotrimers of cylindrical shape. Each homotrimer is confirmed by a fibrous stalk, which at one end inserts into the viral membrane, while at the other end is the globular domain with three binding sites for sialic acid. Thus, sialic acid defines the particular tropism of influenza viruses due to the specificity that different virus strains have for different types of sialic acid bonds with the preceding galactose in the carbohydrate chain. Thus, HA binds to sialic acid residues attached to galactose via 2,6-galactoside linkages. Epithelial cells lining the human trachea have mainly α2,6-linked carbohydrates (Noda, 2011). The HA1 subunit is responsible for binding to sialic acid-containing receptors, which affinity determines their pathogenicity in human cells. The HA2 subunit participates in the fusion between the viral membrane and the endosomal membrane. The endosome containing the virion is acidified causing a conformational change in HA2 that allows the strangulation of the viral and endosomal membranes, releasing the ribonucleoprotein into the cytoplasm (Jones, Le Sage and Lakdawala, 2020; Noda, 2011).

On the other hand, NA has the function of cleaving the bonds between HA and sialic acid in order to release the virion from the infected cell. NA is found on the surface of the virion forming a homotetramer, each monomer is composed of a cytoplasmic domain, a transmembrane region, a hypervariable stalk, and a globular head that has the catalytic domain of this enzyme, with highly conserved regions in its active site. Other functions of NA include preventing the aggregation of released virions and breaking the N-acetyl-neuraminic acid bonds of the mucus so that the virus can establish itself in the upper respiratory tract (Krammer et al., 2018).

Once the virus has bound to its receptor in the cell, it enters the cytoplasm by endocytosis and the low pH of the endosome causes a change in the conformation of the virus hemagglutinin protein, which favors the fusion of the cell and viral membranes, allowing the viral particle to enter the cytoplasm of the cell. The acidic pH within the endosome favors the dissociation of the ribonucleoproteins associated with the viral genome. The M2 protein allows the entry of protons into the viral particle and releases the viral genome, which enters the cell nucleus and initiates its transcription and replication. The viral messenger RNA is translated to form the corresponding proteins, and finally the new viruses assemble in the cell cytoplasm and exit by budding through the plasma membrane, which has been previously modified by the insertion of the viral proteins HA, NA and M2 (Kausar et al., 2021).

Antiviral treatment

The drugs focus on inhibiting NA activity and stopping viral shedding and disease development. Drug treatment for influenza virus has been shown to reduce the severity and days of symptoms. There are two classes of antivirals for the treatment of influenza, adamantanes and NA inhibitors. The adamantanes block the M2 protein ion channel so that they inhibit the intracellular release of the virus; while the viral NA inhibitors prevent the release of viruses into the respiratory tract and their subsequent dissemination (Swierczynska, Mirowska-Guzel, Pindelska, 2022; Kausar et al., 2021).

The influenza virus can resist the drug causing a decrease in the effectiveness of its dose, due to the substitution of a histidine for a tyrosine at position 275 of the NA gene. This mutation does not affect susceptibility to zanamivir since the NA molecule has a different genetic basis. Therefore, there are other antiviral treatments that are not as widely used, for example ribavirin, which inhibits iniosine-monophosphate, oligonucleotides that interfere with viral RNA translation, interferon

inducers and nonstructural protein gene (NS1) inhibitors. It has also been suggested that the combination of antivirals can be administered, but there is scientific evidence on their effectiveness against influenza virus (Swierczynska, Mirowska-Guzel and Pindelska, 2022).

Phenolic compounds in fruit peels

In order to search for natural and alternative sources of antiviral drugs and considering that pharmaceuticals require the incorporation of natural and efficient compounds for the reduction of these microorganisms, food matrices, including fruit peels, have been sought as a better option to obtain compounds that help against the influenza virus (Niño-Gutiérrez & Luna-Nemecio, 2021). These by-products represent alternatives for research and industrialization, preventing them from being discarded and causing a negative impact on the environment.

Thus, their use aims to recover their economic value through reuse, remanufacturing, redesign and recycling with the possibility of generating different alternatives in different areas (industry, cosmetics, pharmaceuticals, wastewater remediation) (Sadef et al., 2022). Multiple publications have reported the identification of different PC (Table 4), including hydroxybenzoic and hydroxycinnamic acid derivatives, as well as flavonoids with one or a high degree of polymerization of hydroxyl groups or functional derivatives (esters, methylates, glycosides) (Ninfali et al., 2020). For this reason, fruit peels have been awakening a great interest for their beneficial properties that they could exert on human health, among which this article focuses on the antiviral properties.

Antiviral activities of PC and their importance in pharmacology

Several experimental studies have sought to find the effectiveness of the antiviral activity of PC by inhibiting the genetic material of influenza virus. Catechins can minimize the infectivity of influenza A and B viruses in kidney cells and inhibit the interaction of the virus with the cell membrane when it invades a cell (Kuzuhara et al., 2009). Bang, et al. (2018) found that nepitrin, 6-hydroxyluteolin 7-O-*β*-D-glucoside and homoplantaginine from *Salvia plebeia* at concentrations of 50 μM inhibited NA, suggesting that the effectiveness is given by the hydroxyl group at C-5' and methoxyl at C-6. Also, these PC are able to inhibit the endonuclease activity of virus RNA polymerase (Kuzuhara et al., 2009). PC extracts from green tea-derived by-products suppress influenza virus replication in chickens and mice when supplied at concentrations of 10 g/kg (Lee et al., 2012). Flavonoids and certain tannins have also been reported to exhibit antiviral efficacy against respiratory syncytial virus, Flaviviridae, Retroviridae, Hepadnaviridae, Herpesviridae, Adenoviridae, Orthomyxoviridae y Picornaviridae (Ninfali et al., 2020; Steinmann et al., 2013).

On the other hand, there are other flavonoids called halo flavones, which have been little studied but have begun to be of interest due to their interest as antiviral agents. These compounds are synthetic flavonoids with the purpose of obtaining improvements in the pharmacological properties of non-fluorinated natural flavonoids. Few studies have shown that the incorporation of chlorine can significantly modulate the properties of a bioactive molecule, increasing the bioavailability of the compound by changes in its solubility, lipophilicity by trifluoromethyl grouping, metabolic stability, conformation, blocking in a biochemical mechanism by forming hydrogen bridge bonds, stabilizing peptide bonds, modification in the reactivity of adjacent functional groups by delaying enzymatic degradation (Badshah et al., 2021). As an example, chrysin is a flavone with great antiviral properties, however, it has low water solubility, poor absorption and is metabolized at high speed, which makes it difficult to exert effects via the intestinal/hepatic route. However, fluorinated derivatives of chrysin significantly changed the pharmacokinetic and pharmacodynamic properties by increasing the

biological activity (Zhu et al., 2019). 4',6-dichloroflavane is a potent inhibitor of rhinovirus; as well as other halogenated flavones that have been shown to have in vitro antiviral activity against poliovirus type 2, hepatitis A virus and astrovirus (Badshah et al., 2021). Therefore, ongoing studies with halo flavonoids will be key to providing a better understanding of their beneficial role in human health care.

Conclutions

The search for possible integrative strategies to prevent and reduce the spread of influenza. In this sense, fruit peel presents relevant antiviral activity, which could provide an opportunity to contribute to face this disease as a supplement or as a matrix to isolate phenolic compounds for the development of new drugs for the welfare and usefulness to society. In addition, opening studies to fluoroflavanes that allow us to approach the path of research to propose its possible pharmaceutical application in the future with the support of systematized research. Finally, in vivo assays are required to evaluate the effectiveness of the antiviral activity of phenolic compounds, as well as the effects and toxicity they may cause.

Referencias

Bang, S., Li, W., Ha TKQ., Lee, C. (2018). Anti-influenza effect of the major flavonoids from *Salvia plebian* R.Br. via inhibition of influenza H_1N_1 virus neuraminidase. *Natural Products Research*, *32*(10), 1224-1228. https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1326042

Badshah, S.L., Faisal, S., Muhammad, A., Poulson, B.G., Emwas, A.H. and Jaremko, M. (2021). Antiviral activities of flavonoids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *140*, 111596. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111596

Czubak, J., Stolarczyk, K., Orzel, A., Fraczek, M., Zatonski, T. (2021). Comparison of the clinical differences between COVID-19, SARS, influenza, and the common cold: A systematic literature review. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, *30*(1), 109-114. https://doi.org/10.17219/acem/129573

Jones, J.E., Le Sage V. and Lakdawala S.S. (2020). Viral and host heterogeneity and their effects on the viral life cycle. *Nature Reviews Microbiology*, *19*, 272-282. https://doi.org/10.1038/s41579-020-00449-9

Kausar, S., Khan, F.S., Ur-Rehman, M.I.M. Akram, M., Riaz, M., Rasool, G., Khan, A.H., Saleem, I. and Shamin, S. (2021). A review: mechanism of action of antiviral drugs. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 35. https://doi.org/10.1177/20587384211002621

Krammer F., Smith G.J.D., Fouchier R.A.M., Peiris M., Kedzierska K., Doherty P.C., Palese P., Shaw M.L., Treanor, J., Webster R.G. and García-Sastre. (2018). Influenza. *Nature Reviews Disease Primers*, *4*,3. https://doi.org/10.1038/s41572-018-0002-y

Kuzuhara, T., Iwai, H., Hatakeyama, D., Echigo, N. (2009). Green tea catechins inhibit the endonuclease activity of influenza A virus RNA polymerase. *PLoS Currents*. *1*, https://doi.org/1052. 10.1371/currents.RRN1052

Lee, H.J., Lee, Y.N., Youn, H.N., Lee, D.H., Kwak, J.H., Seong, B.L., Lee, J.B., Park, S.Y., Choi, I.S. and Song, C.S. (2012). Anti-influenza virus activity of green tea by-products in vitro and efficacy against influenza virus infection in chicken. *Poultry Science*, *91*(1), 66-73. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01645

Medina, R.A. and García-Sastre, A. (2011). Influenza A viruses: new research developments. *Nature Reviews Microbiology*, *9*, 590-603. https://doi.org/10.1038/nrmicro2613

Ninfali, P., Antonelli, A., Magnani, M. and Scarpa, E.S. (2020). Antiviral properties of flavonoids and delivery strategies. *Nutrients*, *12*(9), 2534. https://doi.org/10.3390/nu12092534

Niño-Gutiérrez, N. S. (2021). Socioformación y distribución especial del COVID-19 en Guerrero, México en el primer semestre del 2020. En Luna-Nemecio, J. & Tobón, S. (coords). *COVID-19: retos y oportunidades para la socioformación y el desarrollo social sostenible* (pp. 201-228). Universidad Pablo de Olavide-CICSAHL-Kresearch. https://doi.org/10.35766/b.rosds.21.08

Niño-Gutiérrez, N. & Luna-Nemecio, J. (2021). Ciencia y educación en México en el contexto del COVID-19. *Forhum International of Social Sciences and Humanities, 3*(5), 6-12. https://doi.org/10.35766/j.forhum2021.03.05.0

Noda, T. (2011). Native Morphology of influenza virions. *Frontiers in Microbiology*, *2*, 269. https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00269

Sadef, Y., Javed, T., Javed, R., Mahmood, A., Alwahibi, M.S., Elshikh, M.S., Abdel-Gawwa, M.R., Alhaji, J.H., Rasheed, R.A. (2022). Nutritional status, antioxidant activity and total phenolic content of different fruits and vegetables´s peels. *PLoS One*, 17(5), e0265566. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265566

Shie J.J. and Fang, J.M. (2019). Development of effective anti-influenza drugs: congeners and conjugates-a review. *Journal of Biomedical Science*, *26*, 84. https://doi.org/10.1186/s12929-019-0567-0

Steinmann. J., Buer. J., Pietschmann. T., Steinmann. E. (2013). Anti-infective properties of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a component of green tea. *British Journal of Pharmacology. 168*,1059-1073. https://doi.org/10.1111/bph.12009

Swierczynska, P.B., Mirowska-Guzel, D.M. and Pindelska, E. (2022). Antiviral drugs in Influenza. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(5), 3018. https://doi.org/10.3390/ijerph19053018

Zhu, Z. Fodor, E. and Keown, J.R. (2023). A structural understanding of influenza virus genome replication. *Trends in Microbiology*, *31*(3), 308-319. https://doi.org/10.1016/j.tim.2022.09.015

Zhu, Y., Yao, X., Long, J., Li, R., Liu, Y., Yang, Z. and Zheng, X. (2019). Fluorine-containing chrysin derivatives: synthesis and biological activity. *Natural Product Communications,14*(9). https://doi.org/10.1177/1934578X19878921