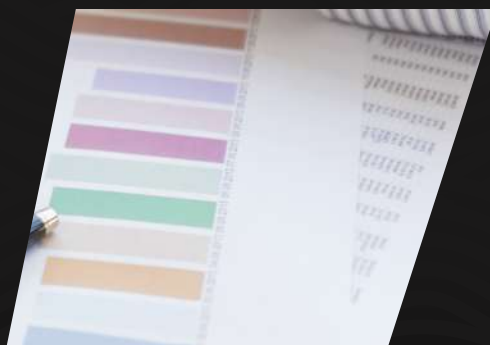


INNOVACIÓN UNIVERSITARIA

ISSN: 2953-7606



REVISTA VOL. 7, 2025

CONTENIDO

Presentación.....	1
-------------------	---

EDITORIAL

Escazú Agreement: A Framework for Protecting Environmental Human Rights Defenders and Advancing SDG 16.....	5
---	---

Posibles futuros e incertidumbres en el currículo universitario.....	19
---	----

ARTÍCULOS

Entrepreneurial Intention of Students at the University of Guadalajara.....	28
--	----

Cianobacterias y microalgas: Potencial para la salud, la agricultura y el medio ambiente con un vistazo a la investigación en Costa Rica.....	72
---	----

Líneas de investigación en Relaciones Internacionales: un análisis bibliométrico de revistas especializadas en Costa Rica e Hispanoamérica (2018-2022).....	122
--	-----

INNOVACIÓN UNIVERSITARIA

ISSN: 2953-7606

**PUBLICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS
GERENCIA DE INNOVACIÓN Y CALIDAD
VOLUMEN 7, 2025 – ISSN:2953-7606**



Todos los artículos publicados en esta revista están protegidos bajo la licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

La revista *Innovación Universitaria* es una publicación multidisciplinaria en formato digital y de acceso libre que tiene el objetivo de promover una cultura de investigación desde un enfoque interdisciplinario y propiciar un intercambio académico entre miembros de la comunidad científica nacional e internacional. Asimismo, se propone divulgar los trabajos y experiencias que reflejen el quehacer científico, principalmente desde el ámbito de Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales, Ingenierías, Educación, Administración y Derecho, así como de áreas o temáticas afines.

Esta revista sigue el modelo de publicación de acceso abierto diamante y se apoya en las normas y códigos de ética internacionales establecidos por el *Committee on Publication Ethics* (COPE). También se apoya en los principios de transparencia y mejores prácticas en publicaciones académicas de la Asociación de Editores Académicos de Acceso Abierto (OASPA), asociación que también integra organizaciones académicas como COPE, DOAJ y WAME.

EQUIPO EDITORIAL 2025

DIRECCIÓN EDITORIAL

- Adriana Luna Canales – Editora en jefe
- Alejandro Monge Salazar – Editor Asociado

EQUIPO TÉCNICO

- Roberto Aragón Quintanilla – Desarrollo Web
- José Esteban Ulloa Granados – Diseño Gráfico
- Gina Valerio Calvo - Filóloga

CONSEJO EDITORIAL

- Emmanuel Coto Roque – Universidad Internacional de las Américas
- Karen Kenton Paniagua - Universidad Internacional de las Américas
- Luis Carlos Serrano Madrigal – Universidad Internacional de las Américas
- Mónica Delgado Marín - Universidad Internacional de las Américas
- Harold Coronado Coronado - Universidad Internacional de las Américas

COMITÉ CIENTÍFICO EXTERNO

Gustavo Jiménez Barboza, Mag. – Universidad de Costa Rica (UCR)
Daniel García Ramírez - Independiente
Pablo Calderón Villalobos, Mag. – Universidad Nacional (UNA)
Juan Esteban Durango Rave, Mag. – Universidad Libre de Derecho
Grettcheng Flores Sandí, Dra. – Universidad de Costa Rica (UCR)
Esteban Paniagua Vega, Mag. – Universidad nacional (UNA)
Juan Carlos Morales-Jiménez, Dr. – Universidad Estatal a Distancia (UNED)
Juan Diego Sánchez Sánchez, Dr. – Independiente
Fernando Montero Cordero, Mag. – Universidad Nacional (UNA)
Gilmar Navarrete Chacón, Ing. – FONAFIFO
Duayner Salas Chaverri, Mag. – Universidad de Costa Rica (UCR)
Gustavo Sáenz García, Mag. – Punto Seguro
Guiselle María Garbanzo Vargas, Dra. – Universidad de Costa Rica (UCR)
Oralia Suárez Rosario, Dra. – Universidad de Panamá (UP)
María de los Ángeles Ortega Del Rosario, Dra. – Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)
Rafael R. Cúnsulo, Dr. – Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA)
Cecilia E. Saavedra Fresia, Mag. – Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA)
Solange Finkelsztejn, Dra. – Universidad Argentina de la Empresa (UADE)
Román Augusto Monroy, Mag. – Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA)
Pablo Bianchi Palomares, Dr. – Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO)
Pedro Luis Figueroa, Mag. – Universidad Provincial de Córdoba (UPC)
Erica Schenkel, Dra. – Universidad Nacional del Sur - CONICET
Ivanna Novotny Núñez, Dra. – Universidad Del Norte Santo Tomas de Aquino (UNSTA)
Juan Pablo Vélez Uribe, Dr. – Corporación Universitaria Remington
Diana María Vásquez Avellaneda, Dra. – Universidad del Valle
Milton Trujillo-Losada, Dr. – Universidad del Valle
José Luis Camarena Martínez, Dr. – Universidad Externado de Colombia
Alejandro Arango Correa, Dr. – Corporación Universitaria Remington
Luis Alberto Vargas Marín, Dr. – Universidad de Manizales

Juan Esteban Vélez Álvarez, Mag. – Corporación Universitaria Remington
 Rhina Dinora Flores Navas, Mag. – Universidad Nueva San Salvador (UNSSA)
 Antonio Vásquez Hidalgo, Ph.D. – Universidad de El Salvador (UES)
 Diego Enrique Tovar Osegueda, Mag. – Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA)
 José Osman López Canales, Dr. – Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)
 Luis Diego Chacón Víquez, Dr. – Universidad Tecnológica de Honduras (UTH)
 Diana Carolina Miralda Fúnez, Mag. – Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)
 José Carlos Aránguez Aránguez, Dr. – Universidad Europea de Madrid (UEM)
 Diego Arceredillo Alonso, Dr. – Universidad Internacional de Valencia (VIU)
 Alejandro del Pino Del Pino Tortonda, Dr. – Universidad Camilo José Cela (UCJC)
 María del Pilar Jiménez Martínez, Dra. – Universidad Camilo José Cela (UCJC)
 María Raquel Picornell Buendía, Dra. – Universidad Camilo José Cela (UCJC)
 Sara Cabañas Area, Dra. – Universidad Camilo José Cela (UCJC)
 Daniel del Valle-Inclán Rodríguez de Miñón, Dr. – Universidad Camilo José Cela (UCJC)
 Percy Guzmán Montero, Dr. – National Cancer Institute (NCI)
 Sandra Rentas, Mag. – University of Nevada
 Paul Sánchez Ruiz, Dr. – Iowa State University of Science and Technology (Ivy College of Business)
 Jonathan Hernández Omaña, Dr. – Universidad Autónoma del Estado de México (UAE Méx)
 Sergio Zepeda Hernández, Dr. – Universidad Autónoma Metropolitana (UAM - Cuajimalpa)
 Mario Chavarría Suárez, Dr. – Universidad Autónoma Metropolitana (UAM - Cuajimalpa)
 Aureola Quiñonez Salcido, Dra. – Universidad Autónoma Metropolitana (UAM - Cuajimalpa)
 Mariana Moranchel Pocatterra, Dra. – Universidad Autónoma Metropolitana (UAM - Cuajimalpa)
 Josué A. Velázquez Moyado, Dr. – Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
 Sandra Hernández Muñoz, Dra. – Universidad Autónoma Metropolitana (UAM Cuajimalpa)
 Martina Carlos Arroyo, Dra. – Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA)
 Rafael Velázquez Flores, Dr. – Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
 Omar Hernández Vargas, Mag. – Universidad de Guadalajara (UdeG)
 Christian Paulina Mendoza Torres, Dra. – Universidad de Celaya (UDECE)
 Guillermo Isaac González Rodríguez, Dr. – Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y
 Henríquez (TECMM)
 Aracelly Krisanda Mérida González, Dra. – Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)
 Lianne Mosqueda Padrón, Dra. – Universidad de Las Tunas (ULT)
 Rodolfo de Oliveira Medeiros, Dr. – Universidad de Marília (UNIMAR)
 Eduardo Ortigoza Moreno, Dr. – Universidad del Norte (UNINORTE)
 Ángeles M. Maqueira Yamasaki, Mag. – Universidad de Lima (ULIMA)

PRESENTACIÓN

La investigación científica actualmente cumple un papel esencial frente a los diversos retos sociales, económicos, ambientales y tecnológicos que configuran nuestro tiempo. El volumen 7 de *Innovación Universitaria* busca ser un espacio de encuentro multidisciplinario donde confluyen investigaciones rigurosas que aportan soluciones, abren debates y fortalecen la construcción colectiva del conocimiento. Esto en el marco de una era digital, donde los medios de comunicación y las plataformas en línea se han convertido en actores clave para difundir el conocimiento científico, permitiendo que llegue a públicos más amplios y no se limite únicamente al ámbito académico y sin olvidar que este proceso enfrenta desafíos importantes relacionados con la ética y la exactitud de la información, los cuales requieren especial atención. (Rodríguez, 2024).

Una vez más, reafirmamos nuestro compromiso con la calidad editorial, la ética en la publicación y la visibilidad de la ciencia, entendiendo que *Innovación Universitaria*, como revista científica, no solo preserva la memoria académica, sino que también promueve el desarrollo de una cultura de investigación científica dentro y fuera de nuestra propia comunidad universitaria, impulsa nuevas líneas de investigación y contribuye a la formación de personas responsables y con conocimiento crítico. Además, concordamos con lo expuesto por López et al. (2024), cuando afirma que los artículos, como resultado de la comunicación científica, reflejan la solidez del sistema científico de un país y constituyen también una muestra del impacto que la ciencia ejerce en la cultura, la industria y la economía.

Desde finales del 2024 y lo que llevamos de este 2025 hemos trabajado arduamente para mejorar aspectos que consideramos fundamentales para el fortalecimiento de la revista: añadimos identificadores de objetos digitales (DOI) en nuestros artículos con el fin de aumentar la visibilidad y garantizar a las personas lectoras un acceso directo y permanente a los artículos publicados en nuestra revista. Nuestro comité científico internacional ha ido creciendo y ahora lo componen más de sesenta personas expertas en distintas áreas y de

distintos países, como Costa Rica, Ecuador, Panamá, Argentina, Colombia, El Salvador, Honduras, España, Estados Unidos, México, Guatemala, Cuba, Brasil, Paraguay y Perú. Asimismo, continuamos con la participación y la actualización permanente en el ámbito de la investigación, así como en la edición y publicación científica para seguir mejorando como proyecto editorial y continuar ofreciendo un espacio de calidad.

Esta edición reúne contribuciones en inglés y español que exponen enfoques diversos y de gran relevancia, así como piezas de opinión que ponen la mirada sobre problemáticas actuales en derechos humanos ambientales, atinente a la coyuntura nacional que se ha presentado en los últimos meses con los conflictos entre empresas desarrolladoras de megaproyectos de carácter inmobiliario, comercial y turístico que comprometen la salud de bosques, acuíferos y ecosistemas frágiles en el Pacífico norte del país y la persecución judicial contra personas que han visibilizado públicamente esta situación, además de las protestas comunales socioambientales en defensa del recurso hídrico que se han desarrollado en los últimos años en esta zona. (Martínez, 2025; Mora, 2025; Núñez, 2024).

En total, presentamos cinco textos, dos artículos de opinión, dos artículos originales y un artículo de revisión. En la sección Editorial, Emily Kenward comparte su opinión sobre el Acuerdo de Escazú y cómo este representa un instrumento fundamental para garantizar la protección de los defensores de los derechos humanos ambientales en América Latina y el Caribe, fortaleciendo así el cumplimiento de los ODS y la defensa conjunta de la naturaleza y los derechos humanos. Por otro lado, David Cabrera Ruiz abre una discusión sobre la educación superior en México y cómo esta requiere un currículo flexible, contextualizado e interdisciplinario que responda a los cambios sociales y tecnológicos que fortalezcan la pertinencia y resiliencia de la oferta educativa como base para el desarrollo regional.

En la sección de artículos, Jovanna Cervantes Guzmán revela cómo el aprendizaje experiencial, al combinarse con conocimientos académicos con habilidades blandas en equipos multidisciplinarios, fortalece las intenciones y capacidades emprendedoras del estudiantado universitario, por lo que recomienda su integración en los planes de estudio

para impulsar innovación y desarrollo sostenible. Nikole Muñoz Villalobos, presenta un análisis bibliométrico de la producción científica en el ámbito de las Relaciones Internacionales en Costa Rica e Hispanoamérica, donde identifica al comercio exterior, la cooperación internacional, el medio ambiente y sostenibilidad, la geopolítica y los derechos humanos como áreas predominantes, orientando así las líneas de investigación en esta disciplina. Por último, Sandra Hernández, Sebastián Solano, Ana Patricia Rojas, Adriana Hernández y Anielka Oporta explican cómo las cianobacterias y microalgas, por su diversidad metabólica y aplicaciones en salud, cosmética, nanotecnología, agricultura y medio ambiente, representan una alternativa estratégica para enfrentar desafíos globales, aunque aún requieren avances en regulación, estandarización y escalabilidad para que su aprovechamiento sea efectivo.

Cada trabajo ofrece una mirada precisa y vigente, aportando no solo al avance de la investigación en su campo, sino también a la comprensión de problemas complejos que demandan perspectivas inter y multidisciplinarias.

Invitamos a las personas lectoras a recorrer las páginas de esta edición con la actitud reflexiva y apertura intelectual que caracteriza a la investigación científica, con la seguridad de que los aportes aquí reunidos serán de utilidad para personas investigadoras, docentes, estudiantes y profesionales interesadas en los retos y oportunidades de nuestro tiempo.

Finalmente, expresamos nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra forma, hicieron posible el desarrollo de esta edición. Reconocemos especialmente la dedicación de quienes integran el consejo editorial, el compromiso del equipo técnico, la valiosa labor del comité científico conformado por un destacado grupo de profesionales, y, por supuesto, la participación de las personas autoras que enriquecen con sus aportes el volumen 7 de *Innovación Universitaria*.

Adriana Luna Canales, Mag.

Editora en jefe

REFERENCIAS

- López Riquelme, G. O., Solís-Chagoyán, H., Castillo Padilla, D. V., y Rosanía-Maza, N. A. (2024). La belleza e importancia de las revistas científicas. *Artefactos. Revista de Estudios Filosóficos Sobre Ciencia y Tecnología*, 13(2), 27–54.
<https://doi.org/10.14201/art2024.32052>
- Martínez, A. (2025, 13 de agosto). 72 organizaciones y miles de personas exigen frenar Bahía Papagayo y denuncian persecución judicial contra defensores ambientales. Delfino.cr. <https://delfino.cr/2025/08/72-organizaciones-y-miles-de-personas-exigen-frenar-bahia-papagayo-y-denuncian-persecucion-judicial-contra-defensores-ambientales>
- Mora Noguera, G. (2025, 14 de marzo). Defensores ambientales: Una lucha que exige protección. Radios UCR. <https://radios.ucr.ac.cr/2025/03/radio-870/defensores-ambientales/>
- Núñez Zúñiga, J. (2024, 6 de marzo). Desarrollos inmobiliarios en Guanacaste dieron pie a protestas por el agua. UNA Comunica. <https://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/marzo-2024/5189-pese-a-repunte-en-inversion-desarrollos-inmobiliarios-en-guanacaste-originaron-protestas-por-el-agua>
- Rodríguez Jiménez, F. J. (2024). Investigación y divulgación científica: su importancia para el avance de la Física. *Avances Investigación En Ingeniería*, 21(1 (enero-junio).
<https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.11531>
- Universidad Nacional – UNA Comunica. (2024, 6 de marzo). Desarrollos inmobiliarios en Guanacaste dieron pie a protestas por el agua. UNA Comunica. <https://www.unacomunica.una.ac.cr/index.php/marzo-2024/5189-pese-a-repunte-en-inversion-desarrollos-inmobiliarios-en-guanacaste-originaron-protestas-por-el-agua>

ESCAZÚ AGREEMENT: A FRAMEWORK FOR PROTECTING ENVIRONMENTAL HUMAN RIGHTS DEFENDERS AND ADVANCING SDG 16

EL ACUERDO DE ESCAZÚ: UN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS
DEFENSORES DE LOS DERECHOS HUMANOS AMBIENTALES Y EL AVANCE DEL ODS 16

DOI: <https://doi.org/10.64312/x210bg59>

Emily Kenward

ekenward@master.upeace.org

University for Peace

San José, Costa Rica

Received: 03-03-2025

Accepted: 04-24-2025

ABSTRACT

The United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) seek to provide a blueprint for global peace and prosperity through a human rights-based approach. SDG 16 aims to promote peaceful and inclusive societies by ensuring access to justice and fostering strong institutions. However, negative trends in climate change, natural resource exploitation, biodiversity loss, and ecosystem health threaten the ability of nations worldwide to achieve the SDGs. Environmental human rights defenders (EHRDs) play a vital role in forging pathways to sustainable development that are equitable for both humans and the environment. Despite this, EHRDs are increasingly subjected to a wide range of physical and structural violence that threatens their human rights and environmental protection. The Escazú Agreement is the first and only multilateral treaty that explicitly recognizes the rights of EHRDs to a healthy environment and sustainable development. This paper seeks to highlight the Escazú Agreement as a mechanism for strengthening access to rights in Latin American and Caribbean nations in accordance with SDG target 16.10, which pertains to public access to information and protection of fundamental freedoms. The spirit of

the Escazú Agreement reminds the world that, to protect human rights and nature, the global community must begin by protecting the people who defend the environment.

KEYWORDS: SDG 16, EHRDs, Escazú Agreement, human rights, sustainability.

RESUMEN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas pretenden proporcionar un plan para la paz y la prosperidad mundial con un enfoque basado en los derechos humanos. Los ODS 16 promueven sociedades pacíficas e inclusivas mediante el acceso a la justicia y la solidez institucional. Sin embargo, las tendencias negativas del cambio climático, la explotación de recursos naturales, la pérdida de biodiversidad y el deterioro de la salud de los ecosistemas comprometen la capacidad de las naciones para alcanzar los ODS. Los defensores de los derechos humanos ambientales desempeñan un papel vital en la construcción de un desarrollo sostenible que beneficie tanto a las personas como al medio ambiente. A pesar de esto, los defensores de los derechos humanos ambientales están cada vez más expuestos a violencia física y estructural que amenaza sus derechos humanos y la protección del medio ambiente. El Acuerdo de Escazú es el primer y único tratado multilateral que reconoce explícitamente los derechos de los defensores de los derechos humanos ambientales a un medio ambiente sano y a un desarrollo sostenible. Se busca destacar este acuerdo como un mecanismo para fortalecer el acceso a estos derechos en las naciones de América Latina y el Caribe, alineándose con la meta 16.10 de los ODS sobre el acceso público a la información y la protección de las libertades fundamentales. El acuerdo recuerda a la comunidad internacional que la protección de los derechos humanos y la naturaleza comienza con la protección de quienes defienden el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE: SDG 16, EHRD, Acuerdo de Escazú, derechos humanos, sostenibilidad

INTRODUCTION

Negative trends in climate change, natural resource exploitation, and ecosystem health have significant economic, social, and cultural implications for humans (Ituarte-Lima et al., 2023). More

specifically, climate change and environmental degradation pose a substantial threat to human rights around the world, including the rights to health, water, food, housing, culture, and life itself (Monawvil & Adame, 2022). Protecting individual human rights is an important and challenging agenda item for the United Nations. This is reflected in the Sustainable Development Goals (SDGs), which seek to provide a blueprint for global peace and prosperity (Hanhimaki, 2015). A significant challenge that the international system faces in the 21st century lies in devising regional sustainable development strategies that address vulnerable environmental realities from both ecological and socio-economic perspectives (Mohammed, 2021).

Environmental human rights defenders (EHRDs) play a vital role in forging pathways to sustainable development that are equitable for humans and the environment (Ituarte-Lima et al., 2023). Despite this, EHRDs are increasingly subjected to a wide range of physical and structural violence that seeks to undermine their efforts. Between 2012 and 2023, an estimated 2,106 EHRDs were murdered globally (Furones et al., 2024). Nearly three out of four EHRDs are murdered in Latin America and the Caribbean annually, making the region one of the most dangerous in the world for environmental defenders (Monawvil & Adame, 2022). This weakens the capacity of these nations to address environmental degradation and social justice outlined by the UN Sustainable Development Goals.

The Escazú Agreement —formally known as the Regional Agreement on Access to Information, Public Participation, and Justice in Environmental Matters in Latin America and the Caribbean— is the first and only multilateral treaty that explicitly recognizes the rights of EHRDs (Ituarte-Lima et al., 2023). It also serves as a mechanism for strengthening access to the rights to a healthy environment and sustainable development in Latin American and Caribbean nations in accordance with SDG 16 (Mohammed, 2021). This paper aims to analyze the effectiveness of the Escazú Agreement in advancing SDG 16, specifically focusing on target 16.10, which pertains to public access to information and protection of fundamental freedoms. Through the SDGs, the United Nations has the responsibility to protect EHRDs, who are vital to creating a more peaceful, just, and inclusive society for people and the planet.

What is SDG 16 and Target 16.10?

One of the essential functions of the United Nations is to promote global norms relevant to sustainable development (Fukuda-Parr, 2018). The 2030 Agenda for Sustainable Development promises a transformative, legally non-binding action plan for sustainable development involving not just the governments of states but also civil society stakeholders (Fukuda-Parr, 2018). All 193 member states of the United Nations adopted the 2030 Agenda in 2015, which includes 17 SDGs and 169 targets (Mohammed, 2021). The 2030 Agenda recognizes the interconnected nature of sustainable development challenges, including across social, economic, and environmental sectors, providing a holistic approach previously absent from the Millennium Development Goals (Muñoz-Ávila & Guerrero, 2023).

SDG 16 aims to promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, to provide access to justice for all, and to build effective, accountable, and inclusive institutions at all levels (ECLAC, 2015). It is seen as a foundational goal for the achievement of other goals in the 2030 Agenda, making its success paramount. Specifically, target 16.10 “refers to the importance of public access to information and the protection of fundamental freedoms in accordance with national legislation and international agreements” (Mohammed, 2021, p. 204). This is measured by two indicators: the number of “verified cases of killing, kidnapping, enforced disappearance, arbitrary detention, and torture” against human rights defenders and the number of countries that “adopt and implement constitutional, statutory, and/or policy guarantees” for their safety (UN, 2024, “Indicators” section). Under SDG 16, the rule of law becomes a catalyst for sustainable development by promoting access to justice and the enforcement of human rights protections (ECLAC, 2019). This requires states to address institutional and structural obstacles that prevent the realization of human rights, effective rule of law, access to information, and good governance (Ituarte-Lima et al., 2023).

Who are environmental human rights defenders?

Many terms have been used to describe individuals or groups who mobilize civil society against environmental pollution, extractive activities, biodiversity loss, and climate change (Ituarte-Lima et al., 2023). This paper will focus on “environmental human rights defenders,” a term recognized by the United Nations Environment Programme. According to United Nations A/71/281, EHRDs are “individuals and groups who, in their personal or professional capacity and in a peaceful manner, strive to protect and promote human rights relating to the environment, including water, air, land, flora and fauna” (UNEP, 2016, p. 4). In many cases, EHRDs are members of indigenous groups or from local communities whose access to natural resources and ways of life are threatened by industrialized enterprises (UN Special Rapporteur, 2016). While EHRDs come from many different intersectional backgrounds and deploy context-specific strategies to achieve their goals, a commonality is their commitment to protecting the environment on which a wide range of human rights depend (Ituarte-Lima et al., 2023). Their knowledge, participation, and leadership are vital for achieving the UN Sustainable Development Goals. However, EHRDs often face physical and structural violence by corporate, state, and non-state actors that limit the effectiveness of their actions (Jauregui, 2024).

EHRDs become vulnerable when they exercise their individual powers and influence to challenge the status quo (Ituarte-Lima et al., 2023). Violence against EHRDs includes threats and acts of harm, murder, arbitrary detention, forced disappearance, judicial harassment, and criminalization (Panovics, 2021). Since 2012, the British human rights organization Global Witness has published annual reports on violence against environmental defenders. In 2023, at least 196 EHRDs were murdered worldwide (Jauregui, 2024). For EHRDs, Latin America and the Caribbean is the most dangerous region, constituting 85% of documented murders (Jauregui, 2024). Due to difficulties in reporting and verifying harm against EHRDs, current statistics only represent a fraction of the larger problem (Panovics, 2021). Additionally, many instances of violence have little to no legal consequences for the perpetrators and may even be committed by governments

themselves (Jauregui, 2024). This makes accountability difficult without proper, binding channels for EHRDs to obtain justice, further exacerbating violations of environmental and human rights.

History of the Escazú Agreement

In 1992, Principle 10 of the UN Earth Summit, also known as the Rio Conference, outlined fundamental agendas for environmental governance: access to information, participation, and justice in environmental matters (Panovics, 2021). Over the years, Principle 10 has provided a globally recognized framework for developing national standards and laws related to environmental rights, as demonstrated by the Escazú Agreement. The Agreement was adopted in Escazú, Costa Rica, on March 4, 2018 (Panovics, 2021). It was the result of a regional negotiation process that took place from 2014 to 2018 that featured significant participation from civil society representatives and experts in environmental law and human rights from Latin America and the Caribbean (IISD, 2021). The Escazú Agreement became effective on April 22, 2021, coinciding with International Mother Earth Day (Panovics, 2021).

The Escazú Agreement outlines arrangements to ensure the full and effective implementation of Principle 10, which was reaffirmed at the 2012 Rio+20 Conference (Panovics, 2021). This includes civil society's right to access environmental information, participate in environmental decision-making processes, and seek justice in environmental matters (Monawvil & Adame, 2022). The Agreement aims to create and strengthen parties' capacity and cooperation-building measures, as well as to protect the rights of present and future generations to live in a healthy environment and to develop sustainably (ECLAC, n.d.). In discussing the obligations of parties, Mohammed (2021) emphasizes that parties are required to guarantee "an enabling environment" for civil society organizations, ensuring that "guidance and assistance" are provided to the public, particularly to individuals or groups in vulnerable situations (p. 215). The Escazú Agreement is legally binding, which differs from other non-binding 'soft law' regional agreements, including the 2030 Agenda. Therefore, the signature and ratification of the Agreement signify a serious commitment to its principles on a domestic level (Mohammed, 2021). The Agreement is open to all 33 countries in the Latin America and Caribbean region. Unfortunately, the ratification process

has progressed slowly (Muñoz-Ávila & Guerrero, 2023). At the time of writing, 24 countries have signed it, and 17 countries have also ratified it (ECLAC, 2024).

The legally binding nature of the Escazú Agreement is key to establishing strong channels of justice for EHRDs as they seek to protect themselves and their environments from violence. However, the same characteristic that gives the Escazú Agreement strength may also contribute to the reluctance of countries to sign and ratify. Ratifying this agreement reflects a country's commitment to uphold international norms and values, government transparency, and the rule of law. As demonstrated by the previously stated Global Witness statistics, EHRDs from Latin American and Caribbean countries, many of whom identify as indigenous, face some of the most dangerous conditions to carry out their activism with little to no channels to pursue justice. When economic development is inextricably linked to the exploitation of natural resources, signing and ratifying the Escazú Agreement becomes a burden for countries wanting to avoid potential roadblocks to prosperity. This does not mean that the legally binding nature of the Escazú Agreement should be abandoned altogether. As climate change continues to progress, more pressure will be put on the international community to develop sustainably. The consequences of climate change, coupled with pressure from civil society, can encourage countries to sign and ratify the Escazú Agreement to strengthen their regional and international legitimacy. Therefore, the legally binding nature will be necessary to build climate resilience in line with the 2030 Agenda.

The Escazú Agreement and SDG Target 16.10

This Agreement represents the first environmental treaty ever concluded under the auspices of the UN Economic Commission for Latin America and the Caribbean. It is also the first treaty globally to contain specific provisions on EHRDs and to reinforce the region's commitment to the implementation of the 2030 Agenda (Panovics, 2021). The Agreement provides a pathway to realizing SDG 16 by strengthening the rule of law, enhancing participatory democracy, protecting human rights, and preventing social conflicts amid shifts in economic production patterns (Monawvil & Adame, 2022). The Escazú Agreement aims to combat inequality and discrimination, highlights individuals and groups in vulnerable situations, and places equity at the core of

sustainable development (Panovics, 2021). However, violence against EHRDs undermines the ability of states to achieve SDG target 16.10, as measured by this indicator (ECLAC, 2019).

The targeting of EHRDs in Latin America and the Caribbean is a harsh reality (Mohammed, 2021). EHRDs are frequently placed within a narrative that they are opposed to one economic activity in particular that is destroying their natural environment or denying them access to natural resources. This approach is reinforced by the fact that “since these activities are promoted by nation-states in the name of ‘development,’ in some countries, environmental defenders are portrayed as ‘anti-development,’ ‘anti-progress,’ ‘anti-modernity,’ or ‘enemies of the state’” (Ituarte-Lima et al., 2023, p. 351). On the contrary, EHRDs are often ordinary citizens attempting to exercise their rights established by domestic legal frameworks (UNEP, 2018). The Escazú Agreement advances target 16.10 by taking a rights-based approach that establishes obligations for states in the region concerning participation, access to information, and access to legal procedures for challenging environmental violations (Mohammed, 2021).

According to Article 8 of the Escazú Agreement, parties must offer free technical and legal support to vulnerable individuals to reduce or remove obstacles to justice (Mohammed, 2021). The first paragraph of Article 9 states that “each party shall take adequate and effective measures to recognize, protect and promote all the rights of human rights defenders in environmental matters” (Ituarte-Lima et al., 2023, p. 353). Public participation and access to justice serve to address inequalities and empower the most vulnerable, fostering the creation of peaceful and inclusive societies for sustainable development (Mohammed, 2021). Access to justice in realizing environmental rights as outlined in the Escazú Agreement supports the advancement of target 16.10. This is important because by effectively recognizing and enforcing these rights, the incidence of human rights violations against EHRDs can decrease significantly, saving lives and increasing environmental protections (Panovics, 2021).

DISCUSSION

As shared by Michelle Bachelet, UN High Commissioner for Human Rights, multilateral treaties “like the Escazú Agreement are one of the most effective tools” supported by the United Nations “for holding states accountable, defending human rights, and protecting the health of people and the planet” (IISD, 2021, paragraph 9). While the Escazú Agreement represents unprecedented progress in terms of supporting SDG 16, it is important to acknowledge several critiques: (1) the willingness and ability of states to act; (2) the reality of intersectionality in the identities of EHRDs; and (3) the agency of EHRDs to meaningfully contribute to the sustainable development discourse beyond their vulnerable status.

Firstly, political will is the main roadblock to institutional reform globally (Samarsinghe, 2018). The three pillars of the Escazú Agreement — right to access to information, public participation, and access to justice — rely on robust governance for their realization (Panovics, 2021). However, the narrowing of democratic space in the Latin America and Caribbean region poses a challenge to realizing SDG 16 (ECLAC, 2019). As Muñoz-Ávila & Guerrero (2023) explain, achieving the SDGs requires “greater government transparency and more participatory democracies” (p. 204). Additionally, the responsibilities of each party regarding EHRDs are shaped by their unique understanding of civil, cultural, economic, political, and social rights (Ituarte-Lima et al., 2023). While sustainable development priorities are proposed as universal, states differ significantly in their resources, capacities, and challenges (Fukuda-Parr, 2018). Ultimately, the effective execution of the Escazú Agreement depends on the willingness and ability of parties to implement the three pillars fully and progressively (Panovics, 2021).

Secondly, climate change acts as a catalyst for existing vulnerabilities, exacerbating its effects on countries and people who find themselves on the front lines of defending their environments against corporate, state, and non-state exploitation (Panovics, 2021). According to UN General Assembly Resolution 68/181, EHRDs who are women are especially vulnerable to physical and structural violence as they are prone to multiple, intersecting forms of gender-based discrimination (UNGA, 2014). While Article 7 of the Escazú Agreement “specifically refers to state

obligations to establish conditions that are adapted to gender characteristics of the public,” interpretation and execution may differ between parties (Ituarte-Lima et al., 2023, p. 355). Additionally, over one-third of all fatal attacks on EHRDs target Indigenous Peoples, who protect approximately 80% of the remaining biodiversity on Earth (Jauregui, 2024). Recognizing the diverse backgrounds, cultures, and belief systems of EHRDs is essential; consequently, their rights should encompass economic, social, and cultural dimensions that consider the intersectionality of gender, age, ethnicity, and socio-economic status (Ituarte-Lima et al., 2023).

Lastly, while much of global attention is placed on protecting EHRDs from physical and structural violence as well as death, it is also vital “to understand their role as agents of change and as central actors” in advancing the UN Sustainable Development Goals (Ituarte-Lima et al., 2023, p. 348). Access to justice through domestic legal systems allows civil society to enforce their rights to be informed, to participate, and to hold public authorities and extractive industries accountable for environmental harm (Panovics, 2021). However, transformative change in these areas requires addressing the root causes of the different challenges that create vulnerability for certain communities (Fukuda-Parr, 2018). The Escazú Agreement underscores the critical relationship between people and governments, imposing specific obligations on parties to the public regarding environmental and human rights (Panovics, 2021). EHRDs actively confront existing power structures and challenge prevailing norms. A limited perspective on environmental defenders fails to recognize the diverse relationships they foster between humans and nature, rendering any future actions inadequate (Ituarte-Lima et al., 2023).

CONCLUSION

According to the Human Rights Council, every state is required to ensure a secure and supportive environment that allows individuals, groups, and organizations focused on human rights and environmental matters to function without fear, obstacles, or danger (UNGA, 2013). The United Nations is crucial as the sole global entity capable of influencing nations to modify their human rights policies and support individuals at risk of power abuses (Hanhimaki, 2015). The 2030 Agenda and its proposed SDGs are vital for determining global priorities across the United Nations

system (Fukuda-Parr, 2018). However, to effectively advance the SDGs, state obligations regarding EHRDs and the right to a healthy environment must take precedence in the Latin America and Caribbean region (Ituarte-Lima et al., 2023).

Achievement of SDG 16 depends on a multi-stakeholder approach. As outlined in this paper, the Escazú Agreement is key to advancing the 2030 Agenda as a whole, particularly target 16.10 (ECLAC, 2019). The Escazú Agreement's provisions on public participation procedures and access to information offer a detailed framework for parties to develop their laws, which can enhance the implementation of human rights specified in SDG 16 (Mohammed, 2021). The ratification of the Escazú Agreement underscores the significance of regional multilateralism in promoting sustainable development and highlights the crucial role of civil society and the broader public in the negotiation process (Panovics, 2021). The connection between human rights and the environment should create a positive cycle in which the exercise of human rights supports environmental protection, and conversely, a healthy environment fosters the complete realization of human rights (UN Special Rapporteur, 2016).

Monawvil & Adame (2022) state, "The spirit of the Escazú Agreement reminds the world that, to protect the environment, we need to start by protecting the people who defend it," which was originally shared in a joint statement by the Inter-American Commission on Human Rights, the Rapporteur on Economic, Social, Cultural, and Environmental Rights, and OHCHR (p. 6). When governments fail to protect the rights and lives of EHRDs, "the result is often conflict, forceful displacement, environmental degradation, and human rights violations" (CIEL, 2016, p. 4). With the year 2030 fast approaching, it is more important than ever not only for countries to make quantifiable progress toward the SDGs, but also for the United Nations to continue to evaluate their efficacy. This evaluation is crucial for the United Nations to foster a more peaceful, just, and inclusive society for both people and the planet.

REFERENCES

- Center for International Environmental Law [CIEL]. (2016). *A Deadly Shade of Green: Threats to Environmental Human Rights Defenders in Latin America*. Recuperado de: [https://www.article19.org/data/files/Deadly shade of green A5 72pp report hires P AGES PDF.pdf](https://www.article19.org/data/files/Deadly%20shade%20of%20green%20A5%2072pp%20report%20hires%20PAGES%20PDF.pdf)
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC]. (n.d.). *Observatory on Principle 10 in Latin America and the Caribbean*. Recuperado de: <https://observatoriop10.cepal.org/en/treaty/regional-agreement-access-information-public-participation-and-justice-environmental-matters>
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC]. (2015). *The Caribbean and the post-2015 development agenda*. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/9a314717-3b73-4753-a542-f467f4fa6532/content>
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC]. (2019). *SDG 16: Promote Peaceful, Just and Inclusive Societies in Latin America and the Caribbean*. Recuperado de: https://www.cepal.org/sites/default/files/static/files/sdg16_c1900800_press.pdf
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC]. (2024). *Regional Agreement on Access to Information, Public Participation and Justice in Environmental Matters in Latin America and the Caribbean*. Recuperado de: <https://www.cepal.org/en/escazuagreement>
- Fukuda-Parr, S. (2018). Sustainable Development Goals, in Weiss and Daws (Eds.) *The Oxford Handbook on the United Nations* (2nd ed., pp. 1-17).
- Furones, L., Robson, M., & Calder, E. (2024, September 10). *More than 2,100 land and environmental defenders killed globally between 2012 and 2023*. Global Witness. Recuperado de: <https://www.globalwitness.org/en/press-releases/more-2100-land-and-environmental-defenders-killed-globally-between-2012-and-2023/>
- Hanhimaki, J. (2015). *United Nations: A Very Short Introduction*. Oxford University Press, pp. 111-134.

- International Institute for Sustainable Development [IISD]. (2021, April 27). *Escazu Agreement Takes Effect, Enshrining Right to Sustainable Development*. Recuperado de: <https://sdg.iisd.org/news/escazu-agreement-takes-effect-enshrining-right-to-sustainable-development/>
- Ituarte-Lima, C., Nardi, M. A., & Varumo, L. (2023). Just Pathways to Sustainability: From Environmental Human Rights Defenders to Biosphere Defenders. *Environmental Policy and Law*, 53(5-6), 347–366. Recuperado de: <https://doi.org/10.3233/epl-239009>
- Jauregui, L. (2024, September 17). *196 environmental defenders murdered in 2023, Colombia tops list*. IUCN. Recuperado de: <https://www.iucn.nl/en/news/196-environmental-defenders-murdered-in-2023-colombia-tops-list/>
- Mohammed, N. (2021). Sustainable Development Goal 16 in the Caribbean Context: The Role of the Escazu Agreement in Addressing Implementation Challenges in the Region. In *El Acuerdo De Escazú* (pp. 203–223). Universidad Del Rosario. Recuperado de: https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/85276/external_content.pdf?sequence=1#page=234
- Monawvil, S., & Adame, M. (2022). *The Escazu Agreement: An Environmental and Human Rights Treaty*. Parliamentarians for Global Action. Recuperado de: <https://www.pgaction.org/pdf/2022/factsheet-escazu-agreement.pdf#:~:text=The%20Escaz%C3%BA%20Agreement%20offers%20a%20path%20to%20advance,Below%20Water%2C%20and%20SDG%2015%3A%20Life%20on%20Land>
- Muñoz-Ávila, L., & Guerrero, J. A. C. (2023). Synergies between the Escazu Agreement and the 2030 Agenda on Sustainable Development for Latin America and the Caribbean. *Sustainability in Debate*, 14(2), 199–212. Recuperado de: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v14n2.2023.49615>
- Panovics, A. (2021). The Escazu Agreement and the Protection of Environmental Human Rights Defenders. *Pecs Journal of International & European Law*, 23, 23–34.
- Samarsinghe, N. (2018), Human Rights: Norms and Machinery. In Weiss and Daws (Eds.), *The Oxford Handbook on the United Nations* (2nd ed.).

United Nations [UN]. (2024). *SDG 16*. United Nations Department of Economic and Social Affairs.

Recuperado de: https://sdgs.un.org/goals/goal16#targets_and_indicators

UN Environment Programme [UNEP]. (2016). *Situation of human rights defenders*. Recuperado

de: <https://docs.un.org/en/A/71/281>

UN Environment Programme [UNEP]. (2018). Promoting Greater Protection for Environmental

Defenders: Policy. Recuperado de: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/22769>

UN General Assembly [UNGA]. (2013). *Civil society space: creating and maintaining, in law and in*

practice, a safe and enabling environment. Recuperado de:

<https://documents.un.org/doc/undoc/ltd/g13/173/19/pdf/g1317319.pdf?OpenElement>

UN General Assembly [UNGA]. (2014). *Promotion of the Declaration on the Right and*

Responsibility of Individuals, Groups and Organs of Society to Promote and Protect

Universally Recognized Human Rights and Fundamental Freedoms: protecting women

human rights defenders. Recuperado de: <https://docs.un.org/en/A/RES/68/181>

UN Special Rapporteur. (2016). *Environmental Human Rights Defenders (EHRDs). Note Prepared*

by Costa Rica, Chile, Panama, Paraguay and Peru. Recuperado de:

https://negociacionp10.cepal.org/8/sites/negociacionp108/files/defensores_ambientales_-_concept_note_-_english_4.pdf

POSIBLES FUTUROS E INCERTIDUMBRES EN EL CURRÍCULO UNIVERSITARIO

POSSIBLE FUTURES AND UNCERTAINTIES IN THE UNIVERSITY CURRICULUM

DOI: <https://doi.org/10.64312/9es3tm51>

David Cabrera Ruiz

david.cabrera@udec.edu.mx

Universidad de Celaya

<https://orcid.org/0009-0007-7052-3033>

Celaya, México

Recepción: 06-05-2025

Aceptación: 18-06-2025

Desde la experiencia de dictaminar la utilidad de las propuestas de más de 600 programas de educación superior, en todos los niveles educativos, a lo largo de los últimos veinte años para una de las comisiones estatales de planeación de la educación superior en Guanajuato -instancia que se inscribe en el marco de la Ley General de Educación Superior de México-, es posible testimoniar la importancia que reviste el fortalecimiento de la oferta del sistema de educación superior como una condición clave para el desarrollo regional.

Esta labor se llevó a cabo en una región donde, al inicio del proceso, predominaba la actividad agrícola y que hoy, tras una profunda reconversión industrial —solo como referente dimensional—, exportó en 2024 más de 36 000 millones de dólares.

Considerando los planteamientos sobre las planeaciones de desarrollo y los desafíos presentes, hoy se reconocen nuevos retos y fragilidades desde la educación superior, en contextos que detonan y aceleran el cambio e incrementan la incertidumbre de los futuros posibles.

Quizás en cada generación se han enunciado los temores, las dudas e incertidumbres de los tiempos que se viven y de los que vendrán. Hoy, sin embargo, los acelerados cambios que

propician los fenómenos sociales están asociados al trepidante avance de la tecnología, de la que disponemos o de la que somos impactados, y a los cuales se suman nuestros desfases y debilidades para reflexionar y orientar con cierta certeza en el ámbito personal y profesional. Esta marea, de la misma forma, también alcanza a las instituciones que se han constituido a lo largo de la historia humana, algunas de las cuales perviven hasta hoy. Sin lugar a duda, entre las más relevantes se encuentran las universidades, a las que a lo largo del tiempo se les ha distinguido por sus grandes capacidades transformadoras, emancipadoras y como agentes de justicia social, de crisoles del espíritu científico y de formación del pensamiento crítico.

La educación superior sigue siendo parte del arsenal que constituye la competitividad de los países en el contexto mundial y lo debiera ser también para los países latinoamericanos como México, con la conciencia de que, al mismo tiempo, sigue siendo necesario no descuidar nuestras realidades y necesidades de proximidad social. Resulta entonces crucial el entendimiento de que el despliegue de las aportaciones de las ciencias y disciplinas constituye un gran sistema con ramificaciones que considera la colaboración de disciplinas concurrentes en la delimitación y solución de problemas, en el despliegue táctico y en la ejecución de acciones específicas y especializadas en todas las escalas de complejidad del desafío. Estas son posibles aportaciones inherentes a las ciencias y disciplinas de los programas educativos y los procesos formativos que integran la oferta de una institución de educación superior.

Con la intención de ejemplificar la complejidad presente de las aportaciones de las ciencias y disciplinas en el contexto, supongamos que emprendemos la creación de un hospital (privado o público), en determinada zona urbana. Durante los primeros análisis necesarios se convocará a especialistas urbanos en ingeniería vial, demografía y consumo, en arquitectura, medicina y otras áreas, para determinar tanto los alcances, ubicaciones, dimensionamientos y composiciones espaciales, como las apuestas estéticas y de materialidad. Estos expertos también se harán cargo de las normativas, de los comportamientos ambientales y térmicos, de las demandas eléctricas, de automatización y de los equipos especializados, para que, en consecuencia y en su momento, se puedan activar los procesos creativos de múltiples ramas de la ingeniería —energía, ambiental,

instalaciones, estructurales, mecánicas, etc.—y que, de manera paralela, se desarrollen aspectos legales, financieros y administrativos, para que en algún punto afortunado se reúnan las condiciones idóneas para comenzar a edificar el hospital.

En la fase edilicia confluirían las disciplinas que permitirían la supervisión y cumplimiento del diseño, y, al mismo tiempo, podrían atender la complejidad de las contribuciones de los ejecutores y los oficios asociados (todos ellos requiriendo habilidades y conocimientos especializados), validaciones, certificaciones, gestión y obtención de permisos, etc. En un escenario afortunado de inicio de operaciones, se requerirán entonces de las contribuciones de los profesionales médicos, de enfermería, instrumentistas, de apoyo, mantenimiento, limpieza y seguridad, así como aquellos que brinden soportes de comunicación, mercadotecnia, logística, administrativos, de Tecnologías de la Información (TIC) y de servicios anexos. En lo descrito y que no intenta agotar las posibilidades de concurrencia de contribuciones para este ejemplo, podemos inferir la amplia diversidad de disciplinas y sus ciencias implicadas y, además, de manera destacada, un ensamble a veces poco evidenciado de los oficios asociados.

Tres premisas podrían emerger de esta reflexión:

1. La complejidad de los desafíos presentes y futuros convoca invariablemente a la interdisciplinariedad.
2. El abordaje de problemas complejos requiere de todas las escalas, niveles de dominio y despliegue de saberes y conocimientos, todos ellos valiosos.
3. La capacidad de colaboración entre expertos de las ciencias, disciplinas y oficios asociados es fundamental para resolver los desafíos contemporáneos.

Dentro del abanico de programas educativos que integra la oferta de una institución, coexisten y se cultivan objetos de estudio, ciencias y disciplinas que, con sus referentes teóricos, delimitan y proponen metodologías e instrumentales integrados a un currículo. En su operación y posiblemente también en su creación, estos programas fueron motivados y gestados por fuerzas y capacidades académicas aisladas: islotes académicos que, lejos del discurso predominante de lo

inter, multi y transdisciplinario, se transforman según sus propias perspectivas y circunstancias. De ahí que es difícil esperar una colaboración exitosa entre egresados de diferentes programas en contextos marcados por el aislamiento formativo.

A esta complicación, provocada por la ausencia o debilidad de las articulaciones entre programas educativos, se le suma el desconocimiento de la organicidad del currículo universitario como base para distinguir la estructura y dimensiones de sus componentes u organelos respectivos; es decir, a modo metafórico, el ADN de cada currículo embebido en su respectivo programa educativo. Y es a partir de esa definición que puede obtenerse un punto de partida para poder diseñarlo, desplegarlo e innovarlo continuamente, tanto dentro del claustro de las instituciones de educación superior como fuera de él, desde la reivindicación de los oficios hasta las progresiones inter y multidisciplinarias que se desarrollan en el ejercicio profesional.

Extraemos de lo anterior un par de premisas más:

4. Es necesario que las instituciones de educación superior delimiten, articulen y vinculen los componentes curriculares de cada programa educativo, así como los de su oferta académica en su conjunto, para así contar con condiciones que permitan referenciar tanto las intervenciones de innovación y mejora oportuna, como el monitoreo de su contribución en su contexto.
5. La delimitación de la estructura y categorización de los componentes curriculares es necesaria para la flexibilización, modularización y secuencialización de los componentes fragmentados curriculares.

Sin abandonar las primeras reflexiones, vale recordar que las circunstancias multidimensionales que provocan las dificultades de las personas para transitar hasta la educación superior en Latinoamérica, tanto la accesibilidad como la permanencia después del ingreso, son paralelas a las desigualdades socioeconómicas, las cuales siguen siendo un desafío sensible en México.

Se sumará a este escenario adverso la presión que desencadenará los fenómenos demográficos en México -como ya sucede en algunos países-, ya que han nacido en el último quinquenio

aproximadamente la misma cantidad de personas que en el quinquenio del 66-70, embudo que constreñirá la secuencia de formación del talento para responder a las necesidades futuras, junto al envejecimiento de la población en lo general.

Lo anterior sucederá al mismo tiempo que las compactaciones y reconfiguraciones laborales derivadas de la cadena de sucesos tecnológicos que ya detonan y detonarán la IA y otros avances disruptores en la misma escala de importancia, todas ellas síntomas del cambio de época que vivimos y a las cuales deberíamos estar muy atentos.

Si nuestro espíritu de época y nuestras discusiones filosóficas reafirman la centralidad en la naturaleza de lo humano y su inevitable evolución, habría que definir y enunciar aquellas bazas que se protegerían y la definición de los límites marcados por las fronteras éticas de los cambios, así como nuestra relación con todas las manifestaciones de la vida y la armonía con los ambientes y sus recursos.

Ejemplo de lo anterior sería si mantendremos nuestro interés en soportar el progreso de nuestras capacidades cognitivas con los vínculos emotivos de aprender y en cuáles condiciones se produciría el respeto y cuidado a nuestro anclaje corpóreo, con sus implicaciones fisiológicas, ergonómicas y demás, así como el despliegue de los procesos educativos y las acciones coherentes que pugnen por ello. Desde aquí podríamos enunciar que:

6. La universidad deberá tener un rol especial en las deliberaciones del futuro deseable y esto, a su vez, sacudirá la concepción de sí misma, su naturaleza preservativa, exploradora y multiplicadora de saberes y conocimientos.

En consideración de los fenómenos que detonan la hiper exposición y la disponibilidad a productos o materiales virtuales —ya sea con intenciones valiosas o no—, donde parece estar disponible cualquier tipo de conocimiento o de aquellos fenómenos que motivan la aparición y diversificación de nuevos oficios digitales que confunden y distorsionan la percepción de la contribución universitaria, surge en este contexto de abundancia de información la urgente

necesidad de reforzar los procesos formativos que desarrollen el pensamiento crítico, tanto en los ambientes universitarios como fuera de ellos.

Mención aparte merece la discusión sobre los riesgos y oportunidades asociados a la concentración de información y conocimiento artificial que se constituirá junto con el consiguiente poder. En esta discusión es fundamental distinguir el acceso básico al uso de las IA como consumidores y la capacidad para desarrollarlas, controlarlas o, incluso, ostentar su propiedad.

En toda circunstancia, los objetos de estudios —inmersos en el perfil de egreso de un programa educativo— se constituyen dentro del currículo universitario como núcleos de centralidad y concurrencia entre los componentes en el diseño e implementación.

Es así como, desde la capacidad de distinguir y nombrar los componentes curriculares, es posible determinarlos, dimensionarlos, secuenciarlos e intervenirlos desde su creación y continua transformación. Esto contrasta con la ceguera que provoca una perspectiva centrada en los haceres históricos o anclada en los intereses y capacidades, a veces estáticas, de los agentes a cargo de la docencia que operan desde los fragmentos como la asignatura, materia o módulo.

Así, con la intención de clarificar la relevancia de los componentes dentro del currículo, podemos plantearnos, como detonantes de nuestras reflexiones, algunas de las siguientes preguntas:

¿Cuáles componentes están caducando aceleradamente y cuáles de ellos son estructurantes de una secuencia de saberes y conocimientos que permitirán a lo largo del tiempo la especialización, la divergencia o la mutación de dedicaciones y perfiles profesionales?

¿Cuáles de ellos otorgan la forma de abordar la vida y el ejercicio profesional que son indelebles y conceden identidad y pertenencia?

¿Cómo se manifiesta la inclusión de ciertos componentes curriculares que articulan las competencias profesionales, al permitir el ensamblaje de aspectos teóricos, tecnológicos,

epistemológicos, metodológicos, ontológicos que definen la naturaleza y los alcances del nivel educativo?

¿Cuáles de estos componentes resultarán significativos al egreso para ofrecer un servicio profesional a la sociedad por el cual los egresados sean distinguidos, reconocidos y retribuidos, tanto en el corto como en el largo plazo?

¿Cuáles de esos componentes permiten a los egresados colaborar con disciplinas afines o concurrentes para resolver desafíos multidimensionales y de alta complejidad?

Sabemos o podemos inferir que, detonados por las circunstancias del ejercicio profesional, las experiencias en los proyectos abordados con sus recursos, carencias, conflictos o sucesos inesperados cambiarán, fortalecerán, redefinirán las opiniones y contribuciones de los involucrados. En muchos casos, incluso, esto los llevará a una profundización o especialización profesional, ya sea por azar o por libre elección.

Quienes han transitado por estas experiencias, podrían reconocer que, en la mayoría de los casos, se ha partido de currículos con intensas inercias históricas, con orientaciones pedagógicas y despliegues didácticos heredados sin cuestionamientos. Gran parte de esta formación ha sido ofrecida con generosidad, pero también con poca reflexión y sin una verdadera articulación de los componentes.

Otras interrogantes importantes son las siguientes:

¿Están las universidades preparadas para identificar estos cambios contextuales que ponen en riesgo la percepción social de su papel, su continua trascendencia o quizás su existencia?

¿Se ha construido talento capaz de integrarse a las entidades, departamentos o unidades de desarrollo curricular, con sensibilidad a lo que sucede más allá de los espacios universitarios?

¿Comprendemos que estas entidades de innovación y desarrollo curricular constituyen, por sí mismas, una pieza fundamental dentro de las instituciones de educación superior que no se pueden permitir ni la ceguera ni la insensibilidad prospectiva y contextual?

¿Se conciben estas entidades como pivotes de las capacidades institucionales para estructurar la colaboración entre ciencias y disciplinas independiente de las estructuras organizacionales y de gobierno institucional?

El abordaje de los componentes curriculares en la educación superior –su taxonomía, las proporciones y ponderaciones, así como sus secuencias y énfasis– serán fundamentales para diseñar, intervenir, fragmentar, compartir, innovar, vincular y desplegar programas de educación superior que integren características de flexibilidad, modularidad, integralidad. Estas condiciones son necesarias para propiciar las transformaciones requeridas para afrontar la incertidumbre y para favorecer la adaptabilidad y la resiliencia de los perfiles de egreso, así como su consolidación en el ejercicio profesional.

En última instancia, estos programas deben ser significativos y trascendentes, tanto en lo personal, ya que responden a las vocaciones y la integralidad formativa, como en lo social, debido a que atienden las necesidades y desafíos que emergen de la atención a la calidad de vida y el bienestar integral de quienes acceden a la educación superior y de quienes, posteriormente, se benefician de su ejercicio profesional en la construcción del futuro que deseamos.

REFERENCIAS

- Cabrera, D. (2025). *Innovación diseño y gestión del currículo universitario para la pertinencia de los programas educativos*. Universidad de Celaya.
- Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior AC. (2024). *Modelo de argumentación para la pertinencia de la educación superior 3.0*. COEPES Guanajuato.
- Díaz-Barriga, F. (2008). *Metodología de diseño curricular para educación superior*. Editorial Trillas.
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2023). *Índice de competitividad urbana 2023*, IMCO.
- International Labour Organization. (2024). *World employment and social outlook – Trends 2024*. ILO Switzerland.

Ley General de Educación Superior, México. (2021). Diario Oficial de la Federación.

Marzano, R.J., & Kendall, J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. SAGE Publications.

Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable, Gobierno de Guanajuato, (2021). *Plan de acción con base en el estudio de futuros empleo Guanajuato 4.0*. Orâkolo.

Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable, Gobierno de Guanajuato, (2021). *Empleo Guanajuato 4.0, Estudio de Futuros*. Orâkolo.

Subsecretaría de Educación Superior, SEP. (2023). *Programa de ampliación de la oferta de educación superior -Versión preliminar-*. Gobierno Federal de México.

United Nation, (2016). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*, A/RES/70/1. UN.

United Nation, (2023). *Global sustainable development report 2023, times of crisis, times of change science for accelerating transformations to sustainable development*. UN.

United Nations Development Programme, (2023). *Global multidimensional poverty index 2023, Unstacking global poverty, data for high impact action*. Oxford Poverty & Human Development Initiative OPHI.

World Economic Forum. (2023). *Defining education 4.0: A taxonomy for the future of learning*. WEF.

ENTREPRENEURIAL INTENTION OF STUDENTS AT THE UNIVERSITY OF GUADALAJARA

LA INTENCIÓN EMPRENDEDORA DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

DOI: <https://doi.org/10.64312/gv10xd43>

Jovanna Nathalie Cervantes Guzmán, Dra.

jovanna.cervantes3089@academicos.udg.mx

Universidad de Guadalajara

<https://orcid.org/0000-0002-0520-3822>

Guadalajara, México

Received: 31-03-2025

Accepted: 11-09-2025

ABSTRACT

This study examines the effectiveness of experiential learning in fostering entrepreneurial intentions among university students to use the Synergy project as a case study (CUCEA, CUCBA, and CUSUR, UdeG Network). By integrating training education with soft skills development in multidisciplinary teams, the initiative seeks to close the gap between theoretical knowledge and practical entrepreneurial application. Despite extensive research on entrepreneurial intentions, the specific impact of experiential learning and self-perception of capabilities within multidisciplinary collaboration remains underexplored. When using a quantitative approach, structural equation model (SEM) was used to analyze data from participating students, with reliability and validity evaluated via CFA. Results indicate experiential learning enhances business task performance, motivation and entrepreneurial interest with self-perception and entrepreneurial orientation that play key roles in this process. The study recommends integrating experiential learning into curricula to strengthen entrepreneurial skills, foster collaboration and promote sustainable innovation in alignment with global development frameworks.

KEYWORDS: Entrepreneurial Intention, Experiential Learning, Multidisciplinary Collaboration, Self-Perception of Capabilities, Social Norms, Entrepreneurial Orientation.

RESUMEN

Este estudio investiga la efectividad del aprendizaje experiencial en el fomento de las intenciones emprendedoras entre estudiantes universitarios a través del proyecto Sinergia (CUCEA, CUCBA y CUSUR, Red UdeG). Al integrar la formación académica con el desarrollo de habilidades blandas en equipos multidisciplinarios, la iniciativa busca cerrar la brecha entre el conocimiento académico y la práctica emprendedora. A pesar de la abundante investigación sobre intenciones emprendedoras, el impacto específico del aprendizaje experiencial y la autopercepción de capacidades dentro de la colaboración multidisciplinaria han sido poco explorados. Mediante un enfoque cuantitativo, se empleó el modelado de ecuaciones estructurales (SEM) para analizar los datos de los estudiantes participantes, con la confiabilidad y validez evaluadas a través del análisis factorial confirmatorio (CFA). Los resultados indican que el aprendizaje experiencial mejora el desempeño en tareas empresariales, la motivación y el interés emprendedor, en donde la autopercepción y la orientación emprendedora son factores clave. El estudio recomienda integrar el aprendizaje experiencial en los planes de estudio para fortalecer las competencias emprendedoras, fomentar la colaboración y promover la innovación sostenible en alineación con los marcos globales de desarrollo.

PALABRAS CLAVE: Intención Emprendedora, Aprendizaje Experiencial, Colaboración Multidisciplinaria, Autopercepción de Capacidades, Normas Sociales, Orientación Emprendedora.

INTRODUCTION

The University of Guadalajara (UdeG), a leading public institution in Jalisco, Mexico, promotes teaching, research and community engagement. Its mission is to strengthen competencies of their students and prepare them for professional roles, integrating entrepreneurship

education to foster creativity, initiative, and problem-solving in response to labor market demands. (Arechavala et al., 2017; Castillo, 1999; Morselli, 2019).

In Mexico, youth unemployment remains a pressing issue. INEGI reports nearly three million unemployed individuals aged 17–25, with one in three holding a university degree. According to the OECD, graduates over 22 often wait more than a year to get a job in their field, frequently earning less than their education costs. (Herrera, 2020). This reflects a short-term focus on exams instead of long-term employability, highlighting the need for education that combines academic knowledge with soft skills. (Castro Hernández, 2019).

Millennials, shaped by digital technologies, have redefined entrepreneurship. Unlike previous generations, they seek innovation and non-traditional job paths. (Wahyuningsih, 2019). However, they face barriers such as higher qualification demands and limited career opportunities. (Herrera, 2020). Consequently, many shift toward entrepreneurship requiring universities to adopt interactive and experiential approaches. (Jorio et al., 2018).

The COVID-19 pandemic reinforced the urgency of entrepreneurial education. Job losses and company closures showed to the world the importance of creating self-employment opportunities. (Ratten, 2021). This context encouraged universities like UdeG to expand entrepreneurial programs, enabling students to apply academic knowledge to real business challenges. (Valdivia-Velazco et al., 2019; Montiel Méndez et al., 2023).

In response, UdeG launched the Synergy project in 2020. This initiative fosters interdisciplinary collaboration among students in Food Science (CUCBA), Marketing (CUCEA) and Intellectual Property (CUSUR). By adopting a triple helix model, the project links academia, industry and government to promote innovation, problem-solving and business development across multiple professional fields.

PROBLEM STATEMENT

According to Funders and Founders (2016), between 2013 and 2020, only three billion of the world's eight billion people were expected to be employed. Currently, one in 19 people is an entrepreneur, with 57% of them being young adults aged 18 to 34. The Global

Entrepreneurship Monitor (2019/2020) further reports that entrepreneurial activity is highest among younger individuals and declines after age 38, with 55.6% of ventures driven by opportunity, while 25.2% are motivated by necessity. (Bloomberg, 2016). These levels have risen sharply in response to the COVID-19 pandemic. (Bernat & Duda, 2024). As Sánchez (2012) emphasizes, “entrepreneurs not only generate ideas; they also bring them to life because without action, there is no entrepreneurship”. (p. 16).

For students to transform their projects into market-ready ventures, universities must provide the necessary support. The World Bank underscores that entrepreneurship programs are particularly effective for youth groups compared to adults (Valerio et al., 2013). Developing professionals capable of creating companies, entering national and international markets and generating social impact requires strong institutional commitment to fostering human talent. (Díaz, 2015; Trinugroho & Lau, 2019). Universities play a crucial role in offering environments that promote knowledge creation, skill development and entrepreneurial capacity. (Shelton et al., 2023). Such preparation ensures that young people are better prepared to confront the challenges of entrepreneurship in real-world contexts. (Ajmal & Ratner, 2020). Also, it is important to consider that a lack of knowledge, training or skills should not become a barrier to achieving entrepreneurial goals. (Shankman et al., 2015).

JUSTIFICATION

The dissolution of the National Institute of Entrepreneurship (INADEM) disrupted a critical support system for entrepreneurship in Mexico, leading to the closure of many incubators and accelerators that depended on its funding. (Velázquez, 2019). As a result, young people have been forced to seek job opportunities without government incentives for business creation, contributing to a slowdown in entrepreneurial activity and fewer opportunities overall. (ContentEngine LLC, 2019). Consequently, often university graduates do not receive sufficient stimulation or institutional support to advance within the business sector. (Dolores Ruiz et al., 2020). This lack of opportunities to join the Economically Active Population (EAP) is compounded by challenges facing small and medium-sized enterprises (SMEs) in Mexico, including low growth, instability and restricted access to credit. (Arana, 2018). These structural barriers significantly limit employment prospects, underscoring the urgent need to

foster entrepreneurial intent among students. Addressing this gap requires the integration of entrepreneurship training, education, and the development of soft skills to equip students with the tools needed to overcome limited job opportunities and scarce funding for new ventures. (Shah et al., 2023; Humsona & Yuliani, 2018).

Multidisciplinary collaboration has been shown to produce better results by enhancing various aspects of business development and producing higher-quality outcomes. (Khosrow-Pour, 2018). Encouraging students from diverse disciplines to collaborate on academic projects can foster viable business ventures, strengthen professional networks and enhance the overall quality of entrepreneurial initiatives. This approach prevents university-trained talent from going underutilized and instead channels it into entrepreneurial growth (Hero & Lindfors, 2019). By promoting such collaboration, universities can stimulate entrepreneurial intentions among millennial students while simultaneously reinforcing their technical knowledge, educational training, and soft skills (Aceituno-Aceituno et al., 2018).

The concept of synergy is central in this regard. By combining expertise across multiple disciplines, the Synergy Project at the University of Guadalajara exemplifies the potential of collaborative entrepreneurship. The project brings together students from the Food Science program (CUCBA), the Marketing program (CUCEA) and the Intellectual Property master's program (CUSUR), enabling comprehensive business development and problem-solving from different professional perspectives. This multidisciplinary strategy not only enriches the educational experience, but also significantly enhances the likelihood of successful entrepreneurial ventures. (Pereira et al., 2023).

Within this research, an analysis of self-perception of capabilities, social norms, and entrepreneurial orientation was conducted among university students participating in the Synergy project during the academic periods 2020B, 2021A, 2021B, 2022A, 2022B, 2023A and 2023B. The analysis was carried out from the perspective of CUCEA students, who were responsible for managing the commercial dimension of the entrepreneurial initiatives. The project was directed by Dra. Jovanna Nathalie Cervantes Guzmán, professor in charge of the entrepreneurship and business area within Synergy, ensuring the integration of commercial strategy into the development of student-led ventures.

Gap: There is a critical need to understand the factors that influence entrepreneurial intentions (EI) among university students, especially in the context of diminishing institutional support for entrepreneurship, such as the dissolution of INADEM in Mexico. While previous research has identified various predictors of entrepreneurial intentions, the role of self-perception of capabilities (SPC), social norms (SN) and entrepreneurial orientation (EO) requires further exploration.

Research Question (RQ): How do self-perception of capabilities, social norms, and entrepreneurial orientation influence entrepreneurial intentions among university students?

Study Aim: To investigate the impact of self-perception of capabilities, social norms, and entrepreneurial orientation on the entrepreneurial intentions of university students. This aim is to identify key factors that universities can leverage to enhance their students' entrepreneurial potential.

Managerial Problem: Given the closure of INADEM and the subsequent reduction in support for entrepreneurial activities, universities need to identify alternative strategies to foster entrepreneurship among students. Understanding the determinants of entrepreneurial intentions can help universities design effective programs and interventions to support aspiring entrepreneurs.

Hypothesis Development for Each Relationship

Hypothesis 1: Self-Perception of Capabilities (SPC) -> Entrepreneurial Intentions (EI)

Self-perception of capabilities refers to an individual's belief in their skills and competencies to perform entrepreneurial tasks. When students perceive themselves as capable, they are more likely to have the confidence needed to pursue entrepreneurial ventures. This belief in their abilities can drive their intention to start and sustain new businesses. Previous studies have shown that self-efficacy is a significant predictor of entrepreneurial intentions (Boyd & Vozikis, 1994; Krueger, Reilly, & Carsrud, 2000; Shah et al; 2020). Thus, it is hypothesized that a higher self-perception of capabilities will positively influence entrepreneurial intentions among university students.

Hypothesis 2: Social Norms (SN) -> Entrepreneurial Intentions (EI)

Social norms are the perceived social pressures to perform or not to perform a particular behavior. In the context of entrepreneurship, social norms can include the support and expectations of family, friends and society regarding entrepreneurial activities. When students perceive strong social support for entrepreneurship, they are more likely to develop intentions to engage in entrepreneurial activities. Ajzen's Theory of Planned Behavior (1991) suggests that social norms significantly impact behavioral intentions. Therefore, it is hypothesized that positive social norms will enhance entrepreneurial intentions among university students.

Hypothesis 3: Entrepreneurial Orientation (EO) -> Entrepreneurial Intentions (EI)

Entrepreneurial orientation encompasses a set of processes, practices and decision-making activities that lead to new entry or venture creation. It includes dimensions such as innovativeness, proactiveness and risk-taking. Students with a strong entrepreneurial orientation are more likely to be inclined towards entrepreneurial activities due to their proactive nature and willingness to innovate and take risks. Research has indicated that entrepreneurial orientation is closely linked to entrepreneurial intentions and behaviors. (Lumpkin & Dess, 1996; Covin & Slevin, 1991; Anwar et al; 2022). Hence, it is hypothesized that a higher entrepreneurial orientation will enhance entrepreneurial intentions among university students.

LITERATURE REVIEW

Entrepreneurial intentions (EI) remain a core topic in entrepreneurship research. A key predictor of EI is self-perception of capabilities (SPC); individuals confident in their entrepreneurial abilities are more likely to pursue ventures. (Boyd & Vozikis, 1994). Studies confirm that higher self-efficacy correlates with stronger entrepreneurial intentions (Krueger et al., 2000; Shah et al., 2020). Likewise, entrepreneurial orientation (EO) —defined by innovation, proactivity, and risk-taking—consistently aligns with increased EI. (Lumpkin & Dess, 1996; Covin & Slevin, 1991).

Students with strong EO are more inclined toward entrepreneurial action due to their proactive and risk-tolerant nature. (Kreiser et al., 2002). Conversely, social norms (SN) may hinder EI, particularly in cultures where traditional careers are preferred. In Mexico, societal expectations and stigma around failure can deter students from entrepreneurship. (Shahab et al., 2019).

ENTREPRENEURSHIP AMONG MILLENNIALS

Millennial entrepreneurship is characterized by distinctive traits and approaches that differentiate this generation from their predecessors. (BizLaunch, 2016). As digital natives, millennials leverage technology and innovation to drive their ventures. (Tengku Mohd Azizuddin et al., 2020). This section outlines the key attributes of millennial entrepreneurs and the unique challenges and opportunities they face.

Requena and Samos (2017) identify several defining attributes of millennial entrepreneurs, such as the following:

- **Passion for Work and Business:** Millennials are deeply passionate about their work, often prioritizing personal fulfillment and alignment with their values over profit. (Badri et al., 2023; Requena & Samos, 2017). This intrinsic motivation fosters high levels of commitment and perseverance, essential for entrepreneurial success.
- **Motivated and Involved Teams:** Millennial leaders emphasize inclusive leadership, fostering collaboration and shared decision-making. This approach enhances employee engagement, creativity, and innovation, leading to improved organizational performance. (Requena & Samos, 2017; Gottfredson & Aguinis, 2017).
- **Innovative Leadership:** Innovation is central to millennial entrepreneurship. They adeptly integrate digital tools and emerging technologies—such as AI, blockchain, and IoT—to improve efficiency and maintain a competitive edge. (Dayanti & Yulianti, 2023; Nambisan, 2017). Their agility allows them to adapt swiftly to evolving markets.
- **Commitment to Society:** Millennials embed social and environmental responsibility into their business models, reflecting a purpose-driven approach to entrepreneurship.

(Wilkie, 2017). Companies led by millennials often demonstrate strong CSR, which enhances trust, customer loyalty, and talent retention. (Porter & Kramer, 2011).

Challenges Faced by Millennial Entrepreneurs

Despite their strengths, millennial entrepreneurs face distinct challenges that can impede their progress. A major obstacle is limited access to traditional financing, often due to short credit histories and perceptions of higher risk. As a result, many turn to alternative funding sources such as crowdfunding, angel investors, and venture capital. (Hasan et al., 2020–2023).

Additionally, millennials operate in an increasingly competitive and fast-evolving global market, where constant innovation is necessary to maintain relevance. (Hashim et al., 2022). The rapid pace of technological change also demands ongoing learning. To remain competitive, millennial entrepreneurs must commit to lifelong learning through online courses, workshops, and industry events. (Kuratko, 2016; Gordon, 2020).

Opportunities for Millennial Entrepreneurs

Despite the challenges, millennial entrepreneurs benefit from significant opportunities. The digital economy provides access to global markets, enabling faster business scaling and broader customer reach. (Abdul Hami, 2020). E-commerce platforms, social media, and digital payment systems have reduced entry barriers, making it easier to launch and grow ventures, (McKinsey Global Institute, 2016). Additionally, the growing focus on sustainability and social responsibility aligns with millennial values. Increasing consumer demand for ethical, eco-friendly, and socially responsible products presents a profitable niche and fosters strong brand loyalty. (Nielsen, 2015).

In summary, millennials bring a unique mix of passion, innovation, and social commitment to entrepreneurship. Their use of technology, inclusive leadership and dedication to societal impact position them as transformative forces in today's economy. (Chakraborty & Chattopadhyay, 2021). While challenges remain, the digital era offers vast opportunities. Through continuous learning and value-driven strategies, millennial entrepreneurs are well-positioned to lead future entrepreneurial success. (Liu et al., 2019).

THEORETICAL FRAMEWORK

Entrepreneurial intention

Entrepreneurial intention is defined by Thomson (2009) as an individual's conviction to start a new business, including the planning involved and the intention to act. It is influenced by entrepreneurial orientation, social norms, and Self-Perception of Capabilities. (see table 1).

Table 1

Entrepreneurial intention

Variable	Information	Author
Entrepreneurial Orientation	The individual evaluates entrepreneurial activity and its link with risk and independence, having a direct effect on the intention of creating a new business	(Kumilachew & Singh, 2022), (Barrios, C., et al, 2021)
Social norms	The person's perception of external variables integrated by the pressure of society towards the realization of certain entrepreneurial behaviors	
Self-Perception of Capabilities	The perception of the person's ability towards various associated factors to participate in entrepreneurial activity	

The force that motivates towards a behavior and/or task is determined, according to Pereira (2009), by the perceptions of:

- Expectation. Probability is perceived by human beings that the effort will lead to positive performance.
- Instrumentality. The perceived probability that positive performance will lead to expected results.
- Valencia. The value that the human being puts into a result.

Entrepreneurial Orientation

It refers to the positive or negative disposition an individual holds toward becoming an entrepreneur. Entrepreneurial attitude can serve as a predictor of an individual's future entrepreneurial activities. (Alipour, et al, 2020). (See table 2)

Table 2

Entrepreneurial orientation

Variable	Information	Author
Intention	It is the conviction and motivation of an individual to seek and analyze information, start a business, and work to achieve the objectives and future goals of an enterprise	(Venkateswarlu, 2021)
Entrepreneurial education	Entrepreneurial education influences the aspiration of people because it gives them the knowledge, skills, and attitudes to be on the path to entrepreneurship, by promoting creativity and innovation for the development of a business and the resolution of conflicts.	(Bathia & Levina, 2020), (Manea, et al, 2019)
Personality	Trait personality in an entrepreneurial mindset is integrated by extraversion, conscientiousness, openness to experience, and agreeableness	(Alipour, et al, 2020)
Aversion to risk	The risk approach for entrepreneurs is aimed at detecting opportunities and having the confidence to do things that have not been done before. This is because they value the plan and its business vision.	(Shakuntla & Swaranjeet, 2020)
Academic level	The OECD report (2019) states that startups founded by graduate students and academic researchers are more likely to patent than startups that were not born in the academic sector.	(Olszewsky, 2021)

SOCIAL NORMS

It refers to the positive or negative opinions of the reference group composed of family, friends, and society, which can affect a woman's decision to start her own business. (Devi, et al, 2019). (See table 3)

Table 3

Social Norms

Variable	Information	Author
Family	The family has multiple effects on the pull and pushes for the women's entrepreneurial development. Exposing a gender difference between the man who is considered the economic provider of the home and the woman who is a homemaker.	(Zhang & Zhou, 2021), (Kaciak & Welsh, 2020)
Friends	The people you choose to be surrounded with influence business success because communicating with successful and motivated close leaders can lead to higher aspirations for women entrepreneurs.	
Environment	The context of the country is a multifaceted phenomenon that involves economic, socio-cultural, and political variants. In addition to the non-traditional security factors, pandemics, natural disasters, and climate change have an unpredictable effect on the impact of business. These have a positive or negative influence on female entrepreneurship.	(Ngoc Tuan & Pham, 2022)

SELF-PERCEPTION OF CAPABILITIES

It refers to the perception of the ease or difficulty of their behavior, and the perception that depends on information, knowledge, self-ability, control, etc. Linking the current situation with the individual's expectation for the effectiveness of their behavior in entrepreneurship. (Thenaves, 2021). (See table 4)

Table 4

Self-Perception of Capabilities

Variable	Information	Author
Control	The external locus of control determines that what happens in the life of an individual is determined by external forces, and the internal locus exposes those events in people's lives are the result of their behavior. These traits affect a woman's entrepreneurial thinking.	(Shakuntla & Swaranjeet, 2020)
Passion	The positive feeling is experienced when linked with entrepreneurial activities associated with roles that are significant to the identity of the entrepreneur.	(Karimi, 2019)
Hard and soft skills	Hard skills are skills related to the tangible aspects of activities, involving the process, tools, procedures, and techniques. Soft skills are the interpersonal behavioral tools needed to apply technical and knowledge tools in the business.	(Hendarman, et al; 2017)

CONTEXT DESCRIPTION

Project: Enhancing Entrepreneurship and Multidisciplinary Collaboration at the University of Guadalajara (Sinergy CUCEA, CUCBA, and CUSUR from the UdeG Network)

The University of Guadalajara (UdeG), a leading public higher education institution in Jalisco, Mexico, is renowned for its commitment to teaching, research, and community engagement. The university prioritizes the development of student competencies for professional responsibilities, aligning with its educational framework that emphasizes teaching, research, and extension. (Arechavala et al., 2017). In response to industry demands for initiative, creativity, and problem-solving skills, UdeG integrates entrepreneurship training into its programs, significantly contributing to the professional and personal development of its students. (Castillo, 1999).

COVID-19 Impact and Entrepreneurship

The economic disruptions caused by the COVID-19 pandemic have underscored the critical need for adaptability and entrepreneurship. The resultant economic downturn, marked by significant job losses and company closures, highlighted the necessity for professionals who can create their own employment opportunities. This crisis presented an opportunity to strengthen entrepreneurial initiatives. Consequently, universities, including UdeG, increasingly incorporated entrepreneurship into their curricula, creating environments where students can practically apply their academic knowledge. (Valdivia Velazco et al., 2019).

Synergy Project Initiation

From 2020 to 2023, the University of Guadalajara has intensified collaboration across its educational programs through the Synergy project. This initiative involves students from the Food Science program at the University Center of Biological and Agricultural Sciences (CUCBA), the Marketing program at the University Center of Economic and Administrative Sciences (CUCEA) and the master's program in Intellectual Property at the University Center of Social Sciences and Humanities (CUSUR). The Synergy project promotes interaction, problem-solving, and business development from various professional perspectives.

Significance of Multidisciplinary Collaboration

The Synergy project emphasizes teamwork and multidisciplinary collaboration, leveraging the expertise of diverse professionals to enhance the value of different disciplines. (Collazos & Mendoza, 2006; Barak & Gidron, 2016). Research groups within the project serve as fertile grounds for interdisciplinary work, thereby improving the quality and potential of business projects developed by students. (Iregui & Cuevas, 2018). This collaboration allows each participant to contribute uniquely to the project, reinforcing and complementing each other's roles. (Jar, 2010).

A notable aspect of this initiative is the collaboration between Food Science and Marketing students to develop and commercialize food products. This partnership provides students with practical experience and entrepreneurial skills, integrating academic knowledge with

real-world business planning and supporting the dual formation of professional and disciplinary skills. (Carvajal et al., 2017). Additionally, the involvement of Intellectual Property students from CUSUR ensures that products developed are legally protected and that agreements with businesses and government entities are properly established.

Triple Helix Model and Real-World Application

The Synergy project adopts a triple helix model of collaboration involving academia, industry and government. On the academy side, organic food products developed by CUCBA students are validated and marketed with the assistance of CUCEA students. These projects not only bolster the local economy but also provide students with valuable professional experience often lacking in traditional undergraduate programs. (Ochoa, 2020).

The project extends beyond theoretical exercises by involving students in real business scenarios, thereby enhancing their practical skills and employability. On the industry side, we worked in the XICA company of ancestral corn, dedicated to projecting Mexico through ancestral corn, the production and rescue of seeds, causing the rooting and development of local sustainable territories, through agroecological practices and works fairly with the countryside. On the government side, we worked with a special program to encourage women entrepreneurs in the jam industry of the COCULA government.

National and Global Best Practices Integration

1. The project "Enhancing Entrepreneurship and Multidisciplinary Collaboration at the University of Guadalajara" serves as a strategic initiative to drive economic growth and regional development. By cultivating a strong entrepreneurial culture and fostering interdisciplinary collaboration, the University of Guadalajara (UdeG) equips students with essential skills to thrive in an increasingly dynamic economy. This initiative responds effectively to contemporary challenges, including those intensified by the COVID-19 pandemic, where innovation and adaptability are vital. Through the integration of academic knowledge with real-world application and the creation of supportive entrepreneurial ecosystems, the project not only prepares students for professional challenges but also stimulates business creation and employment, thereby bolstering

local economies and reinforcing UdeG's role in regional revitalization. (Arechavala et al., 2017; Valdivia Velazco et al., 2019).

2. A key focus of the initiative is the promotion and recognition of innovative teaching practices that impact students' holistic development. By positioning educators as catalysts for educational and societal transformation, the project highlights the value of pioneering pedagogy. (Crammond & Hyams-Ssekasi, 2024). Strategic planning, implementation, and assessment ensure that students gain both theoretical and practical knowledge, fostering comprehensive skill sets and preparing them for the demands of the modern workforce. (Herrera, 2020; Díaz, 2015).
3. The initiative also champions innovative strategies for comprehensive education, aiming to support student success through activities that develop cultural, environmental, athletic, and artistic competencies, alongside prioritizing health and well-being. (Ndofirepi, 2022). By strengthening transversal skills and fostering interdisciplinary engagement, the project enhances educational outcomes and ensures students are prepared to contribute meaningfully to sustainable economic and social development. (Sánchez, 2012; Velázquez, 2019).
4. Implemented from 2020 to 2023, the project marked a milestone in UdeG's history of multidisciplinary efforts. For the first time in 25 years, rectors from three university centers signed a formal collaboration agreement. This involved leadership at all levels: rectors (Mtro. Luis Gustavo Padilla Montes, Dr. Carlos Beas Zarate, Dr. Jorge Galindo García), academic secretaries, department heads, entrepreneurship coordinators and project lead from key disciplines—Dr. Jovanna Nathalie Cervantes Guzmán (business), Dra. Monica Araceli Reyes Rodríguez (food science), and Dr. Jose Cruz Guzmán Díaz (intellectual property). The evaluation process assessed student-led entrepreneurial projects, supported by the university's entrepreneurship centers, which offered guidance throughout the project's implementation. The initiative's success was grounded in structured planning, collaborative execution, and rigorous evaluation.

5. Furthermore, the project aligns with international best practices in entrepreneurship education, drawing from models such as “Goldman Sachs 10,000 Women” and benefiting from support through Boston University’s “Trep Camp 2019” program. These global partnerships strengthened the initiative’s educational impact, providing students with advanced entrepreneurial training and global perspectives.

Tangible Outcomes and Impact

The success of the Synergy project can be measured by the tangible outcomes it produces. Students gain invaluable experience that goes beyond classroom learning, preparing them for the real challenges of the professional world. The project's emphasis on practical application, interdisciplinary collaboration, and real-world problem-solving equips students with a robust skill set highly valued in today's job market. The project fosters a culture of entrepreneurship among students, encouraging them to think creatively and take initiative. This culture is essential for driving innovation and economic growth, both locally and globally. The entrepreneurial skills developed through the Synergy project enable students to create new businesses, generate employment opportunities, and contribute to the economic development of their communities.

The achievements have been Finalist in Third edition 2021 Award "Manuel Lopez Cotilla" JALTEC. Finalist in the 4th edition of the Inter-American Award on Innovative Educational Models in Higher Education MEIN-2022. Finalist in the category "Future Learning" for "Falling Walls 2021". Participated in the “Santander X Entrepreneurship Educator's Program” by Santander and Oxentia (Oxford University Global Innovation Consultancy). Signing of the collaboration agreement by CUCEA, CUCBA, and CUSUR, by rectors, academic secretaries, department heads, directors of the entrepreneurship areas, and the professors in charge of each area of the synergy.

PUBLICATIONS

1. Hernández, A., Guzmán-Díaz, J. C., Reyes Rodríguez, M. A., & Cervantes Guzmán, J. N. (2021). Training of competences in entrepreneurship and collaboration between students of different disciplines and degrees of the University of Guadalajara, based

on their school projects. *Journal of Human Resources Training*, 19(7), 21-28.

<https://doi.org/10.35429/JHRT.2021.19.7.21.28>

2. Hernández, A., Cervantes Guzmán, J. N., & Reyes Rodríguez, M. A. (2020). Sistema de acciones para la implementación del emprendimiento aprovechando los trabajos académicos y trabajando en asociación entre diferentes carreras para además propiciar la multidisciplinaridad desde la formación profesional desde el aula. *Revista Ciencias de la Educación*, 11(4), 9-18. <https://doi.org/10.35429/JESC.2020.11.4.9.18>

In summary, the University of Guadalajara's Synergy project is a model of how higher education institutions can foster entrepreneurship and multidisciplinary collaboration. By integrating academic learning with practical business experience, the project prepares students to meet the challenges of the modern workforce and contributes to regional and global economic development. The project's success underscores the critical role of universities in driving innovation, economic growth, and social progress.

METHOD

1. This study employed a survey method as the primary research strategy. Surveys, which use standardized questionnaires to collect data from a sample population, are well-suited for quantitative analysis and large-scale data collection (Hair et al., 2006; Saunders et al., 2016). This approach was selected to examine the entrepreneurial intentions of university students involved in the Synergy project at CUCEA, CUCBA, and CUSUR from 2020 to 2023, with particular focus on CUCEA students responsible for the commercial aspects of product development. Key variables investigated included self-perception of capabilities, social norms, and entrepreneurial orientation.

- Data was collected through a Likert scale questionnaire, which presented statements rated on a scale from "strongly agree" to "strongly disagree" to capture the intensity of attitudes (Baptista et al., 2006). The questionnaire was administered to Synergy project participants at CUCEA, ensuring the relevance of the sample to the research objectives. A pilot test was conducted with a small student sample to refine the constructs and ensure alignment with the study's goals.

- To analyse the data, Structural Equation Modeling (SEM) and Confirmatory Factor Analysis (CFA) were applied. SEM was used to explore the multivariate relationships between constructs, while CFA validated the measurement models to ensure theoretical alignment, reliability, and construct validity.
- The study included 356 participants selected through non-probabilistic convenience sampling. While this method allowed for timely access to a relevant sample, it limits external validity and generalizability, as the sample may not reflect the broader student population, particularly those not engaged in entrepreneurial initiatives.
- Instrument reliability was assessed using Cronbach's alpha, which yielded a score of 0.85, indicating strong internal consistency. (Casas, Repullo, & Donado, 2003). The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test produced a value of 0.91, confirming excellent sampling adequacy for factor analysis. (Benavente, 2011). Bartlett's test of sphericity was significant ($p < 0.001$), supporting the use of factor analysis. (Ibít, 2011).

Table 5

Technical Data

Method	
Data collection	Survey consisting of a Likert scale questionnaire
Scope of the study	Exploratory - descriptive research
Design	Transverse
Research design	Deductive research with quantitative, descriptive, documentary, and correlational approach
Population	CUCEA University millennial students that participated in Sinergy CUCEA, CUCBA, CUSUR
Time	2020-2023
Type of sampling	Non-Probabilistic for convenience
Sample size	356 students

Measures

- This study on the entrepreneurial intentions of university students participating in the Synergy project was grounded in a comprehensive review of high-impact literature. Foundational works by Liñán and Chen (2009) and Karimi et al. (2012) provided the

theoretical framework to explore the multifaceted determinants of entrepreneurial intentions. Additionally, insights from the *Entrepreneurship Educator's Program*, organized by Santander X and Oxford's Global Innovation Consultancy (OXENTIA), as discussed by Wyatt (2020), enriched the understanding of students' decision-making processes and intrinsic motivations (Karimi, 2019–2020). This synthesis of academic and practice-based knowledge enabled a deeper exploration of the factors influencing entrepreneurial intentions among students engaged in innovative initiatives like Synergy.

- The study's measurement instruments were carefully adapted from established literature to suit the specific context of Synergy project participants. This ensured the accurate representation of entrepreneurial tendencies within the sample. The key constructs included Self-Perception of Capabilities (SPC), Social Norms (SN), Entrepreneurial Orientation (EO), and Entrepreneurial Intentions (EI). Each construct was measured using previously validated scales, ensuring both the reliability and validity of the instrument.

Self-Perception of Capabilities (SPC)

Self-Perception of Capabilities (SPC) was designed to assess students' confidence in their entrepreneurial skills and abilities. This construct included items that measured their confidence in managing business challenges and their belief in their capability to initiate and sustain a business venture. The scale for SPC was adapted from validated measures in prior studies. (e.g., Shakuntla & Swaranjeet, 2020; Karimi, 2019; Hendarman, et al; 2017). The reliability and validity of this scale were confirmed through rigorous factor analysis. Specifically, the factors for the items were 0.759, 0.476, 0.650, and 0.542, resulting in a Cronbach's alpha coefficient of 0.807, which indicates satisfactory reliability.

Social Norms (SN)

Social Norms (SN) evaluated the influence of societal and cultural expectations on students' entrepreneurial intentions. Items in this construct reflected the perceived support and approval from significant others, including family, friends, and society at large. The scale was adapted from the work of different studies. (Zhang & Zhou, 2021; Kaciak & Welsh, 2020; Ngoc Tuan & Pham, 2022), who have extensively studied the role of social norms in shaping

entrepreneurial behavior. The factor loadings for SN items were 0.404, 0.702, 0.654, 0.831, and 0.744, with a Cronbach's alpha of 0.833, demonstrating the scale's reliability.

Entrepreneurial Orientation (EO)

Entrepreneurial Orientation (EO) measured students' attitudes towards entrepreneurship, specifically their inclination towards innovation, proactiveness, and risk-taking. This construct was critical in understanding how students' entrepreneurial mindsets influenced their intentions to engage in entrepreneurial activities. The scale was adapted from different studies. (Venkateswarlu, 2021, Bathia & Levina, 2020; Manea, et al, 2019; Alipour, et al, 2020; Shakuntla & Swaranjeet, 2020; Olszewsky, 2021), who have provided comprehensive measures for assessing entrepreneurial orientation. The EO scale exhibited factor loadings of 0.612, 0.650, 0.837, and 0.808, with a Cronbach's alpha coefficient of 0.822, indicating good reliability.

Entrepreneurial Intentions (EI)

Entrepreneurial Intentions (EI) was the primary outcome variable, capturing students' motivation and intention to engage in entrepreneurial activities. This construct measured the degree to which students intended to start their own business in the foreseeable future. The scale for EI was based on the seminal work of Kumilachew & Singh (2022) and Barrios, Reyes-Rodríguez, Villarraga, Vélez-Zapata & Gómez-Zuluaga (2021). The factor loadings for the EI items were 0.923, 0.932, 0.856, 0.900, and 0.739, resulting in a Cronbach's alpha coefficient of 0.938, which signifies high reliability.

Figure 1

Model

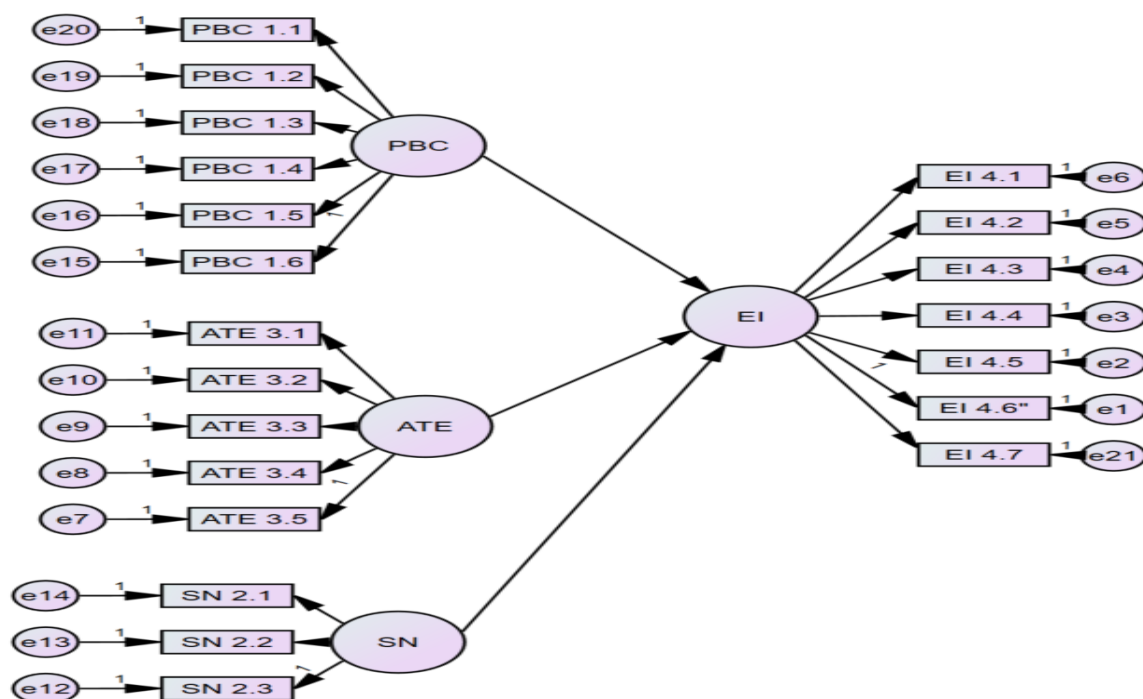


Table 6

Hypotheses

Hypothesis	Relationship	Explanation	Supporting Studies
H1	SPC -> EI	Self-Perception of Capabilities positively influences entrepreneurial intentions. Higher self-confidence in entrepreneurial skills boosts the likelihood of pursuing entrepreneurial activities.	(Kumilachew & Singh, 2022; Barrios, G et al, 2021; Shakuntla & Swaranjeet, 2020; Karimi, 2019; Hendarman, et al; 2017)
H2	SN -> EI	Social Norms negatively influence entrepreneurial intentions. Perceived societal disapproval can deter individuals from engaging in entrepreneurial ventures.	(Kumilachew & Singh, 2022; Barrios, G, et al, 2021; Zhang & Zhou, 2021; Kaciak & Welsh, 2020; Ngoc Tuan & Pham, 2022)

H3	EO -> EI	Entrepreneurial Orientation positively influences entrepreneurial intentions. Individuals with a strong entrepreneurial orientation, characterized by innovation and proactiveness, are more inclined to develop entrepreneurial intentions.	(Kumilachew & Singh, 2022; Barrios. C, et al, 2021; Venkateswarlu, 2021, Bathia & Levina, 2020; Manea, et al, 2019; Alipour, et al, 2020; Shakuntla & Swaranjeet, 2020; Olszewsky, 2021)
----	----------	--	--

RESULTS

The model's adequacy was assessed through various fit indices, providing a comprehensive evaluation of its conceptual framework. Using a single fit index could potentially ignore specific areas where the model may not fit well. Therefore, a multi-indicator approach was implemented to ensure a robust assessment. Structural Equation Modeling (SEM) was used for data analysis to examine the relationships among the constructs. The model's fit was evaluated using several indices, including the Comparative Fit Index (CFI), Tucker-Lewis Index (TLI), Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), and the chi-square to degrees of freedom ratio (CMIN/DF). The structural equation model (SEM) analysis provided several fit indices to evaluate the adequacy of the model, summarized in Table 1.

Table 7

Model Fit Indices Summary

Fit Index	Recommended Value	Source	Value	Interpretation
CMIN/DF	Less than 3 (good), Less than 5 (acceptable)	Hooper, Coughlan & Mullen, (2008); Kline (2016);	2.314	Good
CFI	Greater than 0.95 (excellent), Greater than 0.90 (acceptable)	Hooper, Coughlan & Mullen, (2008); Hu & Bentler (1999)	0.924	Acceptable
TLI	Greater than 0.95 (ideal), Greater than 0.90 (acceptable)	Hooper, Coughlan & Mullen, (2008); Hu & Bentler (1999)	0.911	Acceptable

RMSEA	Less than 0.05 (good), Up to 0.08 (acceptable), Up to 0.10 (mediocre)	Hooper, Coughlan & Mullen, (2008), MacCallum, Browne & Sugawara (1996)	0.045	Good
-------	---	--	-------	------

These indices suggest that the model provides an adequate fit to the data, supporting the theoretical relationships proposed.

Hypotheses Testing

The SEM analysis results for the hypotheses related to entrepreneurial intentions are presented in Table 2.

Table 8

Hypotheses Testing Results

Hypothesis	Path Directions	Estimate	CR	P	Result
H1: SPC -> EI	Positive	1.780	3.883	<0.001	Supported
H2: SN -> EI	Negative	-0.264	-4.012	<0.001	Not Supported
H3: EO -> EI	Positive	0.818	9.984	<0.001	Supported

H1, and H3: These findings suggest a significant relationship between various factors influencing entrepreneurial intentions, such as self-perception of capabilities, and entrepreneurial orientation. However, H2 is not supported, indicating that the paths from social norms to entrepreneurial intentions, do not show significant effects in this study.

DISCUSSION

Self-Perception of Capabilities (SPC) and Entrepreneurial Intentions (EI)

The analysis revealed a strong positive relationship between SPC and EI (Estimate = 1.780, CR = 3.883, $p < 0.001$). Consistent with prior research, individuals confident in their entrepreneurial skills are more likely to pursue entrepreneurial activities. (Liñán & Chen,

2009; Gieure et al., 2020). This highlights the importance of strengthening students' confidence in their capabilities to foster entrepreneurial intentions. The Synergy project appears effective in enhancing such perceptions, showing that targeted educational interventions can significantly promote entrepreneurial confidence and intentions.

Social Norms (SN) and Entrepreneurial Intentions (EI)

A significant negative relationship was found between SN and EI (Estimate = -0.264, CR = -4.012, $p < 0.001$). While social norms often support entrepreneurship, in the Mexican context they may discourage it, as entrepreneurship is sometimes perceived as risky compared to stable employment. (Shahab et al., 2019). Societal pressures, particularly family and peer expectations, may further dissuade students, especially given the stigma around business failure. This finding underscores the cultural complexity of social influences on entrepreneurial behavior.

Entrepreneurial Orientation (EO) and Entrepreneurial Intentions (EI)

The positive relationship between EO and EI (Estimate = 0.818, CR = 9.984, $p < 0.001$) emphasizes the role of proactiveness, innovation, and risk-taking in fostering entrepreneurial intentions. (Kreiser et al., 2002; Covin et al., 2019). The University of Guadalajara's Synergy project appears to nurture these traits, suggesting that curricula encouraging innovation and risk-taking can effectively promote entrepreneurial aspirations beyond technical training.

Interrelationships among Constructs

Significant interrelations were observed among EO and SPC (Estimate = 0.072, CR = 3.521, $p < 0.001$), EO and SN (Estimate = 0.138, CR = 4.920, $p < 0.001$), and SN and SPC (Estimate = 0.063, CR = 3.281, $p = 0.001$), highlighting the complex interplay between individual attitudes and social influences. Overall, the results suggest:

- **Positive Impact of SPC and EO:** Strong self-perceptions and entrepreneurial orientation increase EI, underscoring the need to cultivate confidence and entrepreneurial attitudes.

- **Negative Impact of SN:** Social norms negatively influenced EI, suggesting that cultural and societal pressures can deter entrepreneurial aspirations.

Common Method Variance (CMV) and Model Fit

Following Podsakoff and Organ (1986), CMV was assessed using a marker variable and Harman's Single-Factor Test. The first factor explained 31.76% of variance, below the 50% threshold, indicating CMV was not a major concern. Including "mindfulness" as a marker variable (loading = 0.788) further confirmed no significant bias. These steps validate the robustness of the SEM model, confirming that the framework effectively captures the entrepreneurial intentions of students while considering model complexity and sample characteristics.

DISCUSSION

- This study offers valuable insights into the determinants of entrepreneurial intentions (EI) among university students engaged in the Synergy project at the University of Guadalajara (UdeG). The findings highlight strong positive relationships between self-perception of capabilities (SPC) and EI, as well as between entrepreneurial orientation (EO) and EI, aligning with prior research on the role of self-efficacy and entrepreneurial orientation in shaping entrepreneurial behaviour. (Liñán & Chen, 2009; Kreiser et al., 2002).
- The positive association between SPC and EI indicates that students who perceive themselves as capable of managing entrepreneurial tasks are more likely to develop entrepreneurial intentions. This reinforces the central role of self-confidence in entrepreneurial activity, consistent with research on self-efficacy in entrepreneurship. (Boyd & Vozikis, 1994). Likewise, the positive effect of EO on EI underscores the importance of cultivating innovation, proactiveness, and risk-taking through education to foster entrepreneurial mindsets (Kreiser et al., 2002).
- Conversely, the study identified a negative relationship between social norms (SN) and EI. While social norms often encourage entrepreneurship in other contexts, the Mexican setting may differ, as traditional career paths are frequently regarded as more stable and prestigious. The perceived risks of entrepreneurship and the stigma surrounding failure

may further discourage students from pursuing entrepreneurial ventures. Thus, social expectations may inadvertently act as barriers to entrepreneurship, limiting students' willingness to diverge from established professional trajectories.

- Overall, these results highlight the dual importance of individual traits and societal influences in shaping entrepreneurial intentions. They suggest that entrepreneurship education should not only develop skills and confidence but also address cultural perceptions and foster supportive environments where entrepreneurship is seen as a legitimate and valued career path.

Theoretical Contributions

Table 9

Contributions of Research

Result	Theoretical Contributions	Comments	Supporting Studies
The integration of interdisciplinary teams has a significant positive impact on entrepreneurial success.	This study demonstrates the crucial role of interdisciplinary collaboration in enhancing entrepreneurial outcomes, contributing to the broader understanding of team dynamics in entrepreneurial ventures.	The integration of diverse skill sets and perspectives within interdisciplinary teams leads to more innovative solutions and effective problem-solving, highlighting the synergy between different academic disciplines. This supports the notion that interdisciplinary approaches can lead to superior entrepreneurial outcomes by leveraging varied expertise and knowledge bases.	(Oliveras, 2015)
Entrepreneurial education that emphasizes real-world applications and experiential learning enhances	This contribution highlights the effectiveness of practical, hands-on learning experiences in entrepreneurship	Emphasizing real-world applications in entrepreneurship education helps students develop practical skills and increases their motivation	(Ratnamiasih et al; 2024)

student readiness and motivation.	education, providing empirical support for experiential learning theories.	and readiness to start their own ventures. This approach fosters a more engaging and effective learning environment, enhancing students' entrepreneurial capabilities.	
Institutional support, such as incubators and mentorship programs, is critical for the success of new ventures.	This study underscores the importance of institutional support structures in fostering entrepreneurial success, contributing to the understanding of external support mechanisms in entrepreneurship.	Providing robust institutional support through incubators, mentorship, and other resources is essential for nurturing successful entrepreneurial ventures. These support systems offer critical guidance, resources, and networks that are invaluable for new entrepreneurs. This finding reinforces the need for institutions to invest in and develop comprehensive support programs.	(Ratten, 2021; Dvouletý, 2021).
Self-Perception of Capabilities (SPC) significantly influences Entrepreneurial Intentions (EI).	This study provides empirical evidence of the direct impact of self-perception of capabilities on entrepreneurial intentions, supporting the notion that confidence in one's entrepreneurial skills is crucial for entrepreneurial activity.	The findings emphasize the importance of fostering a strong self-perception of capabilities in potential entrepreneurs. Enhancing self-belief through targeted training and mentorship can significantly boost entrepreneurial intentions, highlighting the synergy between self-efficacy and entrepreneurial action. This supports the integration of self-efficacy development in entrepreneurship education.	(Liñán & Chen, 2009; Gieure et al; 2020)
Social Norms (SN) have a significant negative	The research challenges the traditional view that social norms positively	Contrary to expectations, the study found that negative societal pressures	(Shahab et al; 2019)

relationship with Entrepreneurial Intentions (EI).	influence entrepreneurial intentions, revealing that societal pressures can deter entrepreneurial pursuits. This contributes to a broader understanding of the complex role social norms play in entrepreneurship.	and disapproval from significant others can hinder entrepreneurial intentions. This finding suggests the need to address societal attitudes towards entrepreneurship and promote a more supportive social environment to foster entrepreneurial activities.	
Entrepreneurial Orientation (EO) positively influences both Entrepreneurial Intentions (EI) and Self-Perception of Capabilities (SPC).	The study highlights the critical role of entrepreneurial orientation in fostering both entrepreneurial intentions and self-perception of capabilities, contributing to the literature on entrepreneurial mindset and behavior.	Encouraging a proactive and risk-taking entrepreneurial orientation can significantly enhance both the intention to pursue entrepreneurship and the belief in one's capabilities. This underscores the importance of cultivating an entrepreneurial mindset through education and policy initiatives to promote entrepreneurship.	(Kreiser et al; 2002; Covin et al; 2019)

This study contributes uniquely to the literature on entrepreneurial intentions (EI) by examining the interplay between self-perception of capabilities (SPC), social norms (SN), and entrepreneurial orientation (EO) within a university student context. While prior research has largely emphasized the supportive role of social norms in fostering EI, this study reveals the opposite effect: in the Mexican cultural context, societal pressures may discourage students from pursuing entrepreneurial paths.

By highlighting the negative influence of social norms, this research challenges the prevailing assumption that they universally encourage entrepreneurship. Instead, it demonstrates how cultural and societal expectations —particularly the preference for stable, traditional career paths and the stigma attached to failure— can serve as significant barriers to entrepreneurial intentions.

This perspective offers a valuable extension to existing EI research, which has often overlooked the role of restrictive or discouraging societal expectations. The findings underscore the need to reframe entrepreneurship education to address cultural perceptions, reduce stigma around failure, and cultivate supportive environments where students feel encouraged to consider entrepreneurship as a viable career option.

Managerial Contributions

The findings of this research have significant managerial implications for the University of Guadalajara (UdeG) as it strengthens its position as a leading institution for entrepreneurship promotion. The interplay between self-perception of capabilities (SPC), social norms (SN), and entrepreneurial orientation (EO) provides a strategic foundation for initiatives that enhance entrepreneurial intentions (EI) and contribute to Mexico's socio-economic development.

Enhancing Entrepreneurial Education and Training

The strong positive link between SPC and EI highlights the need to build students' confidence in entrepreneurial skills. UdeG can achieve this through:

- **Skill Development:** Practical training in business planning, financial management, marketing, and innovation to enhance hands-on competence and self-efficacy. (Liñán & Chen, 2009; Gieure et al., 2020).
- **Mentorship Programs:** Structured networks connecting students with experienced entrepreneurs, offering guidance, insights, and confidence-building opportunities. (Liñán & Chen, 2009).

Creating a Supportive Social Environment

Given the negative role of SN on EI, UdeG should work to counter societal barriers through:

- **Awareness Campaigns:** Showcasing entrepreneurial success stories to shift perceptions and highlight entrepreneurship's value for economic development. (Karimi et al., 2012; Meoli et al., 2020).

- **Community Engagement:** Involving families, peers, and local stakeholders to build supportive networks that legitimize and encourage student entrepreneurship. (Shahab et al., 2019).

Fostering Entrepreneurial Orientation

The positive effect of EO on EI underscores the need to cultivate risk-taking and proactive attitudes:

- **Curriculum Integration:** Embedding innovation and entrepreneurial thinking across disciplines to encourage opportunity recognition among diverse student groups. (Kreiser et al., 2002; Covin et al., 2019).
- **Incubators and Accelerators:** Providing resources, mentorship, and funding to enable experimentation and business creation. (Kreiser et al., 2002).

Leveraging Construct Interrelationships

Understanding the links between SPC, SN, and EO allows for more holistic interventions like following:

- **Synergistic Programs:** Combining skill-building, community support, and mindset development in integrated workshops. (Miranda, Chamorro-Mera, & Rubio, 2017).
- **Collaborative Platforms:** Encouraging peer-to-peer support and joint entrepreneurial projects to strengthen positive social norms and collective efficacy. (Meoli et al., 2020).

Long-term Impact on Mexico's Development

By promoting student entrepreneurship, UdeG can contribute to:

- **Job Creation:** Stimulating new ventures that reduce unemployment and foster growth (Gieure et al., 2020).
- **Innovation and Competitiveness:** Building a dynamic entrepreneurial ecosystem that enhances Mexico's global market position (Liñán & Chen, 2009).

- **Inclusive Growth:** Encouraging diverse participation in entrepreneurship to reduce inequality and broaden economic benefits (Shahab et al., 2019).

Future Vision for the University of Guadalajara

Positioning UdeG as a national and regional leader in entrepreneurship requires:

- **Leadership in Education:** Attracting students and faculty committed to innovation and venture creation (Miranda, Chamorro-Mera, & Rubio, 2017).
- **Research and Development Hub:** Expanding entrepreneurship research to generate insights and strengthen institutional reputation (Karimi et al., 2012).
- **Global Partnerships:** Establishing international collaborations to provide resources, knowledge exchange, and global exposure (Meoli et al., 2020).

By adopting these strategies, the University of Guadalajara can significantly advance entrepreneurship education, drive innovation, and contribute to Mexico's long-term economic and social development.

CONCLUSION

This study highlights key factors shaping entrepreneurial intentions (EI) among university students, particularly participants in the Synergy project at UdeG. The positive associations between self-perception of capabilities (SPC) and EI, as well as between entrepreneurial orientation (EO) and EI, underscore the importance of fostering self-efficacy and entrepreneurial traits in preparing students for successful ventures. Integrating these dimensions into entrepreneurship education can strengthen students' entrepreneurial potential.

A notable contribution of this research lies in identifying the negative effect of social norms (SN) on EI, challenging the prevailing assumption that social norms universally support entrepreneurship. In the Mexican context, where traditional career paths are often more valued, societal expectations may discourage entrepreneurial pursuits. This finding points to

the need for future research to examine cultural and societal influences on EI in diverse global contexts.

However, the study has limitations. The use of a non-probabilistic convenience sample restricts the generalizability of the findings, and future studies should adopt more diverse sampling approaches to strengthen external validity. Moreover, qualitative research could provide richer insights into how cultural and societal norms shape entrepreneurial behavior.

In sum, this research contributes to entrepreneurship education literature by offering both theoretical and practical implications. For universities and policymakers, addressing societal barriers and providing comprehensive educational support can foster stronger entrepreneurial mindsets, ultimately contributing to the development of a more resilient entrepreneurial ecosystem.

Research Findings

The research demonstrates that self-perception of capabilities (SPC) and entrepreneurial orientation (EO) significantly influence entrepreneurial intentions (EI). Students with higher confidence in their entrepreneurial skills are more likely to pursue entrepreneurial activities, confirming the role of self-efficacy as a critical determinant of entrepreneurial behavior. (Liñán & Chen, 2009; Gieure et al., 2020). Similarly, a strong EO—defined by innovation, proactiveness, and risk-taking—positively affects EI, consistent with prior studies on the importance of EO in fostering entrepreneurial activity. (Covin et al., 2020).

Unexpectedly, the study found that social norms (SN) exert a negative influence on EI. This suggests that societal pressures or disapproval may discourage entrepreneurial pursuits, challenging the assumption that supportive norms always enhance EI. In contexts such as Mexico, where traditional career paths are often more socially valued, cultural expectations may act as barriers to entrepreneurship. (Shahab et al., 2019).

Theoretically, these findings extend the literature by offering a more nuanced understanding of the individual and social factors shaping EI among university students. Practically, they emphasize the need for universities to strengthen students' self-efficacy and entrepreneurial

orientation while also addressing societal perceptions. By doing so, educational institutions can play a central role in cultivating future entrepreneurs and fostering a culture of innovation and entrepreneurship.

Research Final Scope

This study has a limitation, as its sample was restricted to students in the Synergy project, which may limit the generalizability of the results. Future research should include more diverse populations to strengthen external validity.

Despite this, the findings provide valuable insights into the role of self-perception of capabilities and entrepreneurial orientation in shaping entrepreneurial intentions. For the University of Guadalajara, these results highlight the importance of fostering supportive environments and skill development to enhance students' entrepreneurial aspirations and contribute to Mexico's economic growth.

This research offers a foundation for future studies to further explore the factors influencing entrepreneurial intentions and strategies to promote entrepreneurship as a driver of innovation and development.

REFERENCES

- Abdul Hami, H. (2020). To Explore the Factors that Influence the Millennial Generation Entrepreneurs Identifying Entrepreneurial Opportunity in Malaysia. *ProQuest Dissertations Publishing*.
- Aceituno-Aceituno, P., Danvila-Del-Valle, J., González García, A., & Bousoño-Calzón, C. (2018). Entrepreneurship, intrapreneurship and scientific mobility: The Spanish case. *PloS One*, 13(9), e0201893–e0201893. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201893>
- Ajmal, Y., & Ratner, H. (2020). *Solution focused practice in schools: 80 ideas and strategies* (1st ed.). Routledge.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.

- Alipour, M., Elahi, M., & Hassani, A. (2020). The impact of entrepreneurial attitude on entrepreneurship intention. *Journal of Business Research*, 22(4), 243-254.
- Anwar, I., Alalyani, W. R., Thoudam, P., Khan, R., & Saleem, I. (2022). The role of entrepreneurship education and inclination on the nexus of entrepreneurial motivation, individual entrepreneurial orientation and entrepreneurial intention: Testing the model using moderated-mediation approach. *Journal of Education for Business*, 97(8), 531–541. <https://doi.org/10.1080/08832323.2021.1997886>
- Arana, D. (31 de enero del 2018). *Pymes mexicanas, un panorama para el 2018*. Forbes. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-un-panorama-para-2018/>
- Arechavala, M. A., López, G. M., & Medina, A. M. (2017). University Social Responsibility in Mexico: A Case Study in Higher Education Institutions. *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, 21(2), 75–100. <https://doi.org/10.1353/jhe.2017.0013>
- Badri, S. K. Z., Yung, C. T. M., Wan Mohd Yunus, W. M. A., & Seman, N. A. A. (2023). The perceived effects of spirituality, work-life integration and mediating role of work passion to millennial or gen Y employees' mental health. *Management Research Review*, 46(9), 1278–1295. <https://doi.org/10.1108/MRR-04-2021-0275>
- Baptista, P. Fernández, R. & Sampieri, C. (2006). *Metodología de la investigación*. pp 4-84. Editorial Mc Graw Hill
- Barak, J., & Gidron, A. (Eds.). (2016). *Active collaborative education: a journey towards teaching*. Sense Publishers.
- Barrios, C., et al. (2021). Influence of entrepreneurial education on the formation of entrepreneurial intention. *International Journal of Entrepreneurship*, 18(3), 112-125.
- Barrios, G; Reyes-Rodríguez, J; Villarraga, A; Vélez-Zapata, C; & Gómez-Zuluaga, M. (2021). *Entrepreneurial intentions of university students in Colombia: Exploration based on the theory of planned behavior*. *Journal of Education for Business*. 1-10. 10.1080/08832323.2021.1918615.

- Bernat, T., & Duda, J. (Eds.). (2024). *Business impacts of COVID-19 : international business, crisis management, and the global economy*. Routledge.
- BizLaunch, A. P. (2016). *How to Create a Breeding Ground for Innovation & Entrepreneurship Among Millennials*. ICSB World Conference Proceedings, 1–10.
- Bygrave, W., & Minniti, M. (2000). The Social Dynamics of Entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 24(3), 25–36.
<https://doi.org/10.1177/104225870002400302>
- Boyd, N. G., & Vozikis, G. S. (1994). The influence of self-efficacy on the development of entrepreneurial intentions and actions. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 18(4), 63-77.
- Camelo-Ordaz, C., et al. (2016). Social norms and entrepreneurial activity: The moderating role of entrepreneurial orientation. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 40(5), 920-940.
- Canales, F; Alvarado, E; & Pineda, E. (2015). *Research Methodology Manual for the Development of Health Personnel*. México: Limusa.
- Carvajal, R., Romero, A. y Álvarez, G. (2017). “Estrategia para Contribuir a la Implementación de la Formación Dual de los Profesionales de Ciencias Empresariales en las Pequeñas y Medianas Empresas de la Provincia Tungurahua, Ecuador”. *Formación universitaria*, 10(5), pp. 29-40. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000500004> [Accessed 15 December 2020].
- Casas, J. Repullo, J. & Donado, C. (2003). *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamientos estadísticos de los datos*. 31(527-38). Obtenido de <http://external.doyma.es/pd-f/27/27v31n08a13047738pdf001.pdf>
- Castillo, A. (1999). *Estado del arte en la enseñanza del emprendimiento. En: Emprendedores como creadores de riqueza y desarrollo regional*. Santiago, Chile: Intec Chile. Recuperado de: <http://recursos.ccb.org.co/bogotaemprende/port alninos/contenido/doc2estadodelarteenlaensena nzadelemprendimiento.pdf>

- Castro Hernández, E. M. (2019). *Continuous Training as a source of development of socio-emotional skills and abilities according to the requirements of the Educational Model for Compulsory Education 2017. A theoretical approach on this subject*. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, VI(3).
- Chakraborty, I., & Chattopadhyay, D. (2021). Post Pandemic Resilience, Entrepreneurial Ecosystem and the Millennial Entrepreneurs in India. *Globsyn Management Journal*, 15(1/2), 141–143.
- Collazos, C.A., Mendoza, J., (2006). Como aprovechar el “aprendizaje colaborativo” en el aula. *Educación y Educadores*, Volumen 9, Número 2. <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/663/0> [Accessed 6 December 2020].
- CONACyT. (2021). *Condiciones Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad*. PNCP CONACyT. Retrieved from <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/inicio.php>
- ContentEngine LLC. (2019). *Entrepreneurs worry about lack of substitute for Inadem*. In *CE Noticias Financieras*. (English ed.). ContentEngine LLC, a Florida limited liability company.
- Covin, J. G., & Slevin, D. P. (1991). A conceptual model of entrepreneurship as firm behavior. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 16(1), 7-25.
- Covin, J. G., & Wales, W. J. (2019). Crafting High-Impact Entrepreneurial Orientation Research: Some Suggested Guidelines. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 43(1), 3–18. <https://doi.org/10.1177/1042258718773181>
- Crammond, R. J., & Hyams-Ssekasi, D. (Eds.). (2024). *Entrepreneurship Education and Internationalisation : Cases, Collaborations and Contexts* (First edition.). Routledge.
- Csorba, E. (2018). *Plight of potential : embracing solitude in millennial life and modern work* (1st ed.). Anthem Press.

- Dayanti, P. R., & Yulianti, P. (2023). How Do Servant Leadership and Knowledge Sharing Trigger Innovative Work Behaviors among Millennials at Start-up Businesses? *Jurnal Manajemen Teori Dan Terapan (Online)*, 16(1), 95–106. <https://doi.org/10.20473/jmtt.v16i1.43224>
- Díaz, C. G. (2015). The Role of Higher Education Institutions in Fostering Entrepreneurship: A Spanish Case Study. *Journal of Small Business Management*, 53(3), 681–696. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12176>
- Dolores Ruiz, E; Salazar Gómez, J; Valdivia Rivera, María; Hernández Cárdenas, M; & Huerta Mora, I. (2020). Utilization of financial products SMEs entrepreneurs in Mexico. *RAN*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.29393/RAN6-3UPED50003>
- Dvouletý, O. (Ed.). (2021). *Entrepreneurship during the times of COVID-19 pandemic : challenges and consequences*. Emerald Publishing Limited.
- Funders and Founders (7 de noviembre 2016). *Mil millones de emprendedores en el 2023*. Gestión, p. 14.
- Gieure, C., del Mar Benavides-Espinosa, M., & Roig-Dobón, S. (2020). The entrepreneurial process: The link between intentions and behavior. *Journal of Business Research*, 112, 541-548.
- Global Entrepreneurship Monitor (November 16, 2021). *Global entrepreneurship monitor research highlights significant increase in growth – oriented women entrepreneurs worldwide*. Recovered from <https://www.gemconsortium.org/reports/womens-entrepreneurship>
- Gordon, P. (2020). Lifelong Learning and the Future of Work. *Education and Training*, 62(3), 234-246. <https://doi.org/10.1108/ET-12-2019-0257>
- Gottfredson, R. K., & Aguinis, H. (2017). Leadership behaviors and follower performance: Dedication and the moderating role of follower characteristics. *Journal of Organizational Behavior*, 38(3), 426-444. <https://doi.org/10.1002/job.2133>

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2006). *Multivariate Data Analysis* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hasan, R., Ashfaq, M., Parveen, T., & Gunardi, A. (2023). Financial inclusion – does digital financial literacy matter for women entrepreneurs? *International Journal of Social Economics*, 50(8), 1085–1104. <https://doi.org/10.1108/IJSE-04-2022-0277>
- Hashim, N. A., Sidek, F., & Nor, S. M. (2022). Fostering Millennial Entrepreneurship Students – Issues and Challenges. *Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship*, 8(1), 1–1. <https://doi.org/10.17358/ijbe.8.1.1>
- Hendarman, A. F., & Cantner, U. (2018). Soft skills, hard skills, and individual innovativeness. *Eurasian Business Review*, 8(2), 139–169. <https://doi.org/10.1007/s40821-017-0076-6>
- Hero, L.-M., & Lindfors, E. (2019). Students’ learning experience in a multidisciplinary innovation project. *Education & Training (London)*, 61(4), 500–522. <https://doi.org/10.1108/ET-06-2018-0138>
- Hooper, D., Coughlan, J. and Mullen, M. R. “Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit.” *The Electronic Journal of Business Research Methods* Volume 6 Issue 1 2008, pp. 53 - 60, available online at www.ejbrm.com.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>.
- Humsona, R., & Yuliani, S. (2018). How does Entrepreneurship Education Develop Soft Skills? IOP Conference Series. *Materials Science and Engineering*, 306(1), 12107-. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/306/1/012107>
- Iregui Guerrero, M., y Cuevas Silva J.M. (2018). *Política de Formación para la investigación, la innovación y el emprendimiento*. Bogotá: Editorial Neogranadina.

- Kaciak, E; & Welsh, D. (2020). Women entrepreneurs and work–life interface: The impact of sustainable economies on success. *Journal of Business Research*.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.11.073>.
- Karimi, S. (2019). The role of entrepreneurial passion in the formation of students' entrepreneurial intentions. *Applied Economics*, 52(3), 331–344.
<https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1645287>
- Karimi, S., c, H. J., Lans, T., Mulder, M., & Chizari, M. (2012). *The role of entrepreneurship education in developing students' entrepreneurial intentions*.
<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2152944>
- Khosrow-Pour, M. (2018). *Entrepreneurship, collaboration, and innovation in the modern business era* (M. Khosrow-Pour, Ed.). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5014-3>
- Kline, R. B. (2016). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (4th ed.). New York: Guilford Press.
- Kreiser, P. M., Marino, L. D., & Weaver, K. M. (2002). Assessing the Psychometric Properties of the Entrepreneurial Orientation Scale: A Multi-Country Analysis. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 26(4), 71–93. <https://doi.org/10.1177/104225870202600405>
- Krueger, N. F., Reilly, M. D., & Carsrud, A. L. (2000). Competing models of entrepreneurial intentions. *Journal of Business Venturing*, 15(5–6), 411–432.
[https://doi.org/10.1016/S0883-9026.\(98\)00033-0](https://doi.org/10.1016/S0883-9026.(98)00033-0)
- Kumilachew, A; & Singh, A. (March 2022). The role of entrepreneurship education on student entrepreneurial intentions: mediating effects of attitude, subjective norms, and perceived behavioural control. *Journal of Business and Management*, 28(1), 31-65.
<https://doi.org/10.1504/JBM.2022.141294>
- Kuratko, D. F. (2016). *Entrepreneurship: Theory, Process, and Practice*. Cengage Learning.

- Liñán, F., & Chen, Y.-W. (2009). Development and Cross-Cultural Application of a Specific Instrument to Measure Entrepreneurial Intentions. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33(3), 593–617. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2009.00318.x>.
- Liu, J., Zhu, Y., Serapio, M. G., & Cavusgil, S. T. (2019). The new generation of millennial entrepreneurs: A review and call for research. *International Business Review*, 28(5), 101581-. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2019.05.001>
- Lumpkin, G. T., & Dess, G. G. (1996). Clarifying the entrepreneurial orientation construct and linking it to performance. *Academy of Management Review*, 21(1), 135-172.
- MacCallum, R. C., Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*, 1(2), 130–149. <https://doi.org/10.1037//1082-989X.1.2.130>.
- Manea, C. L., Nichita, M. E., & Irimescu, A. M. (2019). Determinants of entrepreneurship: an examination of entrepreneurial perception of students. *Accounting and Management Information Systems*, 18(4), 588–613. <https://doi.org/10.24818/jamis.2019.04005>.
- McKinsey Global Institute. (2016). *Digital Globalization: The New Era of Global Flows*. McKinsey & Company. Recovered from <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/digital-globalization-the-new-era-of-global-flows>
- Meoli, A., Fini, R., Sobrero, M., & Wiklund, J. (2020). How entrepreneurial intentions influence entrepreneurial career choices: The moderating influence of social context. *Journal of Business Venturing*, 35(3), 105982. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2019.105982>
- Miranda, F. J., Chamorro-Mera, A., & Rubio, S. (2017). Academic entrepreneurship in Spanish universities: An analysis of the determinants of entrepreneurial intention. *European research on management and business economics*, 23(2), 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2017.01.001>
- Montiel Méndez, O. J., Canales García, R. A., & Calderón Martínez, G. (2023). Educación universitaria y mentalidad para el emprendimiento: caso de estudio exploratorio en

- una universidad mexicana. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 11(25). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2023.25.83965>
- Morselli, D. (2019). *The Change Laboratory for Teacher Training in Entrepreneurship Education: A new skills agenda for Europe* (1st ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02571-7>
- Nambisan, S. (2017). Digital Entrepreneurship: Toward a Digital Technology Perspective of Entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 41(6), 1029-1055. <https://doi.org/10.1111/etap.12254>
- Ndofirepi, T. M. (2022). Entrepreneurship goal and implementation intentions formation: The role of higher education institutions and contexts. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s13731-022-00263-y>
- Ngoc Tuan, A., & Pham, M. (2022). The role of mindfulness and perceived social support in promoting students' social entrepreneurial intention. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 10(1), 145-160. <https://doi.org/10.15678/EBER.2022.100110>
- Oliveras, G. (2015). *La educación emprendedora en la universidad: Análisis y propuestas para la inserción de estas actividades a la currícula* (Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur). Universidad Nacional del Sur..
- Pereira, D., Leitão, J., Oliveira, T., & Peirone, D. (2023). Proposing a holistic research framework for university strategic alliances in sustainable entrepreneurship. *Heliyon*, 9(5), e16087–e16087. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16087>
- Podsakoff, P. M., & Organ, D. W. (1986). Self-reports in organizational research: Problems and prospects. *Journal of Management*, 12, 531–544. <https://doi.org/10.1177/014920638601200408>
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating Shared Value. *Harvard Business Review*, 89(1/2), 62-77. Recovered from <https://hbr.org/2011/01/the-big-idea-creating-shared-value>

- Ratnamiasih, I., Nusantara, B. D. A., & Dewi, Z. M. (2024). Personality Traits and Entrepreneurship Education as Determinants of Entrepreneurial Intentions. *Review of Integrative Business and Economics Research*, 13(1), 295–314.
- Ratten, V. (Ed.). (2021). *COVID-19 and entrepreneurship : challenges and opportunities for small business*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003149248>
- Shah, I. A., Amjed, S., & Jaboo, S. (2020). The moderating role of entrepreneurship education in shaping entrepreneurial intentions. *Journal of Economic Structures*, 9(19), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40008-020-00195-4>
- Shah, N., Bano, S., Saraih, U. N., Abdelwahed, N. A. A., & Soomro, B. A. (2023). Leading towards the students' career development and career intentions through using multidimensional soft skills in the digital age. *Education & Training (London)*, 65(6/7), 848–870. <https://doi.org/10.1108/ET-12-2022-0470>
- Shahab, Y., Chengang, Y., Arbizu, A. D., & Haider, M. J. (2019). Entrepreneurial self-efficacy and intention: do entrepreneurial creativity and education matter? *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 25(2), 259–280. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-12-2017-0522>
- Shakuntla, J. & Swaranjeet, A. (July 2020). Impact of entrepreneurial traits on entrepreneurial intentions among management students. *The Indian Journal of Industrial Relations*, Vol. 56, No. 1.
- Shankman, M. L., Allen, S. J., & Haber-Curran, P. (2015). *Emotionally intelligent leadership : a guide for students* (Second edition.). Jossey-Bass.
- Shelton, R. N., Rogers, R. M., & Wilkerson, T. L. (2023). Preservice teachers' perceptions of a practice-focused lesson study. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 12(3), 214–225. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-11-2022-0168>
- Tengku Mohd Azizuddin Tuan Mahmood, Abdullah Al Mamun, & Mohamed Dahlan Ibrahim. (2020). Attitude towards entrepreneurship: a study among Asnaf Millennials in

- Malaysia. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship (Online)*, 14(1), 2–14. <https://doi.org/10.1108/APJIE-06-2019-0044>
- Trinugroho, I., & Lau, E. (Eds.). (2019). *Business innovation and development in emerging economies* (1st ed.). CRC Press/Balkema.
- Valerio, A; Parton, B; & Robb, A. (2013). *Framing the global landscape of entrepreneurship education and training programs*. Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/808581468155708228/Framing-the-globallandscape-of-entrepreneurship-education-and-training-programs>
- Venkateswarlu, P. (2021). The Influence of Stream on the Entrepreneurial Intentions of Engineering Students. *IUP Journal of Organizational Behavior*, 20(4), 349–355.
- Wahyuningsih, E. (2019). MODEL OF ENTREPRENEURSHIP SPIRIT IN MILLENNIAL GENERATION. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 85(1), 3–14. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2019-01.01>
- Wilkie, D. (2017). Who's job-hopping now? *HR Magazine (Alexandria, Va.)*, 62(6), 10.
- Zhang, J., & Zhou, N. (2021). The Family's Push and Pull on Female Entrepreneurship: Evidence in China. *Emerging Markets Finance & Trade*, 57(5), 1312–1332. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2019.1697671>

**CYANOBACTERIAS Y MICROALGAS: POTENCIAL PARA LA SALUD, LA AGRICULTURA Y EL MEDIO
AMBIENTE CON UN VISTAZO A LA INVESTIGACIÓN EN COSTA RICA**

CYANOBACTERIA AND MICROALGAE: POTENTIAL FOR HEALTH, AGRICULTURE, AND THE
ENVIRONMENT WITH A GLIMPSE INTO RESEARCH IN COSTA RICA

DOI: <https://doi.org/10.64312/9djmqx11>

Sandra Liliana Hernández-Salón

sandrasalon2000@gmail.com

Universidad Internacional de las Américas

<https://orcid.org/0000-0001-6049-1639>

Bióloga, Licenciada en Genética Humana y Máster en Ciencias Biomédicas
San José, Costa Rica

Sebastián Solano Montero

sebassolano2000@gmail.com

Estudiante de Farmacia, Universidad Internacional de las Américas

<https://orcid.org/0009-0009-3751-9539>

Bachiller en química, UCR
San José, Costa Rica

Ana Patricia Rojas Hernández

aprojash@edu.uia.ac.cr

Estudiante de Farmacia, Universidad Internacional de las Américas

<https://orcid.org/0009-0003-2750-9229>

San José, Costa Rica

Adriana Carolina Hernández Calderón

achernandezc@edu.uia.ac.cr

Estudiante de Farmacia, Universidad Internacional de las Américas

<https://orcid.org/0009-0004-9526-9420>

San José, Costa Rica

Anielka Oporta Oporta

anoportao_far@uia.ac.cr

Estudiante de Farmacia, Universidad Internacional de las Américas

<https://orcid.org/0009-0005-4200-4813>

San José, Costa Rica

Recepción: 29-04-2025

Aceptación: 17-08-2025

RESUMEN

El objetivo de esta revisión narrativa exploratoria es exponer la relevancia de las cianobacterias y microalgas, organismos con notable diversidad metabólica y adaptabilidad ecológica, capaces de producir metabolitos con propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antivirales, antiinflamatorias, fotoprotectoras y antitumorales, además de aportar soluciones en biotecnología ambiental. La metodología se aplicó de la siguiente forma: se realizó una búsqueda exploratoria en bases académicas (2015–2025), sin criterios sistemáticos, organizando los hallazgos en áreas temáticas y contextualizándolos con investigaciones desarrolladas en Costa Rica. Los resultados indican que, en salud, compuestos como ficocianina, cianovirina-N, dolastatina 10 y fucoxantina se evalúan en terapias contra cáncer, VIH, virus emergentes y enfermedades inflamatorias; en cosmética, polisacáridos y MAAs muestran efectos hidratantes, antienvejecimiento y fotoprotectores; en nanotecnología farmacéutica, diversos metabolitos funcionan como nano transportadores que optimizan biodisponibilidad y especificidad de fármacos. En agricultura, actúan como biofertilizantes, bio estimulantes y agentes de bio control, mejorando rendimiento, calidad nutricional y reduciendo agroquímicos. En el ámbito ambiental, destacan por bio remediar metales pesados, micro plásticos, antibióticos y otros contaminantes, además de capturar carbono y posibilitar la producción de biocombustibles, alineándose con la economía circular. Se concluye que, en Costa Rica, laboratorios de la UNA, UCR y TEC investigan especies locales con fines industriales, terapéuticos y ecológicos. Estos microorganismos constituyen una alternativa estratégica ante desafíos sanitarios, agrícolas y ambientales; no obstante, se requiere avanzar en regulación, estandarización, escalabilidad y evaluación toxicológica para su implementación efectiva.

PALABRAS CLAVE: Cianobacterias, microalgas, biotecnología ambiental, aplicaciones en salud, biofertilizantes.

ABSTRACT

The objective of this exploratory narrative review is to highlight the relevance of cyanobacteria and microalgae which possess remarkable metabolic diversity and ecological adaptability and can produce metabolites with antioxidant, antimicrobial, antiviral, anti-inflammatory, photoprotective, and antitumor properties, in addition to offering solutions in environmental biotechnology. Methodology was based on an exploratory search that was conducted in academic databases covering the period from 2015 to 2025, using non-systematic criteria. The findings were organized into thematic areas and contextualized using research conducted in Costa Rica. Results indicate that in the health sector, compounds such as phycocyanin, cyanovirin-N, dolastatin 10, and fucoxanthin are being evaluated as potential therapies against cancer, HIV, emerging viruses, and inflammatory diseases. In cosmetics, polysaccharides and mycosporine-like amino acids (MAAs) exhibit moisturizing, anti-aging, and photoprotective effects. In pharmaceutical nanotechnology, various metabolites function as nanocarriers, enhancing drug bioavailability and specificity. In agriculture, they function as biofertilizers, bio stimulants, and biocontrol agents, improving yield, enhancing nutritional quality, and reducing agrochemical use. In the environmental field, they are effective in bioremediation of heavy metals, microplastics, antibiotics, and other pollutants, as well as in carbon capture and biofuel production, aligning with circular economy principles. It is concluded that in Costa Rica, laboratories at UNA, UCR, and TEC are actively researching local species for industrial, therapeutic, and ecological purposes. These microorganisms represent a strategic alternative to address health, agricultural, and environmental challenges; however, further progress is needed in regulation, standardization, scalability, and toxicological evaluation to enable effective implementation.

KEYWORDS: Cyanobacteria, microalgae, environmental biotechnology, health applications, biofertilizer.

INTRODUCCIÓN

Las cianobacterias representan uno de los grupos más antiguos y versátiles de organismos fotosintéticos en la Tierra, con un origen que se remonta a más de 3.5 mil millones de años. Junto con las microalgas, son conocidas como algas verde azules. La notable adaptabilidad de las cianobacterias les ha permitido colonizar una diversidad de hábitats, desde ambientes marinos y de agua dulce hasta entornos extremos como desiertos, fuentes termales y regiones polares. Esta capacidad de supervivencia en condiciones adversas se debe en gran medida a su plasticidad morfológica y metabólica, la cual se manifiesta en una gran diversidad estructural: pueden presentarse en formas unicelulares, coloniales o filamentosas. (Matsuo et al., 2025; Wang & Luo, 2025).

Entre las cianobacterias más representativas destacan los géneros *Atrhrospira* sp. (*Spirulina* sp.), *Anabaena* sp., *Nostoc* sp., *Chlorella* sp. La *Spirulina* sp. es ampliamente reconocida por su alto contenido de ficocianina, un pigmento con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Husain et al., 2024; Rodrigues et al., 2024). *Anabaena* sp. es conocida por la producción de aminoácido tipo micosporina (MAAs), con capacidad fotoprotectora (Suárez-Bernal, 2023). *Nostoc* sp. produce moléculas con actividad citotóxica (Bitsch et al., 2025). Por su parte, *Chlorella* sp. produce ácido eicosapentaenoico (EPA) un compuesto con actividad antiviral (Ilieva et al., 2024). Además, posee una notable capacidad para remover hidrocarburos y metales pesados, lo que lo convierte un instrumento en biorremediación. (Abbas et al., 2025; Tian et al., 2025).

Esta diversidad de géneros no solo refleja su amplia distribución ecológica, sino su notable capacidad biosintética. Además, esta adaptabilidad está estrechamente relacionada con su habilidad para sintetizar una amplia gama de metabolitos secundarios, muchos de los cuales poseen propiedades bioactivas de interés farmacológico y biotecnológico. Diversas investigaciones han identificado más de 1600 metabolitos derivados de cianobacterias, incluyendo péptidos cíclicos, depsipéptidos, poliquétidos, alcaloides, lipopeptidos y compuestos fenólicos, entre otros. Algunos de estos metabolitos han demostrado efectos anticancerígenos,

antioxidantes, antiinflamatorios, antimicrobianos y antivirales de alto valor clínico. (Robles-Bañuelos et al., 2022).

Por ejemplo, toxinas como la dolastatina 10, el cryptophycin y la curacina A han sido evaluados exitosamente en estudios preclínicos y clínicos, mostrando actividad citotóxica potente contra diversas líneas celulares tumorales. Entre los metabolitos de mayor relevancia destacan los pigmentos tetrapirrólicos, como las ficobiliproteínas (ficocianina, aloficocianina y ficoeritrina), los cuales poseen propiedades antioxidantes notables vinculados con efectos inmunomoduladores, hepato protectores y neuro protectores. (Bishoyi et al., 2023; Cock & Cheesman, 2023; Khalifa et al., 2021; Qamar et al., 2021; Singh et al., 2022)

Estas estructuras tetra pirrólicas, además de desempeñar un papel esencial en la fotosíntesis, han demostrado ser una alternativa prometedora a los colorantes sintéticos en las industrias alimentaria y cosmética debido a su alta solubilidad en agua y baja toxicidad. (Qamar et al., 2021).

En este contexto, las microalgas se están consolidando como un recurso biotecnológico valioso para estos sectores, gracias a su riqueza en metabolitos bioactivos como carotenoides, ácidos grasos poliinsaturados, polisacáridos sulfatados, ficobiliproteínas y vitaminas del complejo B, C y E. Estas biomoléculas no solo ofrecen coloración natural, sino que además poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, inmunomoduladores y fotoprotectoras, lo que las hace altamente atractivas para el desarrollo de productos funcionales, nutraceuticos y dermatológicamente efectivos. (Osathanunkul et al., 2025; Williamson et al., 2024).

Por otro lado, avances recientes en nanotecnología han permitido explorar la aplicación de compuestos ciano bacterianos, como nano vectores, para la administración dirigida de fármacos. El uso de pigmentos, polisacáridos y lípidos de cianobacterias en formulaciones nanoestructuradas ha demostrado mejorar la biodisponibilidad, estabilidad y especificidad terapéutica de agentes anticancerígenos, lo que abre nuevas vías en la medicina personalizada. (Singh et al., 2022).

Sobre las microalgas, estás, al igual que las cianobacterias, cuentan con una gran diversidad de metabolitos secundarios, con usos potenciales en el área de la salud. Además de sus aplicaciones en este campo, en estética y en alimentación, también tiene amplios usos en la agricultura y en estrategias de conservación ambiental. Este interés en la agricultura y la conservación ha cobrado creciente interés en las últimas décadas, debido a su versatilidad biotecnológica, alta productividad y capacidad de adaptación a diversas condiciones ecológicas. (da Gama et al., 2025). Es por ello que tres de las universidades estatales de Costa Rica han desarrollado programas de investigación en estas líneas. (CIB, s.f.; LABIOMIC, s.f.; LABMA, s.f.; Osathanunkul et al., 2025).

Debido al amplio potencial de las microalgas y cianobacterias en áreas como la medicina, la agricultura, la cosmética, la alimentación y la biorremediación, resulta fundamental comprender tanto sus propiedades bioquímicas como sus aplicaciones tecnológicas actuales. Este artículo tiene como objetivo identificar sus aplicaciones actuales y potenciales en los sectores de la salud, la agricultura y el medio ambiente. De este modo, se busca destacar el valor estratégico de estas especies como recurso biotecnológico clave para el desarrollo sostenible y la innovación científica en contextos tanto locales como globales.

MÉTODOS

Este artículo se basa en una revisión narrativa exploratoria orientada a identificar y analizar información científica relevante sobre los usos actuales y potenciales de las microalgas y cianobacterias en salud, agricultura, medio ambiente y biotecnología. No se siguieron criterios de revisión sistemática ni filtros rigurosos de inclusión/exclusión. Se consultaron bases de datos académicas como PubMed, ScienceDirect y Google Scholar, utilizando términos clave en español e inglés. Entre las palabras clave empleadas se incluyeron: "cianobacterias", "microalgas", "compuestos bioactivos", "biotecnología", "aplicaciones de microalgas", "aplicaciones de cianobacterias", "microalgas en agricultura", "cianobacterias en salud", "microalgas en salud",

"biorremediación", "microalgas en dermocosmética", "estudio de cianobacterias en Costa Rica", "estudio de microalgas en Costa Rica", entre otras.

Para conocer sobre los proyectos de investigación desarrollados por las universidades estatales de Costa Rica (UNA, UCR y TEC), se revisó la información publicada en las páginas web de cada uno de los laboratorios.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Publicaciones en español e inglés.
- Artículos científicos originales y revisiones, así como capítulos de libro publicados entre 2015 y 2025, priorizando aquellos más recientes. Sobre la información generada en Costa Rica a partir de los proyectos de los laboratorios de microalgas de las Universidades UNA, UCR y TEC, se incluyeron tesis realizadas a partir del año 2010.
- Documentos con enfoque en aplicaciones biomédicas, agrícolas, y ambientales de microalgas o cianobacterias.

Los criterios de exclusión fueron:

- Documentos sin respaldo académico (fuentes no revisadas por pares).
- Estudios centrados exclusivamente en taxonomía.
- Información redundante o desactualizada con respecto a publicaciones más recientes.

La información recolectada fue organizada en cuatro categorías temáticas principales:

- Aplicaciones en salud y farmacología
- Aplicaciones agrícolas
- Aplicaciones ambientales y biorremediación
- Estudios realizados en Costa Rica

Cada categoría fue analizada de forma independiente, permitiendo identificar patrones comunes, metabolitos destacados y especies con mayor potencial. Esta estructura facilitó una presentación clara de los hallazgos y una discusión integral del estado actual del conocimiento.

RESULTADOS

Tabla 1

Metabolitos primarios y secundarios de interés en el área biomédica y ejemplos de microorganismos que los producen

Especie	Tipo	Metabolito	Fuente
<i>Anabaena variabilis</i>	Cianobacteria	Aminoácido tipo micosporina (MAAs)	Suárez-Bernal, et al., 2023
<i>Arthrospira maxima</i>	Cianobacteria	Sulfolípidos	Cirne-Santos et al., 2024
<i>Arthrospira platensis</i> (Spirulina)	Cianobacteria	Polisacáridos con efecto reparador de la barrera cutánea y promotores de colágeno Ficocianina, como transportador de nanopartículas en liberación de fármacos Transportador de nanopartículas de quitosano con acetato de bornilo	Chen et al., 2025; Husain et al., 2024
<i>Chlorella sorokiniana</i> , <i>Nannochloropsis limnetica</i> , <i>Tetraselmis suecica</i>	Microalga	Vitamina E (Tococromanoles)	Montoya-Arroyo et al., 2022
<i>Chlorella</i> sp.	Microalga	Ácido eicosapentaenoico (EPA)	Ilieva et al., 2024
<i>Chlorella vulgaris</i>	Microalga	MAAs Polisacáridos con efectos hidratantes y promotores de colágeno	Herrera, et al., 2023
<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Tetraselmis chuii</i>	Microalga	Fenoles	Paterson et al., 2024
<i>Chlorophyta</i> sp., <i>Dunaliella salina</i>	Microalga	Carotenoides	Rodrigues et al., 2024
<i>Haematococcus pluvialis</i>	Microalga	Astaxantina	Copat et al., 2025
<i>Lyngbya majuscula</i>	Cianobacteria	Hectochlorina	Tan & Salleh, 2024

<i>Lyngbya sp.</i>	Cianobacteria	Depsipéptidos formulados en nanomateriales antimicrobianos y antitumorales	Bishoy et al., 2023
<i>Lyngbya sp., Oscillatoria sp. y Nostoc sp.</i>	Cianobacteria	Péptidos cíclicos, lectinas, depsipéptidos	Bishoy et al., 2023; Cock & Cheesman, 2023
<i>Nostoc sp.</i>	Cianobacteria	Cianovirina-N en nanopartículas liposomales para inhibir entrada del VIH, Criptoficina	Yusupova et al., 2025
<i>Phaeodactylum tricornutum, Odontella aurita</i>	Microalga	Fucoxantina	Shangguan et al., 2025
<i>Porphyridium cruentum</i>	Microalga	Polisacáridos sulfatados	Hernández-García et al., 2022
<i>Scenedesmus almeriensis</i>	Microalga	Luteína	Raghul et al., 2024
<i>Schizochytrium sp.</i>	Microalga	DHA para enriquecimiento alimentario infantil	Gonzáles y Soler, 2024
<i>Scytonema varium</i>	Cianobacteria	Scitovirina	Armario-Najera et al., 2022
<i>Symploca sp.</i>	Cianobacteria	Dolastatina 10	Kallifidas et al., 2024

Tabla 2

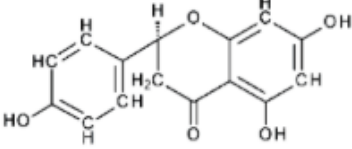
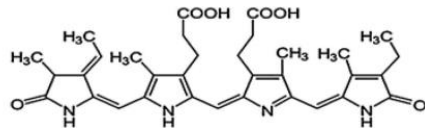
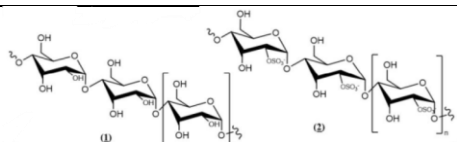
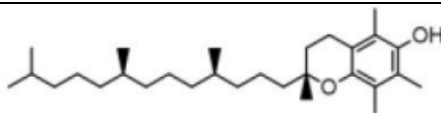
Especies de microalgas utilizadas en agricultura y el medio ambiente

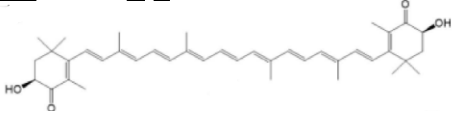
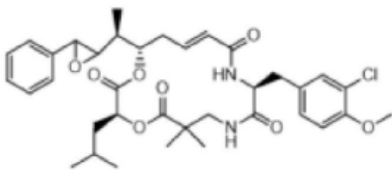
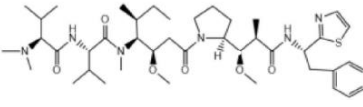
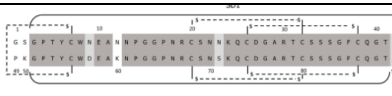
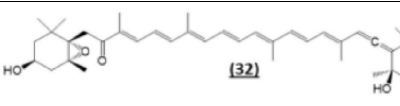
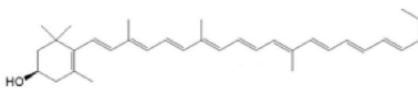
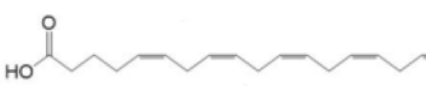
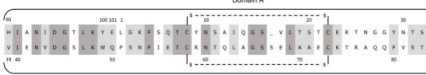
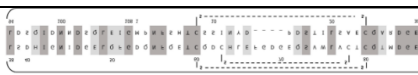
Espece	Material	Uso	Fuente
<i>Coelastrella sp.</i>	Extracto de microalga	Bioestimulante	Cruz et al., 2023
<i>Chlorella vulgaris</i>	Biomasa algal	Biorremediación de derrames de petróleo, eliminación de metales pesados y antibióticos	Abbas et al., 2025

<i>Chlorella vulgaris</i> + <i>Aspergillus niger</i>	Consorcio microalga-hongo	Eliminación de microplásticos	Hadiyanto et al., 2025
<i>Desmodesmus subspicatus</i>	Extracto de microalga	Control biológico de hongos patógenos del suelo	Eckstien et al., 2024
<i>Microalgas (diversas)</i>	Biomasa algal	Captura de carbono. Producción de biocombustibles Tratamiento de residuos porcinos y humanos (Economía circular)	Wang et al., 2025
<i>Scenedesmus obliquus</i>	Biomasa algal	Aprovechamiento de nutrientes de la orina	Nagle et al., 2025

Tabla 3

Estructura de las principales biomoléculas con importancia biomédica y dermocosmética, mencionadas en el texto, ordenadas según su aplicación

Aplicación	Biomolécula	Estructura	Fuente
Antiinflamatorio / Antioxidante	Compuestos fenólicos (un ejemplo naringenina)		Cichoński& Chrzanowsk, 2022
	Ficocianina (un ejemplo de ficobiliproteína)		Saad et al., 2020
	Polisacáridos extracelulares (EPS) y sulfatados		Rigobello & Masini, 2021
	Vitamina E		Rigobello & Masini, 2021

	Astaxantina		Rigobello & Masini, 2021
Antitumoral	Criptoficina		Rigobello & Masini, 2021
	Dolastatina 10		Rigobello & Masini, 2021
	Escitovirina (secuencia de aminoácidos)		Rigobello & Masini, 2021
	Fucoxantina		Rigobello & Masini, 2021
	Luteína		Rigobello & Masini, 2021
	Ácido eicosapentaenoico (EPA)		Rigobello & Masini, 2021
Antiviral (VIH y virus emergentes)	Cianovirina-N (secuencia de aminoácidos)		Mazur-Marzec et al., 2021
	Microvirina (secuencia de aminoácidos)		Mazur-Marzec et al., 2021
	Betacaroteno		Rigobello & Masini, 2021

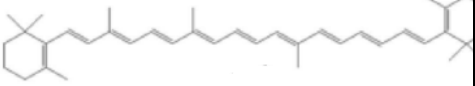
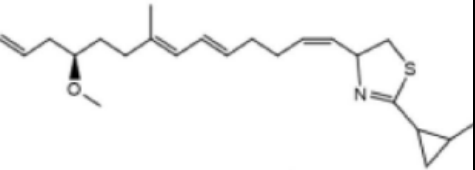
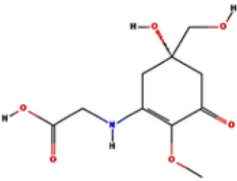
			
	Curacina A		Rigobello & Masini, 2021
Fotoprotección, hidratación, antienvjecimiento	MAAs (aminoácidos tipo micosporina) Ejemplo: micosporina-glicina		Saad et al., 2020

Tabla 4

Especies de cianobacterias y microalgas estudiadas en los laboratorios de microalgas, de la Universidad Nacional (UNA), Universidad de Costa Rica (UCR) y del Tecnológico de Costa Rica (TEC)

Laboratorio	Universidad	Cianobacterias	Microalgas	Fuente
LABMA	UNA	<i>Anabaena sp.</i> , <i>Athrospira</i> (Spirulina), <i>Trichormus</i>	<i>Chlamydomonas</i> sp., <i>Chlorella</i> sp., <i>Nanofrustulum shiloi</i> , <i>Neochloris</i> sp., <i>Scenedesmus</i> sp.	LABMA, s.f.
LABIOMIC / CIMAR	UCR	<i>Arthrospira platensis</i> , <i>Nostoc sp.</i> , <i>Planktothrix isothrix</i> , <i>Synechocystis sp.</i> , <i>Phaeodactylum tricornutum</i> , <i>Scenedesmus dimorfus</i> ,	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> , <i>Chlorella sorokiniana</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Nannochloropsis</i> sp.,	LABIOMIC. s. f.
CIB (Lab. Microalgas)	TEC	No hay información disponible	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Nannochloropsis oculata</i> ,	CIB. s. f.

Laboratorio de Biotecnología de Microalgas (LABMA)

Laboratorio de Biotecnología de Microalgas y Cianobacterias (LABIOMIC)

Centro de Investigación en Biotecnología (CIB)

Tabla 5

Proyectos de investigación desarrollados en los laboratorios de microalgas LABMA, en UNA; LABIOMIC, UCR y en CIB, Tecnológico de Costa Rica

	Proyectos de Investigación	Estatus
LABMA	Análisis de pigmentos a partir de microalgas y de cianobacterias con aplicaciones en la industria.	Vigente
LABMA	Medios de cultivo alternativos para el crecimiento de biomasa de microalgas y cianobacterias para su uso en la industria, en la biorremediación, como abono u otras aplicaciones.	Vigente
LABMA	Producción de pigmentos a partir de microalgas en cultivo intensivo en un fotobiorreactor tubular helicoidal para la generación de productos de valor agregado para la industria. Vigencia 2018-2021.	Finalizado
LABMA	Caracterización molecular de seis cepas de microalgas y cianobacterias (<i>Spirulina</i> , <i>Trichormus</i> , <i>Nechloris</i> , <i>Chlorella</i> , <i>Scenedesmus</i> y <i>Chlamydomonas</i>) con aplicaciones biotecnológicas. Vigencia 2020-2021.	Finalizado
LABMA	Obtención de biomasa algal a partir de cepas aisladas de estanques productivos y aguas residuales para medir su potencialidad en la producción de biohidrógeno. Vigencia 2016-2018.	Finalizado
LABMA	Alternativas para la optimización del sistema lagunar de tratamiento de aguas residuales del AyA en Cañas, Guanacaste, mediante el análisis integrado del mismo y valoración de su potencial biotecnológico. Vigencia 2016-2019.	Finalizado
LABMA	Conducción de bioelectricidad en dos cepas de cianobacterias de la Algoteca (Laboratorio de Biotecnología de Microalgas, LABMA). Vigencia 2020.	Finalizado
LABMA	Estabilización de una colección de microalgas de un ecosistema acuático artificial y optimización de las condiciones de crecimiento de dichas algas para su posterior uso biotecnológico. Vigencia 2010-2011.	Finalizado

LABIOMIC	Análisis de flujos metabólicos como línea base para ingeniería metabólica de especies de microalgas productoras de aceite.	Vigente
LABIOMIC	Evaluación del potencial biofertilizante de la biomasa de especies de microalgas nativas de Costa Rica.	Vigente
LABIOMIC	Desarrollo de alimentos enriquecidos con biomasa de la cianobacteria <i>Arthrospira</i> (espirulina) que contengan compuestos bioactivos con beneficios potenciales para la salud humana	Vencido
LABIOMIC	Efecto de la mezcla sobre la productividad de la cianobacteria <i>Arthrospira platensis</i> (CEPA BP).	Vigente
LABIOMIC	Efecto de una cianobacteria nativa de Costa Rica, <i>Nostoc</i> sp. como biofertilizante en el crecimiento del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) y las características del suelo en condiciones de invernadero.	Vigente
LABIOMIC	Evaluación de la contaminación ambiental en los lagos Arenal y Santillal (Guanacaste) y su posible impacto en el riesgo de proliferación cianobacterias productoras de ciano-toxinas que afectan la salud humana en concordancia con el ods 6 de la agenda 2030"	Vigente
LABIOMIC	Evaluación de tres formulaciones a base de cianobacterias como biofertilizante en plántulas de café (<i>Coffea arabica</i>)	Vigente
LABIOMIC	Identificación molecular de microalgas y cianobacterias aisladas en Costa Rica	Vigente
LABIOMIC	Producción biológica de hidrógeno en sustrato de melaza de una microalga (<i>Chlorophyceae</i>) <i>Chlorella vulgaris</i> g-120	Vigente
LABIOMIC	Crecimiento de microalgas basadas en un fotobiorreactor vertical iluminado con leds de alta eficiencia.	Vigente
LABIOMIC	Cultivo y uso de la cianobacteria <i>Nostoc</i> sp como potencial biofertilizante y bioestimulante en un cultivo agrícola.	Vigente
LABIOMIC	Establecimiento de un protocolo para la transformación genética de microalgas verdes (<i>Chlorophyceae</i>)	Finalizado
LABIOMIC	Establecimiento de una colección de cepas de microalgas	Finalizado
LABIOMIC	Estudio preliminar sobre la capacidad de remoción de arsénico por <i>Chlorella</i> sp. y <i>Scenedesmus</i> sp. aisladas en Costa Rica	Finalizado

LABIOMIC	Optimización del crecimiento de la cianobacteria <i>Nostoc commune</i> con potencial efecto fitoestimulante.	Finalizado
LABIOMIC	Producción biológica de hidrógeno de una cepa heterotrófica facultativa <i>Chlorella vulgaris</i> en comparación con <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> (microalga mixotrófica).	Finalizado
LABIOMIC	Producción de biomasa microalgal para producción de aceite como eventual fuente energética y de combustible.	Finalizado
LABIOMIC	Selección de cepas de microalgas para la producción de aceite como fuente de biocombustible y otros productos derivados	Finalizado
LABIOMIC	Selección de una cepa de <i>Spirulina</i> sp. con alto contenido de ácido graso poliinsaturado gamma-linolenico (gla, c18:3) como un organismo potencialmente nutracéutico.	Finalizado
LABIOMIC	Análisis genético de microalgas y cianobacterias de Costa Rica	Finalizado
CIB	Análisis de flujos metabólicos como línea base para ingeniería metabólica de especies de microalgas productoras de aceite	Vigente
CIB	Evaluación del potencial biofertilizante de la biomasa de especies de microalgas nativas de Costa Rica	Vigente
CIB	Establecimiento de un Modelo de Transferctos de Investigación Contratada en el Cultivo de Mencia Tecnológica	Vigente

Laboratorio de Biotecnología de Microalgas (LABMA)

Laboratorio de Biotecnología de Microalgas y Cianobacterias (LABIOMIC)

Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR)

Centro de Investigación en Biotecnología (CIB)

DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta una recopilación de especies de microalgas y cianobacterias junto con los metabolitos secundarios que producen. Diversos estudios han demostrado que estos microorganismos poseen un potencial para diversas aplicaciones en la industria, especialmente en áreas como la salud, agricultura, medio ambiente y energía. Este amplio espectro de usos ha impulsado la investigación hacia metabolitos con propiedades antioxidantes, antitumorales y antiinflamatorios, lo cual está alineado con tendencias mundiales en medicina preventiva y desarrollo sostenible. Dentro de este panorama, destaca particularmente el área de la salud, que

concentra una proporción importante de los estudios revisados. Esto se relaciona con la creciente demanda de compuestos naturales con actividades bioactivas, consideradas alternativas terapéuticas seguras, de alto valor agregado y sostenibles (Budzianowska et al., 2025; Durdakova et al., 2024; Ribeiro-Filho et al., 2022). A continuación, se analiza su relevancia y aplicaciones en diversos campos del área biomédica.

Aplicaciones Terapéuticas de los Metabolitos de Cianobacterias y de Microalgas como Antitumorales

En el campo biomédico, la relevancia de los metabolitos producidos por estos microorganismos radica en su potencial terapéutico. Investigaciones recientes han documentado actividades antitumorales, antioxidantes y antiinflamatorias en metabolitos derivados de diversas especies, lo que los convierte en candidatos prometedores para el desarrollo de fármacos (García-Encinas et al., 2025). Esta tendencia no solo responde a la necesidad de nuevas alternativas frente a enfermedades crónicas y degenerativas, sino también a la búsqueda de moléculas con menos efectos secundarios y provenientes de fuentes renovables.

Desde el punto de vista farmacológico, las cianobacterias marinas han cobrado particular atención como una fuente prolífica de compuestos con actividad antitumoral, gracias a sus sistemas biosintéticos complejos que combinan enzimas como las policetido sintasas (PKS) y las péptido sintetasas no ribosomales (NRPS), que les permite producir metabolitos con estructuras químicas únicas y múltiples mecanismos de acción sobre células cancerígenas (Singh et al., 2022).

Uno de estos compuestos citotóxicos son los dolastatinos, de ellos la dolataina 10, que fue aislado de *Symploca sp.*, inhibe la polimerización de microtúbulos, lo que induce la apoptosis. Este compuesto sirvió como base estructural para desarrollar *brentuximab vedotin*, un conjugado anticuerpo-fármaco aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos, o FDA por sus siglas en inglés, para el tratamiento de linfomas de Hodgkin y de células T. Algunos de estos compuestos han avanzado incluso a ensayos clínicos en fases avanzadas y han sido aprobados por la FDA como parte de terapias antineoplásicas innovadoras. (Chen & Zhang, 2025; Kallifidas et al.,

2024). Otro agente que actúa sobre la estabilidad de los microtúbulos es la curacina A, obtenida de la especie *Lyngbya majuscula*. (Hassan et al., 2022).

Otro compuesto producido por cianobacterias cuyo mecanismo de acción es sobre la estabilidad de los microtúbulos, es la toxina criptoficina, producida por especies de *Nostoc*. Una forma de aumentar su actividad antitumoral ha sido uniéndola con el anticuerpo monoclonal Trastuzumab, el cual actúa sobre el receptor HER-2. (Bitsch et al., 2025; Dupré et al., 2023). Otros metabolitos con potente actividad antitumoral son las apratoxinas, de ellas la aprotoxina A, producida por la cianobacteria *Lyngbya majuscula*, la cual actúa contra las células tumorales, en parte inhibiendo la entrada de la proteína HER3 en la vía secretora y con ello se bloquea la vía JAK/STAT3, afectando la proliferación de células cancerosas, particularmente en líneas de cáncer pancreático, colorrectal y de cérvix. (Kazemi et al., 2021; Li et al., 2023; Luesch et al., 2025; Zeng et al., 2023).

Las microalgas también producen moléculas con potencial anticancerígeno, entre ellos la fucoxantina, la astaxantina y el carotenoide luteína. La fucoxantina es producida por diferentes algas, entre ellas las especies *Phaeodactylum tricornutum*, *Odontella aurita*, a través de la inhibición mitocondrial, además aumenta la actividad del medicamento anticáncer cisplatino. (Shangguan et al., 2025).

La astaxantina es producida por diferentes seres vivos, entre ellos la microalga *Haematococcus pluvialis*. Esta molécula ha mostrado una buena actividad tanto preventiva como antitumoral contra cáncer de mama, del sistema nervioso y del sistema digestivo; además, mejora la acción de diversos medicamentos de quimioterapia. (Copat et al., 2025). La luteína es producida por varias especies de microalgas, entre ellas *Scenedesmus almeriensis*; esta molécula actúa sobre la vía TGF- β /Smad2, reduciendo el crecimiento y movilidad de células cancerosas. (Jawad & Alghanmi, 2025; Raghul et al., 2024).

Metabolitos Secundarios de Cianobacterias y de Microalgas con Actividad Antiviral y Antimicrobianos

En un contexto de creciente resistencia antimicrobiana, las cianobacterias y las microalgas representan una fuente estratégica para el desarrollo de nuevos antibióticos y agentes antivirales. (Cock & Cheesman, 2023). Numerosos estudios han destacado el uso de metabolitos ciano bacterianos en la lucha contra patógenos resistentes a múltiples fármacos. Los péptidos cíclicos, lectinas y depsipéptidos derivados de cepas como *Lyngbya* sp., *Oscillatoria* sp., y *Nostoc* sp. han mostrado actividad significativa contra bacterias, hongos, protozoarios y virus, incluyendo cepas de VIH, herpes y citomegalovirus. (Bishoy et al., 2023; Cock & Cheesman, 2023).

Entre los metabolitos ciano bacterianos con actividad antiviral destaca cianovirina-N y la scitovirina. La cianovirina-N es producida por especies de *Nostoc* sp.. Es molécula es un tipo de lectina con alta afinidad por los residuos manosa de la glicoproteína gp120 del VIH, que inhibe la entrada del virus en las células huésped. Este compuesto ha sido considerado un candidato prometedor en microbicidas tópicos (Xavier et al., 2024; Yusupova et al., 2025). La scitovirina es producida por *Scytonema varium* y se ha encontrado que tiene actividad contra los virus VIH y el ébola. (Armario-Najera et al., 2022).

Otros metabolitos antivirales son los sulfolípidos, como los de la cianobacteria espirulina (*Arthrospira maxima*), los cuales mostraron una actividad mayor que el medicamento ribavirina (usado como medicamento de referencia en el estudio) contra el virus del Zika. (Cirne-Santos et al., 2024). Otras moléculas antivirales se encuentran en microalgas, entre ellas el ácido eicosapentaenoico (EPA) y los polisacáridos sulfatados; EPA es producido por especies de *Chlorella* sp. (Ilieva et al., 2024). Además de actividad antiviral, las microalgas también producen metabolitos contra las bacterias, como los polisacáridos sulfatados de la especie *Porphyridium cruentum*, los cuales mostraron tener actividad contra *Vibrio harveyi* y *Escherichia coli*. (Hernández-García et al., 2022),

Otra molécula con actividad antibacteriana es la astaxantina, producida por la microalga *Haematococcus pluvialis*, la cual presenta actividad antibacterial produciendo daño en la membrana celular. (Jeon et al., 2025). Sobre moléculas con actividad antifúngica se puede mencionar la hectochlorina, producida por la microalga *Lyngbya majuscula*, la cual ha mostrado actividad contra la levadura *Candida albicans*. (Tan & Salleh, 2024).

Metabolitos Secundarios de Cianobacterias y de Microalgas con Actividad Antioxidantes y Antiinflamatorios

Las ficobiliproteínas, especialmente ficocianina c producida por la cianobacteria *Arthrospira platensis* (*Spirulina platensis*) y carotenoides producidos por especies de microalgas como *Chlorophyta sp* y *Dunaliella salina* son moléculas que pueden capturar especies reactivas de oxígeno (ROS), contribuyendo a prevenir el daño oxidativo relacionado con enfermedades como diabetes, aterosclerosis y procesos neurodegenerativos como el Alzheimer. Además, se ha observado que la ficocianina puede inhibir la expresión de mediadores inflamatorios como COX-2, TNF- α e IL-6, posicionándola como agente antiinflamatorio natural. (Husain et al., 2024; Rodrigues et al., 2024). Otra molécula de gran relevancia que actúa a través de ROS es el glutatión. Una de las especies que producen esta molécula es *Dunaliella salina*. (Hassanpour, 2024).

Las microalgas *Chlorella vulgaris* y *Tetraselmis chuii* poseen una amplia variedad de fenoles, con actividad antioxidante que podría proteger contra enfermedades intestinales asociados al estrés oxidativo, así como también protección a nivel sistémico. (Paterson et al., 2024). Otra molécula necesaria como antioxidante es la vitamina E (tococromanol), la cual se ha identificado en las microalgas *Chlorella sorokiniana*, *Nannochloropsis limnetica* y *Tetraselmis suecica*. (Montoya-Arroyo et al., 2022).

Otro grupo importante son los aminoácidos tipo micosporina (MAAs), compuestos fotoprotectores que absorben radiación UV entre 310 y 360 nm, lo que les confiere aplicaciones cosméticas y terapéuticas en la protección de la piel y prevención del envejecimiento cutáneo.

Estas moléculas son producidas tanto por cianobacterias como *Anabaena variabilis* y microalgas como *Chlorella vulgaris*. Por lo anterior, se están desarrollando productos como un protector solar a partir de *C. vulgaris* y un protector solar a partir de *A. variabilis*. Además, han mostrado propiedades antiinflamatorias y antioxidantes *in vitro*. (Herrera et al., 2023; Suárez-Bernal, 2023; Urrea-Victoria et al., 2025).

Potencial de los metabolitos de cianobacterias y microalgas en nanotecnología farmacéutica

La biocompatibilidad, biodegradabilidad y estabilidad estructural de muchos metabolitos secundarios producidos por cianobacterias los posiciona como candidatos prometedores para aplicaciones en nanotecnología farmacéutica, particularmente en el diseño de sistemas avanzados de liberación de fármacos. Diversos estudios han demostrado que estos metabolitos pueden incorporarse en nanopartículas con el objetivo de mejorar la biodisponibilidad, selectividad y eficacia terapéutica de compuestos bioactivos en enfermedades crónicas y oncológicas. (Khan et al., 2024; Qamar et al., 2021).

Un ejemplo destacado es el uso de ficobiliproteínas, como la ficocianina y aloficocianina, que han sido exploradas como vehículos transportadores de fármacos debido a su alta solubilidad en agua, baja toxicidad y propiedades antioxidantes. Estas proteínas permiten la conjugación de fármacos anticancerígenos y su dirección hacia tejidos específicos, aprovechando su afinidad por receptores sobre expresados en células tumorales. Un ejemplo es la propuesta del uso de la ficocianina unida al ion manganeso y levamisol para el tratamiento de melanoma cutáneo, mediante la activación con ultrasonido que libera especies reactivas de oxígeno, lo que destruye las células tumorales, y el levamisol activa el sistema inmune, ayudando al cuerpo a reconocer y atacar el tumor. (Khalifa et al., 2021; Qian et al., 2025).

Además, estas moléculas se pueden utilizar para reducir los efectos secundarios de la quimioterapia. Se realizó un ensayo en ratones que estaban recibiendo el quimioterapéutico irinotecan, a los cuales se les administró las moléculas de la cianobacterias *A. platensis* como vehículo para transportar nanopartícula de quitosano cargadas con acetato de bornilo (una

sustancia antiinflamatoria); estas moléculas se acumularon en el intestino y redujeron la inflamación, el estrés oxidativo y protegieron la barrera intestinal de los daños producidos por el irinotecan, mostrando su potencial protector. (Chen et al., 2025).

Por otra parte, los metabolitos cianobacterianos también pueden cargarse en nanopartículas liposomales, poliméricas o a base de sílice, con el fin de proteger los principios activos frente a la degradación prematura y facilitar su liberación controlada en el sitio diana. Por ejemplo, las nanopartículas funcionalizadas con cianovirina-N han mostrado potencial en la inhibición de la entrada del VIH a células huésped y compuestos como los depsipéptidos derivados de *Lyngbya* sp. se han formulado con nanomateriales para potenciar su acción antimicrobiana y antitumoral. (Han et al., 2024; Singh et al., 2022).

Toxicidad, seguridad y retos regulatorios

Aunque muchas especies de cianobacterias producen compuestos tóxicos, como microcistinas, saxitoxinas, anatoxinas y nodularinas, es importante destacar que no todos los metabolitos cianobacterianos poseen una toxicidad significativa. De hecho, una gran proporción de los compuestos aislados ha demostrado perfiles de seguridad aceptables en ensayos preclínicos, especialmente cuando se purifican y se utilizan a dosis terapéuticas. (Qamar et al., 2021; Khalifa et al., 2021).

La caracterización toxicológica rigurosa es fundamental para la evaluación de riesgo-beneficio en aplicaciones médicas. Diversos estudios han demostrado que la toxicidad depende no solo del metabolito en sí, sino también de factores como la cepa productora, las condiciones de cultivo, la dosis administrada y la vía de exposición. Además, algunos metabolitos inicialmente considerados tóxicos han sido aprovechados terapéuticamente, como es el caso de dolastatina 10, un compuesto altamente citotóxico del cual se han derivado fármacos aprobados por la FDA en terapias anticancerígenas. (Cock & Cheesman, 2023; Singh et al., 2022).

Uno de los retos principales en el uso farmacéutico de metabolitos cianobacterianos es la variabilidad en la producción natural de estos compuestos, lo que dificulta su estandarización y escalabilidad industrial. Las condiciones ambientales, la fase de crecimiento del cultivo y la disponibilidad de nutrientes influyen directamente en la expresión de metabolitos secundarios. Por ello, es necesario desarrollar procesos de cultivo controlados, técnicas de purificación eficientes y métodos analíticos robustos para garantizar la reproducibilidad y seguridad del producto final. (Bishoyi et al., 2023).

En cuanto a los aspectos regulatorios, aunque existen ensayos clínicos en curso para algunos compuestos bioactivos de origen cianobacteriano, muchos de estos enfrentan obstáculos debido a la falta de marcos regulatorios específicos para productos derivados de microorganismos marinos, así como a la complejidad química de algunos metabolitos, lo cual dificulta su síntesis y estandarización. (Khalifa et al., 2021, Saad et al., 2020).

Biomoléculas y su aplicación biomédica y cosmética

La tabla 3 presenta una selección de biomoléculas derivadas de cianobacterias y microalgas organizadas según su aplicación biomédica o cosmética, así como su estructura química, lo cual permite visualizar de manera clara la gran diversidad química y funcional de los metabolitos producidos por estos microorganismos. (Robles-Bañuelos et al., 2022). En el ámbito antioxidante y antiinflamatorio se incluyen compuestos como los fenoles, ficocianina, polisacáridos extracelulares y vitamina E, los cuales han mostrado capacidad para neutralizar ROS, así como inhibir mediadores inflamatorios. Estos compuestos son valiosos tanto en enfermedades crónicas como en productos dermocosméticos. (Rigobello & Masini, 2021; Saad et al., 2020).

En cuanto a moléculas con actividad antitumoral, destacan varias como la dolastatina 10, la criptoficina y la apratoxina A, las cuales fueron aisladas de géneros como *Symploca sp* y *Lyngbya sp*. Estas biomoléculas, muchas de ellas complejas a nivel estructural, han servido como base para la síntesis de moléculas conjugadas anticuerpo-fármaco y representan un avance en quimioterapia dirigida. (Chen & Zhang, 2025; Kallifidas et al., 2024). Sobre las moléculas con

actividad antiviral, destacan las lectinas como la cianovirina-N y la microvirina, con afinidad por glicoproteínas virales, como VIH. (Mazur-Marzec et al., 2021).

Finalmente, se destacan biomoléculas como MAAs en foto protección, hidratación y prevención del envejecimiento cutáneo, lo cual ha motivado el desarrollo de formulaciones cosméticas naturales. (Saad et al., 2020, Suárez-Bernal, 2023). En conjunto, esta tabla evidencia que las cianobacterias y microalgas no solo representan una fuente de compuestos con funciones farmacológicas, sino que también pueden ser utilizadas como ingredientes también en la industria cosmética y alimenticia.

Uso de microalgas en cosmética y alimentación

Como se mencionó anteriormente en la sección de antioxidantes y antiinflamatorios, los aminoácidos tipo micosporina (MAAs, por sus siglas en inglés) son compuestos de bajo peso molecular con una elevada capacidad de absorción en el espectro ultravioleta (310–360 nm), lo que les confiere un papel fotoprotector crucial en ambientes expuestos a radiación solar intensa. Su uso se extiende a formulaciones cosméticas como protectores solares naturales, con actividades antioxidantes y antiinflamatorias adicionales. (Herrera et al., 2023; Suárez-Bernal; Urrea-Victoria et al., 2025).

Aprovechando estas propiedades y su riqueza en compuestos bioactivos como carotenoides, ácidos grasos esenciales y polisacáridos, el sector cosmético y de nutrición funcional también ha mostrado un crecimiento significativo en la incorporación de extractos de microalgas. Esta tendencia hacia ingredientes naturales y sostenibles responde al interés del consumidor por productos más saludables y que disminuyan el impacto sobre el medio ambiente (Durdakova et al., 2024; García-Encinas et al., 2025; Saad et al., 2020; Suárez-Bernal, 2023).

Especies de microalgas como *Chlorella vulgaris*, *Dunaliella salina* y *Haematococcus pluvialis* son ampliamente utilizadas en formulaciones para el cuidado de la piel. El extracto de *Haematococcus pluvialis*, rico en astaxantina, ha demostrado una alta capacidad antioxidante y fotoprotectora,

contribuyendo a la prevención del envejecimiento cutáneo inducido por la radiación ultravioleta. Asimismo, los polisacáridos de *Chlorella* sp. y *Arthrospira* sp. han mostrado efectos hidratantes, reparadores de la barrera cutánea y promotores de la síntesis de colágeno. (Cunha et al., 2022; D'Angelo et al., 2024; Havas et al., 2022; Poorniammal et al., 2025).

Otra especie con potencial para el cuidado de la piel es *Phaeodactylum tricornutum*. Las vesículas obtenidas de esta especie pueden ayudar a proteger y recuperar la piel del daño por estrés oxidativo y la radiación ultravioleta. (Xu et al., 2025). Otro problema que enfrenta la piel son las infecciones por bacterias multirresistentes a antibióticos, para este problema se ha encontrado que los extractos de cianobacterias encontradas en el Archipiélago de Cabo Verde han demostrado tener capacidad para tratar este tipo de infecciones cutáneas. (Morone et al., 2025).

En el sector alimentario, las cianobacterias y microalgas son valoradas como ingredientes funcionales por su alto contenido proteico (hasta un 60% en *Arthrospira* sp), así como por su perfil de aminoácidos esenciales y lípidos saludables, especialmente omega-3. Además, su capacidad de biosíntesis de pigmentos naturales (como ficocianina y β -caroteno) las convierte en aditivos alimentarios naturales con potencial antioxidante y colorante. (Durdakova et al., 2024; García-Encinas et al., 2025). En este sentido autores como González y Soler, (2024) han propuesto el enriquecimiento de la leche infantil con *Arthrospira* sp. y *Schizochytrium* sp. por tener altas concentraciones de DHA, fundamental para el desarrollo del cerebro y la vista, además funcionan como coadyuvantes del microbiota intestinal.

El aprovechamiento de las microalgas en estos sectores no solo responde a la demanda de productos naturales y sostenibles, sino que también representa una estrategia alineada con los principios de la economía circular y la biotecnología verde. No obstante, persisten desafíos relacionados con la estandarización de cultivos, la eficiencia de los procesos de extracción y la regulación sanitaria, los cuales deben ser abordados mediante investigación interdisciplinaria. (Sarker & Kaparaju, 2024).

Las microalgas en la agricultura y el medio ambiente

La tabla 2 presenta una recopilación de especies de microalgas que tienen beneficios para la agricultura y para el mejoramiento del medio ambiente. A continuación, se analizan las características de las cianobacterias y las microalgas que permiten su uso en estas áreas, así como las especies que se utilizan en diferentes procesos.

En el contexto ecológico, se ha observado que las cianobacterias también forman simbiosis beneficiosas con esponjas marinas, líquenes, macroalgas y otros organismos, contribuyendo a ciclos biogeoquímicos clave como la fijación de nitrógeno y carbono. Estas asociaciones también favorecen la producción de metabolitos defensivos especializados que ofrecen protección frente a predadores y estrés. (Mutalipassi et al., 2021).

Perspectivas en agricultura sostenible

Más allá del ámbito de la salud, la agricultura es otro sector estratégico para la aplicación de microalgas y cianobacterias, principalmente como biofertilizantes, bioestimulantes y agentes de control biológico. Estas aplicaciones permiten reducir la dependencia de agroquímicos, mejorar la calidad del suelo y promover una agricultura más sostenible, una tendencia alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Yapa et al., 2022). Este interés global también se refleja en Costa Rica, mediante proyectos como el cultivo de *Nostoc muscorum* como bioestimulante en plantas de lechuga bajo condiciones de invernadero, actualmente en desarrollo en LABIOMIC (ver Anexo 2). Esta iniciativa evidencia el compromiso nacional con tecnologías que favorecen la producción limpia.

Esta es una excelente alternativa al uso de fertilizantes, ya que contribuye al incremento de nutrientes en el suelo, mejorando la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio. Su uso reduce la dependencia de fertilizantes químicos, disminuyendo así el impacto ambiental derivado de la agricultura intensiva. Un estudio mostró que, en cultivo de tomate, utilizando abono con un 75% de microalgas, se aumentó el grosor del tallo, la altura y la cosecha en 0,63 Kg por planta; además,

aumentó significativamente el contenido de azúcares, proteínas, vitamina C y licopeno en los frutos, y redujo los niveles de nitrato. (Li et al., 2024).

De forma análoga al uso de *N. muscorum* como bioestimulantes en plantas de lechuga, las microalgas también se emplean como bio estimulantes que promueven la germinación de semillas, el desarrollo radicular y la resistencia a condiciones de estrés abiótico como la sequía, la salinidad y temperaturas extremas. Este efecto se atribuye a la presencia de fitohormonas naturales, aminoácidos y polisacáridos presentes en los extractos algales. Un estudio evaluó el efecto de los extractos de varias especies de microalgas como abono foliar en la fresa variedad 'Alba'; de ellas, la microalga *Coelastrella* sp. produjo un aumento de más del 25% en el rendimiento. Además, los frutos presentaron más del 10% de aumento en azúcares y metabolitos secundarios beneficiosos para la salud. (Cruz et al., 2023; Žunić et al., 2024).

Por otro lado, ciertas microalgas y cianobacterias poseen propiedades antimicrobianas y alelopáticas, por ello se pueden utilizar para el control biológico de patógenos del suelo, hongos fitopatógenos y nemátodos. Esto permite reducir el uso de pesticidas químicos, lo cual es crucial para prácticas agrícolas más limpias y sostenibles. Un estudio mostró que muchas de las 59 especies de microalgas evaluadas para actividad antifúngica contra ocho patógenos del suelo inhibieron de forma significativa su crecimiento, siendo la especie *Desmodesmus subspicatus* la que tuvo mayor actividad antifúngica. (Eckstien et al., 2024).

Impacto ambiental y servicios ecosistémicos

Desde una perspectiva ambiental, las microalgas también han demostrado una alta eficacia en procesos de biorremediación. Uno de los contaminantes dañinos en el medio ambiente, son los derrames de petróleo, los cuales dañan los ecosistemas acuáticos, una solución es su remoción mediante algas, siendo la especie *Chlorella vulgaris* una de las mejores opciones para este fin. (Abbas et al., 2025). Estas algas también son capaces de eliminar los metales pesados. Actualmente se desarrollan diferentes procedimientos para este fin, entre ellos el uso de

microalgas combinado con un campo eléctrico demostró la eliminación de un 85.5% de cobre, un 97.7% de zinc y un 99.1% de cadmio. (Tian et al., 2025)

De la misma forma, las microalgas son capaces de eliminar los restos de antibióticos, los cuales son una de las fuentes de resistencia a antibióticos, un problema de salud pública. (Zachee et al., 2025). Otro problema para la salud humana son los microplásticos, los cuales también se pueden remover utilizando estos organismos fotosintéticos. Un estudio realizado por Hadiyanto et al. (2025), muestran como el uso de la microalga *Chlorella vulgaris* junto con el hongo *Aspergillus niger* pueden eliminar hasta un 55.7% de polipropileno y un 95% de tereftaleno de polietileno.

Contribuciones al medio ambiente y a la economía circular

En este mismo contexto, la captura de carbono se configura como otra línea estratégica, gracias a que las microalgas fijan CO₂ atmosférico, cuya biomasa puede transformarse en biocombustibles y de esta forma cerrar el ciclo de la energía en una bioeconomía circular (United Nations, s.f.). Laboratorios costarricenses como LABMA y LABIOMIC avanzan en la remoción de arsénico y en el uso de medios de cultivo alternativos, reforzando el vínculo entre biorremediación y desarrollo sostenible (ver Anexo 2). Estas iniciativas alinean el tratamiento de aguas residuales y el aprovechamiento de nutrientes con los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con agua limpia y acción climática.

La valorización de residuos biológicos también refleja esta filosofía circular. En el tratamiento de purines de cerdo, las microalgas superan la alta turbidez mediante pretratamientos foto-Fenton solares, mejorando su crecimiento y eficacia en la remoción de contaminantes orgánicos (Ferreira et al., 2025). Respecto a residuos humanos, *Scenedesmus obliquus* se emplea para recuperar nutrientes de la orina, cerrando flujos de nitrógeno y fósforo y reduciendo la contaminación (Nagle et al., 2025).

Finalmente, la integración de microalgas en sistemas de captura de CO₂ mediante membranas de polisulfona recubiertas con anhidrasa carbónica y en la producción de biobutanol a través de

cepas genéticamente mejoradas abre camino a una sinergia entre mitigación climática y transición energética (Kossalbayev et al., 2025; Wang et al., 2025). Además de la producción de biocombustibles como el bioetanol, otra línea prometedora es la producción de biohidrógeno. El interés por este campo responde al desafío global de diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de combustibles fósiles, en línea con los compromisos internacionales de mitigación del cambio climático (Loyte et al., 2024). En conjunto, estas aplicaciones evidencian el papel clave de las microalgas como motor de servicios ecosistémicos y de una economía circular respetuosa con el medio ambiente.

Estudios Realizados en Costa Rica

A pesar de que la mayoría de los estudios sobre metabolitos de cianobacterias y microalgas se han realizado en Estados Unidos de América, países asiáticos y europeos, los proyectos desarrollados en Costa Rica demuestran una alineación con las tendencias internacionales. Las investigaciones realizadas en los centros de investigación en las universidades estatales, a saber: la Universidad Nacional (UNA) a través de Labma, Universidad de Costa Rica a través del laboratorio de Biotecnología de Microalgas y Cianobacterias (LABIOMIC) del Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), y el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) a través del Laboratorio de Microalgas del Centro de Investigación en Biotecnología (CIB), se enfocan en áreas estratégicas como la producción de compuestos bioactivos con aplicaciones terapéuticas, como la ficocianina y el lípido EPA, biofertilizantes, biorremediación y generación de bioenergía. (ver tablas de 4-8). Estos temas coinciden con las líneas globales de investigación, como lo evidencian trabajos recientes en India, China y Brasil. (Rumin et al., 2020; Yuan et al., 2022).

En la tabla 4 se identifican las especies que han sido objeto de estudio durante las últimas décadas en los centros de investigación costarricenses. Un alto porcentaje de ellas proviene de diversos ambientes acuáticos del territorio nacional, lo cual demuestra el aprovechamiento de la biodiversidad local. Muchas de estas especies han mostrado potencial para aplicaciones tanto en

el ámbito de la salud como en el ambiental, incluyendo la eliminación de contaminantes, la producción de biomoléculas con actividad antioxidante y su uso como bio estimulantes agrícolas.

En la tabla 5 se presentan los proyectos de investigación desarrollados en dichos laboratorios y en los anexos 1-3, las tesis y artículos derivados de estas investigaciones. (CIB, s.f.; CIMAR, s.f.; LABMA, s.f.; Vega et al., 2024). Como se evidencia en este conjunto de tablas, Costa Rica cuenta con un sistema académico y diversos estudios en el estudio de microalgas y cianobacterias, con líneas de investigación que van desde la biotecnología básica hasta aproximaciones con potencial industrial. Los temas que se han priorizado son bioenergía, biofertilizantes, remediación ambiental y producción de compuestos de valor comercial, lo cual se alinea con las prioridades internacionales en biotecnología azul y verde.

Sobre el tema de bioenergía, específicamente la producción de hidrógeno a partir de microalgas, la producción de este combustible en el ámbito internacional aún se encuentra en fases experimentales o piloto, debido a retos técnicos y económicos como la baja eficiencia de conversión, la sensibilidad de las enzimas hidrogenasa al oxígeno y los altos costos operativos de los fotobiorreactores. (Loyte et al., 2024). En este contexto, Costa Rica no está rezagada respecto a estas iniciativas globales, ya que se están realizando diversas investigaciones en este campo, un ejemplo es el proyecto “Producción biológica de hidrógeno en sustrato de melaza de una microalga (*Chlorophyceae*) *Chlorella vulgaris* g-120” que actualmente se lleva a cabo en LABIOMIC, UCR. (Vicerrectoría de Investigación, UCR, sf.).

Sin embargo, en otras áreas, principalmente relacionadas con salud, otros países han alcanzado niveles avanzados de caracterización molecular, ensayos preclínicos y clínicos, así como el desarrollo de formulaciones (incluyendo productos cosméticos, nutraceuticos y nano fármacos con aprobaciones regulatorias iniciales); por ejemplo, ya existen moléculas con potencial anticancerígeno que se encuentran en fase clínica de evaluación, como la astaxantina y la dolastatina 10. Otras moléculas que se encuentran en ensayos clínicos son la critoficina 52, para tratar trastornos neurológicos como esquizofrenia y desórdenes metabólicos como la

hipertensión, el polisacárido fitoalexina para tratar la diabetes tipo 2, o la anatoxina-a para tratar esclerosis lateral amiotrófica (ELA), entre otros. (Khalifa, et al., 2021; Masoumi et al., 2025).

Sobre el estudio de biomoléculas aplicadas al área de la salud, la investigación nacional se encuentra en fases iniciales. En este sentido se pueden mencionar las investigaciones “Selección de una cepa de *Spirulina* sp. con alto contenido de ácido graso poliinsaturado gamma-linolenico (gla, c18:3) como un organismo potencialmente nutraceutico”, finalizada en LABIOMIC, y el proyecto “Desarrollo de alimentos enriquecidos con biomasa de la cianobacteria *Arthrospira* (espirulina) que contengan compuestos bioactivos con beneficios potenciales para la salud humana” proyecto actualmente en desarrollo en el mismo laboratorio.

Por otra parte, en el campo de la remoción de contaminantes como metales pesados (Silva-Benavides et al., 2025), se han obtenido resultados prometedores mediante el uso de cepas nativas. Sin embargo, estos estudios aún carecen de estudios comparativos rigurosos frente a cepas internacionales y optimizadas para esos fines. Esto plantea la necesidad de ampliar el análisis funcional entre especies locales y extranjeras, así como de fortalecer la evaluación toxicológica, el escalamiento biotecnológico y la estandarización de la producción de biomasa.

Un análisis de las Tablas 4 a 8 permite también identificar que las líneas de investigación en Costa Rica se concentran mayoritariamente en pigmentos, biofertilizantes y producción de hidrógeno, con escasa diversificación hacia sectores de alto valor como la nanotecnología, la cosmética o la inmunoterapia, áreas que sí están siendo desarrolladas en Estados Unidos de América, Asia y Europa. (Rumin et al., 2020). Asimismo, no se ha abordado el aprovechamiento en enfermedades crónicas humanas.

Por lo tanto, se hace necesaria una articulación entre los centros académicos, el sector productivo y las entidades reguladoras, con el fin de transformar el conocimiento generado en soluciones biotecnológicas concretas. El potencial científico y biológico en Costa Rica existe, pero su adecuado aprovechamiento dependerá del fortalecimiento institucional, de la inversión en infraestructura para la investigación avanzada y del establecimiento de políticas públicas que

favorezcan tanto la innovación como el desarrollo de productos de origen microalgas y cianobacterias en el país y en la región.

Implicaciones y retos para la implementación

Al comparar las aplicaciones reportadas, se observa una asimetría en el desarrollo tecnológico entre sectores. En el ámbito farmacéutico, metabolitos como dolastatina 10, curacina A y astaxantina han alcanzado fases clínicas e incluso aprobaciones regulatorias, lo que demuestra un progreso significativo (Donoso et al., 2021; Singh, 2022; Vujović et al., 2025). En contraste, áreas como la agricultura y la biorremediación se encuentran en etapas experimentales, con escasas experiencias de escalamiento industrial. Este desequilibrio indica que, aunque el potencial es reconocido, la conversión en productos viables sigue siendo limitada.

En cuanto al contexto nacional, Costa Rica muestra avances en líneas como biofertilizantes, pigmentos y bioenergía (ver Tabla 5), lo que la alinea con tendencias globales (Rumin et al., 2020; Yuan et al., 2022). No obstante, persisten desafíos en campos emergentes de alto valor como nanotecnología farmacéutica y cosmética avanzada, donde otros países han establecido protocolos y normativas específicas. Para cerrar esta brecha, se requiere fortalecer la infraestructura para bioprocesos, estudios toxicológicos y ensayos preclínicos, de manera que la investigación se traduzca en soluciones competitivas y seguras.

Además, el impacto real de estas aplicaciones dependerá de resolver retos clave: estandarización de cultivos, escalabilidad industrial y regulación específica. Sin estos elementos, el conocimiento permanecerá restringido al ámbito académico, sin materializarse en innovaciones de mercado (Ferreira et al., 2025; Hosseinkhani et al., 2022; Mittal & Ranade, 2023). Por último, la versatilidad funcional de estos microorganismos —capaces de actuar como antioxidantes, antivirales, bioestimulantes y agentes de biorremediación— abre la posibilidad de modelos integrados de aprovechamiento, donde converjan salud, agricultura y sostenibilidad ambiental. Este enfoque integral, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, debe orientar las agendas de

investigación y desarrollo en Costa Rica, consolidando un camino hacia la innovación con impacto social, económico y ambiental.

CONCLUSIONES

Las microalgas y cianobacterias presentan un enorme potencial para aplicaciones sostenibles en medicina, agricultura, medio ambiente y otras industrias, gracias a su diversidad metabólica y adaptabilidad ecológica. Los metabolitos secundarios producidos por estos organismos, como ficobiliproteínas, polisacáridos sulfatados y carotenoides, ofrecen propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antivirales de interés farmacéutico y ecológico.

En la agricultura, su uso como bio fertilizantes, bio estimulantes y agentes de bio control representa una alternativa ecológica y eficaz frente a productos químicos convencionales, promoviendo la sostenibilidad de los sistemas productivos. En el ámbito ambiental, destacan por su capacidad de biorremediación, especialmente en la eliminación de metales pesados, nutrientes en exceso y contaminantes orgánicos en aguas residuales, lo que las convierte en aliadas para el saneamiento hídrico. Pese a su gran potencial, se requiere mayor investigación aplicada y regulaciones específicas para garantizar su uso seguro, eficiente y económicamente viable a gran escala, tanto en el contexto local como internacional.

Esta revisión constituye un aporte al conocimiento científico y técnico sobre microalgas y cianobacterias, al integrar información que hasta ahora se encontraba fragmentada en diversas disciplinas. La síntesis aquí presentada permite visualizar de forma clara su potencial multifuncional, vinculando los avances científicos internacionales con la investigación desarrollada en Costa Rica.

En el caso de Costa Rica, se evidencia un ecosistema académico que ha iniciado trabajo en bioprospección, cultivo, caracterización y aplicación de especies nativas. Sin embargo, estas iniciativas se encuentran en etapas exploratorias o de validación, lo que indica la necesidad de fortalecer capacidades de escalamiento y transferencia tecnológica.

Finalmente, se recomienda seguir impulsando la investigación orientada al desarrollo de bio insumos agrícolas y sistemas de bio remediación, así como el desarrollo de fármacos naturales y cosméticos verdes adaptados al contexto centroamericano, dando prioridad a la sostenibilidad, la seguridad sanitaria y la economía circular como ejes de implementación.

REFERENCIAS

- Abbas, M., Ni, L., & Du, C. (2025). Using PyCaret to model *Chlorella vulgaris*'s growth response to salinity and oil contamination for crude oil bioremediation. *Environmental Technology*, 46(7), 977-990. <https://doi.org/10.1080/09593330.2024.2374027>
- Armario-Najera, V., Blanco-Perera, A., Shenoy, S. R., Sun, Y., Marfil, S., Muñoz-Basagoiti, J., ... & Christou, P. (2022). Physicochemical characterization of the recombinant lectin scytovirin and microbicidal activity of the SD1 domain produced in rice against HIV-1. *Plant Cell Reports*, 41(4), 1013-1023. <https://doi.org/10.1007/s00299-022-02834-5>
- Bishoyi, A. K., Sahoo, C. R., & Padhy, R. N. (2023). Recent progression of cyanobacteria and their pharmaceutical utility: an update. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 41(9), 4219-4252. <https://doi.org/10.1080/07391102.2022.2062051>
- Budzianowska, A., Banaś, K., Budzianowski, J., & Kikowska, M. (2025). Antioxidants to defend healthy and youthful skin—current trends and future directions in cosmetology. *Applied Sciences*, 15(5), 2571. 15(5), 1-63. <https://doi.org/10.3390/app15052571>
- CIB s.f. <https://www.tec.ac.cr/microalgas>
- Bitsch, P., Dessin, C., Bitsch, S., Voss, J., Becker, J., Sharma, P., ... & Kolmar, H. (2025). Evaluation of Potency and Specificity of Cryptophycin-Loaded Antibody-Drug Conjugates. *ChemBioChem*, 26(2), e202400738. <https://doi.org/10.1002/cbic.202400738>
- Chen, J., Wang, B., Shen, L., & Huang, Y. (2025). Microalgae-carrying nanomedicine for bioadhesive drug delivery for treating chemotherapy-induced intestinal injury treatment. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 20(2), 101024. <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2025.101024>

- Chen, W., & Zhang, Z. (2025). Recent Advances in Understanding the Clinical Responses of Brentuximab Vedotin in Lymphoma and the Correlation with CD30 Expression. *OncoTargets and Therapy*, 1-14. <https://doi.org/10.2147/OTT.S487088>
- CIB, s.f. <https://www.tec.ac.cr/microalgas>
- Cirne-Santos, C. C., Barros, C. S., da Silva, A. C. R., Kurpan, D., Oliveira, W. D. S. C., Vasconcellos, B. M., ... & do Valle, A. F. (2024). Arthrospira maxima extract prevents and cures Zika virus infection: in vitro analysis with VERO cells. *Algal Research*, 79, 103479. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103479>
- Cichoński, J., & Chrzanowski, G. (2022). Microalgae as a source of valuable phenolic compounds and carotenoids. *Molecules*, 27(24), 8852. <https://doi.org/10.3390/molecules27248852>
- Cock, I. E., & Cheesman, M. J. (2023). A review of the antimicrobial properties of cyanobacterial natural products. *Molecules*, 28(20), 7127. <https://doi.org/10.3390/molecules28207127>
- Copat, C., Favara, C., Tomasello, M. F., Sica, C., Grasso, A., Dominguez, H. G., ... & Ferrante, M. (2025). Astaxanthin in cancer therapy and prevention. *Biomedical Reports*, 22(4), 1-9. <https://doi.org/10.3892/br.2025.1944>
- Cruz, C. G., da Rosa, A. P. C., & Costa, J. A. V. (2023). Identification of the phytohormones indole-3-acetic acid and trans-zeatin in microalgae. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 98(4), 1048-1056. <https://doi.org/10.1002/jctb.7312>
- Cunha, S. A., Coscueta, E. R., Nova, P., Silva, J. L., & Pintado, M. M. (2022). Bioactive hydrolysates from Chlorella vulgaris: Optimal process and bioactive properties. *Molecules*, 27(8), 2505. <https://doi.org/10.3390/molecules27082505>
- D'Angelo Costa, G. M., & Maia Campos, P. M. B. G. (2024). Development of cosmetic formulations containing olive extract and Spirulina sp.: Stability and clinical efficacy studies. *Cosmetics*, 11(3), 68. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11030068>

- da Gama, R. C. N., de Siqueira Castro, J., Marangon, B. B., de Jesus Junior, M. M., Ribeiro, V. J., da Silva, J., & Calijuri, M. L. (2025). Microalgae bioinputs as disruptive technology for a sustainable agriculture: a systematic and bibliometric review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 13(2),116034. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.116034>
- Donoso, A., González-Durán, J., Muñoz, A. A., González, P. A., & Agurto-Muñoz, C. (2021). Therapeutic uses of natural astaxanthin: An evidence-based review focused on human clinical trials. *Pharmacological Research*, 166, 105479. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2021.105479>
- Dupré, C., Hammouda, M. B., Legrand, J., Grizeau, D., Ploux, O., Méjean, A., ... & Michel, S. (2023, October). An ecofriendly process to produce secondary metabolites from Nostoc species; application to the biosynthesis of Cryptophycine within photobioreactors. In *Microbres 2023-18è Congrès National de La SFM*. Revisado en <https://u-paris.hal.science/hal-04237134/>
- Durdakova, M., Kolackova, M., Ridoskova, A., Cernei, N., Pavelicova, K., Urbis, P., ... & Huska, D. (2024). Exploring the potential nutritional benefits of Arthrospira maxima and Chlorella vulgaris: A focus on vitamin B12, amino acids, and micronutrients. *Food Chemistry*, 452, 139434 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139434>
- Eckstien, D., Maximov, N., Margolis, N., & Raanan, H. (2024). Towards sustainable biocontrol: inhibition of soil borne fungi by microalgae from harsh environments. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1433765. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1433765>
- Ferreira, A., Belachqer-El Attar, S., Villaró-Cos, S., Ciardi, M., Soriano-Molina, P., López, J. L. C., ... & Gouveia, L. (2025). Piggery wastewater treatment by solar photo-Fenton coupled with microalgae production. *Water Research*, 271, 122869. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122869>

- García-Encinas, J. P., Ruiz-Cruz, S., Juárez, J., Ornelas-Paz, J. D. J., Del Toro-Sánchez, C. L., & Márquez-Ríos, E. (2025). Proteins from Microalgae: Nutritional, Functional and Bioactive Properties. *Foods*, 14(6), 921. <https://doi.org/10.3390/foods14060921>
- González, C., & Soler, A. (2024). Infant Nutrition: Breast milk substitutes and gut-brain axis improved by microalgae. *Functional Food Science-Online* ISSN: 2767-3146, 4(12), 479-494. <https://doi.org/10.31989/ffs.v4i12.1447>
- Hadiyanto, H., Joelyna, F. A., Khoironi, A., Sudarno, S., Safaat, J. A., Pratama, W. D., & Nur, M. M. A. (2025). Harnessing Chlorella vulgaris-Aspergillus niger Interactions for Effective Microplastic Removal in Aquatic Ecosystems. *Waste and Biomass Valorization*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s12649-025-03062-0>
- Hassanpour, H. (2024). ROS regulation in Dunaliella salina by fulvic acid: induction of enzymes related to the ascorbate–glutathione pathway and antioxidant metabolites. *Journal of Applied Phycology*, 36(6), 3231-3241. <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03346-3>
- Ilieva, Y., Zaharieva, M. M., Kroumov, A. D., & Najdenski, H. (2024). Antimicrobial and Ecological Potential of Chlorellaceae and Scenedesmaceae with a Focus on Wastewater Treatment and Industry. *Fermentation*, 10(7), 341. <https://doi.org/10.3390/fermentation10070341>
- Jawad, H., & Alghanmi, H. (2025). Influence of Two Nutritional Factors (Nitrate and Phosphate) on the Lutein Composition of Coelastrella saipanensis Alga and Estimation of Its Antioxidant Property. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 29(1), 1933-1944. https://ejabf.journals.ekb.eg/article_410916_55c7d8336c2220a73a069a0711bc84b1.pdf
- Jeon, Y. N., Ryu, S. J., Sathiyaseelan, A., & Baek, J. S. (2025). Bioactive Molecules of Microalgae Haematococcus pluvialis–Mediated Synthesized Silver Nanoparticles: Antioxidant, Antimicrobial, Antibiofilm, Hemolysis Assay, and Anticancer. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 2025(1), 8876478. <https://doi.org/10.1155/bca/8876478>

- Hassan, S., Meenatchi, R., Pachillu, K., Bansal, S., Brindangnanam, P., Arockiaraj, J., ... & Selvin, J. (2022). Identification and characterization of the novel bioactive compounds from microalgae and cyanobacteria for pharmaceutical and nutraceutical applications. *Journal of Basic Microbiology*, 62(9), 999-1029. <https://doi.org/10.1002/jobm.202100477>
- Havas, F., Krispin, S., Cohen, M., Loing, E., Farge, M., Suere, T., & Attia-Vigneau, J. (2022). A Dunaliella salina extract counteracts skin aging under intense solar irradiation thanks to its antiglycation and anti-inflammatory properties. *Marine Drugs*, 20(2), 104. <https://doi.org/10.3390/md20020104>
- Hernández-García. (2022). *Actividad del exopolisacárido sulfatado producido por la microalga Porphyridium cruentum sobre las bacterias Vibrio harveyi y Escherichia coli* [Tesis de maestría], (CICESE, Mexico]. Recuperado junio 2025, de https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3777/1/tesis_Ramiro%20Hern%C3%A1ndez%20Garc%C3%ADa_09%20oct%202022.pdf
- Herrera, J. S., Casas, L., & Naranjo, K. (2023). Producción de protector solar a partir de Chlorella vulgaris. *Ingeniería e Innovación*, 11(1). Recuperado junio 2025, de https://www.researchgate.net/profile/Juan-Andres-Sandoval/publication/374053668_Produccion_de_protector_solar_a_partir_de_Chlorella_vulgaris/links/651b741f3ab6cb4ec6b726b3/Produccion-de-protector-solar-a-partir-de-Chlorella-vulgaris.pdf
- Hosseinkhani, N., McCauley, J. I., & Ralph, P. J. (2022). Key challenges for the commercial expansion of ingredients from algae into human food products. *Algal Research*, 64, 102696. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102696>
- Husain, A., Khanam, A., Alouffi, S., Shahab, U., Alharazi, T., Maarfi, F., ... & Ahmad, S. (2024). C-phycocyanin from cyanobacteria: a therapeutic journey from antioxidant defence to diabetes management and beyond. *Phytochemistry Reviews*, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11101-024-10045-x>

- Kazemi, S., Kawaguchi, S., Badr, C. E., Mattos, D. R., Ruiz-Saenz, A., Serrill, J. D., ... & Ishmael, J. E. (2021). Targeting of HER/ErbB family proteins using broad spectrum Sec61 inhibitors coibamide A and apratoxin A. *Biochemical pharmacology*, 183, 114317. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114317>
- Khalifa, S. A., Shedid, E. S., Saied, E. M., Jassbi, A. R., Jamebozorgi, F. H., Rateb, M. E., ... & El-Seedi, H. R. (2021). Cyanobacteria—From the oceans to the potential biotechnological and biomedical applications. *Marine Drugs*, 19(5), 241. <https://doi.org/10.3390/md19050241>
- Kallifidas, D., Dhakal, D., Chen, M., Chen, Q. Y., Kokkaliari, S., Colon Rosa, N. A., ... & Luesch, H. (2024). Biosynthesis of Dolastatin 10 in marine cyanobacteria, a prototype for multiple approved cancer drugs. *Organic letters*, 26(7), 1321-1325. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.3c04083>.
- Khan, F., Akhlaq, A., Rasool, M. H., & Srinuanpan, S. (2024). *Cyanobacterial Bioactive Compounds: Synthesis, Extraction, and Applications. In Pharmaceutical and Nutraceutical Potential of Cyanobacteria* (pp. 215-243). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45523-0_9
- Kossalbayev, B. D., Kakimova, A. B., Sadvakasova, A. K., Bauenova, M. O., Balouch, H., Lyaguta, M. A., ... & Allahverdiev, S. I. (2025). Strategies for genetic modification of microalgae to improve the production efficiency of liquid biofuel. *International Journal of Hydrogen Energy*, 100, 1301-1314. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.12.306>
- LABIOMIC, s.f. <https://cimar.ucr.ac.cr/modulos-laboratorios-y-areas-de-investigacion-del-cimar/microalgas/>
- LABMA, s.f. <https://www.biologia.una.ac.cr/index.php/laboratorios/labma>
- Li, Z., Zhu, X., Wu, Z., Sun, T., & Tong, Y. (2023). Recent advances in cyanotoxin synthesis and applications: a comprehensive review. *Microorganisms*, 11(11), 2636. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112636>

- Li, C., Liang, Y., Miao, Q., Ji, X., Duan, P., & Quan, D. (2024). The Influence of Microalgae Fertilizer on Soil Water Conservation and Soil Improvement: Yield and Quality of Potted Tomatoes. *Agronomy*, 14(9), 2102. <https://doi.org/10.3390/agronomy14092102>
- Loyte, A., Suryawanshi, J., Bellala, S. S. K., Marode, R. V., & Devarajan, Y. (2024). Current status and obstacles in the sustainable synthesis of biohydrogen from microalgal species. *Results in Engineering*, 24, 103455. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103455>
- Luesch, H., Ellis, E. K., Chen, Q. Y., & Ratnayake, R. (2025). Progress in the discovery and development of anticancer agents from marine cyanobacteria. *Natural Product Reports*. 42(2): 208-56. <https://doi.org/10.1039/d4np00019f>
- Masoumi, S., Zokaei, M., Ahmadvand, A., Ghalamkarpour, N., Asadimanesh, N., Azarimatin, A., ... & Nabi-Afjadi, M. (2025). Microalgae: A Treasure Trove of Anticancer Nutraceuticals and Promising Therapeutic Mechanisms. *Advanced Biomedical Research*, 14(1), 5. https://doi.org/10.4103/abr.abr_101_24
- Matsuo, T., Ito-Miwa, K., Hoshino, Y., Fujii, Y. I., Kanno, S., Fujimoto, K. J., & Miyashita, H. (2025). Archaeal green-light environments drove the evolution of cyanobacteria's light-harvesting system. *Nature Ecology & Evolution*, 9, 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41559-025-02637-3>
- Mazur-Marzec, H., Cegłowska, M., Konkelt, R., & Pyrc, K. (2021). Antiviral cyanometabolites—A review. *Biomolecules*, 11(3), 474. <https://doi.org/10.3390/biom11030474>
- Mittal, R., & Ranade, V. (2023). Bioactives from microalgae: A review on process intensification using hydrodynamic cavitation. *Journal of Applied Phycology*, 35(3), 1129-1161. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-02945-w>
- Montoya-Arroyo, A., Lehnert, K., Muñoz-González, A., Schmid-Staiger, U., Vetter, W., & Frank, J. (2022). Tocochromanol profiles in *Chlorella sorokiniana*, *Nannochloropsis limnetica* and *Tetraselmis suecica* confirm the presence of 11'- α -tocomonoenol in cultured microalgae

independently of species and origin. *Foods*, 11(3), 396.
<https://doi.org/10.3390/foods11030396>

Morone, J., Hentschke, G. S., Oliveira, I. B., Vasconcelos, V., Martins, R., & Lopes, G. (2025). Secondary metabolites of cyanobacteria from Cape Verde Archipelago act as NO donors with potential application in dermatology and cosmetics. *Algal Research*, 86, 103952.
<https://doi.org/10.1016/j.algal.2025.103952>

Mutalipassi, M., Riccio, G., Mazzella, V., Galasso, C., Somma, E., Chiarore, A., ... & Zupo, V. (2021). Symbioses of cyanobacteria in marine environments: Ecological insights and biotechnological perspectives. *Marine Drugs*, 19(4), 227.
<https://doi.org/10.3390/md19040227>

Nagle, A., Bhadra, S., Nayak, S., Patel, A., & Sevda, S. (2025). Optimizing Scenedesmus obliquus Cultivation for Enhanced Nutrient Recovery from Human Urine in a Circular Economy Framework. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 29(2), 04025005.
<https://doi.org/10.1061/JHTRBP.HZENG-1388>

Osathanunkul, M., Thanaporn, S., Karapetsi, L., Nteve, G. M., Pratsinakis, E., Stefanidou, E., ... & Madesis, P. (2025). Diversity of Bioactive Compounds in Microalgae: Key Classes and Functional Applications. *Marine Drugs*, 23(6), 222. <https://doi.org/10.3390/md23060222>

Paterson, S., Majchrzak, M., Alexandru, D., Di Bella, S., Fernández-Tomé, S., Arranz, E., ... & Hernández-Ledesma, B. (2024). Impact of the biomass pretreatment and simulated gastrointestinal digestion on the digestibility and antioxidant activity of microalgae *Chlorella vulgaris* and *Tetraselmis chuii*. *Food Chemistry*, 453, 139686.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139686>

Poorniammal, R., Prabhu, S., Jernisha, J., & Dufossé, L. (2025). Microbial Pigments in Cosmetics and Personal Care. *Microbial Colorants: Chemistry, Biosynthesis and Applications*, 367-384.
<https://doi.org/10.1002/9781394287888.ch16>

- Qamar, H., Hussain, K., Soni, A., Khan, A., Hussain, T., & Chénais, B. (2021). Cyanobacteria as natural therapeutics and pharmaceutical potential: Role in antitumor activity and as nanovectors. *Molecules*, 26(1), 247. <https://doi.org/10.3390/molecules26010247>
- Qian, C., Wang, H., Bi, J., Zheng, X., Li, R., Luo, H., ... & Cao, J. (2025). A biomimetic manganese-phycoerythrin nanodrug-carrying system and its sonodynamic-immunological anti-tumor therapy. *International Journal of Pharmaceutics*, 677, 125626. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2025.125626>
- Raghul, E. I., & Aravindan, K. (2024). Chemotherapeutic Effect of Lutein on TGF β /Smad2 Signalling Molecules Gene Expression in Oral Cancer Cells. In *Recent Developments in Microbiology, Biotechnology and Pharmaceutical Sciences* (pp. 22-24). CRC Press. Recuperado junio 2025, de <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003618140-7/chemotherapeutic-effect-lutein-tgf%CE%B2-smad2-signalling-molecules-gene-expression-oral-cancer-cells-raghul-aravindan>
- Rigobello-Masini, M., & Masini, J. C. (2021). Metabolites with beneficial bioactivities and factors affecting their productivity in microalgae and cyanobacteria. *Exploratory Biotechnology Research*, 1(1), 1-21. <https://dx.doi.org/10.47204/EBR.1.1.2021.1-21>
- Robles-Bañuelos, B., Durán-Riveroll, L. M., Rangel-López, E., Pérez-López, H. I., & González-Maya, L. (2022). Marine cyanobacteria as sources of lead anticancer compounds: a review of families of metabolites with cytotoxic, antiproliferative, and antineoplastic effects. *Molecules*, 27(15), 4814. <https://doi.org/10.3390/molecules27154814>
- Rodrigues, F., Reis, M., Ferreira, L., Grosso, C., Ferraz, R., Vieira, M., ... & Martins, R. (2024). The Neuroprotective Role of Cyanobacteria with Focus on the Anti-Inflammatory and Antioxidant Potential: Current Status and Perspectives. *Molecules*, 29(20), 4799. <https://doi.org/10.3390/molecules29204799>

- Ribeiro-Filho, J., Teles, Y. C. F., Igoli, J. O., & Capasso, R. (2022). New trends in natural product research for inflammatory and infectious diseases. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 1-4. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.975079>
- Rumin, J., Nicolau, E., Gonçalves de Oliveira Junior, R., Fuentes-Grünwald, C., Flynn, K. J., & Picot, L. (2020). A bibliometric analysis of microalgae research in the world, Europe, and the European Atlantic area. *Marine drugs*, 18(2), 79. <https://doi.org/10.3390/md18020079>
- Saad, M. H., El-Fakharany, E. M., Salem, M. S., & Sidkey, N. M. (2020). The use of cyanobacterial metabolites as natural medical and biotechnological tools. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 40(6), 2828-2850. <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1838948>
- Sarker, N. K., & Kaparaju, P. (2024). Microalgal Bioeconomy: A Green Economy Approach Towards Achieving Sustainable Development Goals. *Sustainability* (2071-1050), 16(24). <https://doi.org/10.3390/su162411218>
- Shangguan, F., Ma, N., Chen, Y., Zheng, Y., Ma, T., An, J., ... & Yang, H. (2025). Fucoxanthin suppresses pancreatic cancer progression by inducing bioenergetics metabolism crisis and promoting SLC31A1-mediated sensitivity to DDP. *International Journal of Oncology*, 66(4), 31. <https://doi.org/10.3892/ijo.2025.5737>
- Silva-Benavides, A. M., Jiménez-Conejo, N., Solís-Calderón, C., & Barrantes, B. A. (2025). Estudio preliminar sobre la capacidad de remoción de arsénico por las microalgas nativas de Costa Rica *Chlorella vulgaris* y *Scenedesmus dimorphus* (Chlorophyceae). *Revista de Biología Tropical*, 73(S1), e64045-e64045. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v73iS1.64045>
- Singh, K. B., Kaushalendra, & Rajan, J. P. (2022). Therapeutical and nutraceutical roles of cyanobacterial tetrapyrrole chromophore: recent advances and future implications. *Frontiers in Microbiology*, 13, 932459. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.932459>

- Suárez-Bernal, D. F., Marroquín-Morales, P., Carrillo-Rosas, S., & Caballero-Cerón, C. (2023). Optimizando la protección solar con *Anabaena variabilis*: Micosporinas como una alternativa de filtro solar. *Revista de divulgación científica iBIO*, 5(3), HS143-HS143. Junio 2025, Recuperado de <https://revistaibio.com/ojs33/index.php/main/article/view/143>
- Tan, L. T., & Salleh, N. F. (2024). Marine Cyanobacteria: A Rich Source of Structurally Unique Anti-Infectives for Drug Development. *Molecules*, 29(22), 5307. <https://doi.org/10.3390/molecules29225307>
- Tian, X., Wang, M., Liao, X., Chu, S., Cheng, H., Lin, X., & Luo, L. (2025). Removal of single and multi-heavy metals from piggery digestate by the electric field-microalgae system: Influences, kinetics and mechanisms. *Algal Research*, 86, 103934. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2025.103934>
- United Nations. (sf.) https://sdgs.un.org/goals?utm_source=chatgpt.com
- Urrea-Victoria, V., Hernández, A. R., Castellanos, L., Alves, I. A., & Novoa, D. M. A. (2025). The role of mycosporine-like amino acids in skin care formulations: a patent review (2014–2024). *Photochemical & Photobiological Sciences*, 24, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s43630-025-00717-8>
- Vega, F. M., Vargas, M. F., Romero, M. C., Montero, K. M., & Romero, F. V. (2024). Advances in microalgal biotechnology in Costa Rica: contributions from the Costa Rica Institute of Technology. *Tecnología en Marcha*, 37(4), 48-62. <https://doi.org/10.18845/tm.v37i9.7609>
- Vicerrectoría de Investigación.s.f. <https://vinv.ucr.ac.cr/sigpro/web/researchers/106060101>
- Vujović, T., Paradžik, T., Babić Brčić, S., & Piva, R. (2025). Unlocking the therapeutic potential of algae-derived compounds in hematological malignancies. *Cancers*, 17(2), 318. <https://doi.org/10.3390/cancers17020318>

- Wang, R. L., Li, M. J., Martin, G. J., & Kentish, S. E. (2025). Enhancing direct air carbon capture into microalgae: A membrane sparger design with carbonic anhydrase integration. *Algal Research*, 85, 103875. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103875>
- Wang, S., & Luo, H. (2025). Dating the bacterial tree of life based on ancient symbiosis. *Systematic Biology*, syae071. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syae071>
- Williamson, E., Ross, I. L., Wall, B. T., & Hankamer, B. (2024). Microalgae: Potential novel protein for sustainable human nutrition. *Trends in Plant Science*, 29(3), 370-382. Revisado en [https://www.cell.com/trends/plant-science/abstract/S1360-1385\(23\)00268-6](https://www.cell.com/trends/plant-science/abstract/S1360-1385(23)00268-6)
- Yuan, R., Pu, J., Wu, D., Wu, Q., Huhe, T., Lei, T., & Chen, Y. (2022). Research priorities and trends on bioenergy: Insights from bibliometric analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15881. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315881>
- Xavier, G., de Sousa, A. C. L. F., Dos Santos, L. Q., Aguiar, D., Gonçalves, E., & Siqueira, A. S. (2024). Structural and functional analysis of Cyanovirin-N homologs: Carbohydrate binding affinities and antiviral potential of cyanobacterial peptides. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 129, 108718. <https://doi.org/10.1016/j.jmglm.2024.108718>
- Xu, R., Lu, Y., Cai, L., & Zhang, L. (2025). Utilizing Extracellular Vesicles from *Phaeodactylum tricornutum* as a Novel Approach for Protecting the Skin from Oxidative Damage. *ACS Biomaterials Science & Engineering*. 11(6), 3400-3415. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.4c02346>
- Yusupova, A., Kartabayeva, B., Sushchenko, R., Gaysina, K., Renganathan, P., & Gaysina, L. A. (2025). Antifungal Potential of *Cyanobacterium Nostoc* sp. BCAC 1226 Suspension as a Biocontrol Agent Against Phytopathogenic Fungi and Oomycetes. *Applied Microbiology*, 5(2), 46. <https://doi.org/10.3390/applmicrobiol5020046>
- Zachee, G., Kayiranga, A., Nizeyimana, J. C., Tian, S., Rugema, J., You, L., ... & Su, J. Q. (2025). Removal of antibiotics and antibiotic resistance genes using microalgae-based wastewater

treatment system: A bibliometric review and mechanism analysis. *Journal of Water Process Engineering*, 72, 107496. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2025.107496>

Zeng, H., Wang, W., Zhang, L., & Lin, Z. (2024). HER3-targeted therapy: the mechanism of drug resistance and the development of anticancer drugs. *Cancer Drug Resistance*, 7, 14. <https://dx.doi.org/10.20517/cdr.2024.11>

Žunić, V., Hajnal-Jafari, T., Stamenov, D., Djurić, S., Tomić, J., Pešaković, M., ... & Jakopic, J. (2024). Application of microalgae-based biostimulants in sustainable strawberry production. *Journal of Applied Phycology*, 36(3), 1219-1231. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03169-8>

ANEXOS

Anexo 1

Publicaciones y tesis realizados en LABMA, Universidad Nacional

PUBLICACIONES
Villalobos, N. 2010. Guía para el curso “Ciencia bajo el microscopio”. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional.
Villalobos, N. & Scholz, C. 2013. Microalgas en estanques de tilapia y su potencial biotecnológico ambiental e industrial. Revista Biocenosis. 27(1-2), 50-56.
Scholz, C. & Villalobos, N. 2013. Presencia de <i>Chlamydomonas vesterbottnica</i> Skuja en los estanques de la planta de tratamiento de un Relleno Sanitario en Costa Rica. Cuadernos de Investigación. 5(2), 185-187.
Quirós, J., Torres-Salas, I. & Villalobos, N. 2015. La enseñanza de la nutrición a nivel de secundaria utilizando el tema transversal “educación para la salud” desde un enfoque útil para la vida. Revista Educare 19(2), 1-20.
Flores-Stulzer, E., Villalobos, N., Piedra-Castro, L. & Scholz, C. 2017. Evaluación breve de la presencia de diatomeas y su relación con algunos parámetros físico-químicos en el río Pirro, Heredia, Costa Rica. UNICIENCIA 31(2), 99-109.
Villalobos, N. 2017. Biorrefinería fotosintética: uso de microorganismos para una producción amigable con el ambiente. Ambientico 262, 26-30.
Silva-Benavides, A., Campos, M., Villalobos, N., Touloupakis, E. & Torzillo, G. 2019. Growth and hydrogen production by three Chlamydomonas strains cultivated in a commercial fertilizer. International Journal of hydrogen Energy 44: 9849-9855. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.11.209
Fuente: Laboratorio de Biotecnología de Microalgas. Publicaciones. https://www.biologia.una.ac.cr/index.php/publicaciones-labma
TESIS
Campos, Ariana y Naranjo Emilio. 2010. Aprendizaje significativo del contenido: sustancias del protoplasma, incorporando el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), en la Educación Diversificada. Estado: presentado.
Durán, Marilú; Piedra, Miriam; Sáenz M y Mena Esmeralda. 2013. Propuesta para implementar el proyecto Carta de la Tierra en la Enseñanza de las Ciencias en Tercer Ciclo de la Educación General Básica. Estado: presentado.
Mora Marilyn. 2013. Influencia de los modelos de enseñanza utilizados por los docentes de ciencias de sexto grado en el desarrollo de actitudes positivas hacia las ciencias de los estudiantes que ingresan por primera vez a séptimo año en un colegio académico diurno de la Dirección Regional de Alajuela. Estado: presentado.

Herra Miguel. 2013. Comprensión del tema medición de magnitudes físicas para el nivel de séptimo año de la Educación General Básica haciendo uso de equipo básico de laboratorio. Estado: presentado.
Herra Arroyo, Isabel. 2014. Contribución en el Mejoramiento de la Cultura Ambiental en tres grupos de educandos del Centro de Formación Juvenil Zurquí utilizando Principios de Carta de la Tierra. Estado: presentado.
Céspedes Vargas, Edwin. 2014. Análisis taxonómico de las principales especies de diatomeas (Bacillariophyceae) en seis sitios en la cuenca del río Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Estado: presentado.
Ramírez Flores Silvia 2014. Biorremediación de nitrógeno disuelto en un sistema recirculado de agua marina utilizando tapetes microbianos. Estado: presentado.
Parreaguirre, Lourdes y Ramírez, Laura. 2016. Propuesta metodológica basada en la estrategia de laboratorio con el tema de fluidos aplicado en situaciones de la vida cotidiana. Estado: aprobado.
Ortíz Quesada, Alex & Arguedas León, Andrés. 2017. Conocimientos y habilidades que tienen los docentes de la Educación Diversificada de la Dirección Regional de Heredia para enseñar Química con criterios de sostenibilidad desde un Enfoque de Química Verde. Estado: presentado. Con mención de honor <i>Magna Cum Laudem</i> .
Jiménez Loría, Jéssica. 2018. Fitoperifiton y su relación con los contaminantes de origen agrícola en la Laguna Madre de Dios, Limón, Costa Rica, periodo 2015-2018. Estado: recolección de datos.
Villegas, Laura. 2018. Influencia del currículum de secundaria en la percepción que tienen los estudiantes sobre la biotecnología. Estado: presentado.
Benavidez Tercero, Luz. 2018. Cultivo de <i>Neochloris</i> sp. en un fotobiorreactor helicoidal tubular para la producción de carotenoides con capacidad antioxidante. Estado: análisis de datos.
Rodríguez Moreira, Diana. 2018. Aplicación de la cianobacteria fijadora de nitrógeno <i>Trichormus</i> sp. en el crecimiento de culantro (<i>Coriandrum sativum</i>) para su uso como biofertilizante. Estado: análisis de datos.
Villegas, L. 2018. Influencia del currículum de secundaria en la percepción que tienen los estudiantes sobre la biotecnología. Estado: presentado.
Brenes Tortós, Gabriela. 2020. Relación entre la concentración de microcistinas en lagunas de tratamiento de agua residual en Cañas-Guanacaste y la abundancia de cianobacterias. Estado: presentado.
Portugués Solano, Brenda. 2020. Cultivo, escalamiento y análisis de la composición bioquímica de la diatomea <i>Nanofrustulum shiloi</i> (Bacillariophyceae), nativa del noroeste de Baja California Sur, México. Estado: presentado. Con mención de honor <i>Magna Cum Laudem</i> .
Benavidez-Tercero, L. 2022. Cultivo de <i>Neochloris</i> sp. en un fotobiorreactor helicoidal tubular para la producción de carotenoides con capacidad antioxidante. Estado: entregada a comisión.

Leal-Sánchez, A. 2022. Evaluación de la producción de astaxantina en la microalga <i>Haematococcus pluvialis</i> con miras al escalamiento en un fotobiorreactor helicoidal. Estado: entregada a comisión.
Arévalo-Lagos, L. 2022. Producción de ficocianina a partir de la cianobacteria <i>Spirulina sp.</i> bajo dos condiciones de estrés, para su evaluación como antioxidante y antibiótico. Estado: escritura del informe.
Zúñiga-Marín, J. 2022. Diseño e implementación de una estrategia didáctica basada en aprendizaje activo para el abordaje de los temas de Fotosíntesis y Respiración Celular en estudiantes del curso de Biología General de la Universidad Nacional, Costa Rica. Estado: entregada a comisión.
Velásquez-Castillo, S. 2022. Producción, Extracción y Cuantificación de Lípidos en Cuatro Microalgas con Potencial Uso Nutricional en Acuicultura. Estado: recolección de datos.
Espinoza-Noguera, D. 2022. Evaluación del potencial fotoprotector de los aminoácidos de tipo micosporina (MAAs) producidos por <i>Anabaena sp.</i> para su posible uso como componentes activos en protectores solares. Estado: recolección de datos.
Rodríguez-Moreira, D. 2022. Aplicación de la cianobacteria fijadora de nitrógeno <i>Trichormus sp.</i> en el crecimiento de culantro (<i>Coriandrum sativum</i>) para su uso como biofertilizante. Estado: análisis de datos.

Fuente: LABMA, s.f. <https://www.biologia.una.ac.cr/index.php/laboratorios/labma>

Anexo 2

Publicaciones y tesis realizadas en LABIOMIC, CIMAR, Universidad de Costa Rica

PUBLICACIONES
Silva-Benavides, A. M., Jiménez-Conejo, N., Solís-Calderón, C., & Barrantes, B. A. (2025). Estudio preliminar sobre la capacidad de remoción de arsénico por las microalgas nativas de Costa Rica <i>Chlorella vulgaris</i> y <i>Scenedesmus dimorphus</i> (Chlorophyceae). Revista de Biología Tropical, 73(S1), e64045-e64045.
Masojídek, J. et al. (2023). Solar bioreactors for industrial microalgae production. Applied Microbiology and Biotechnology, 107(21), 6439–6458.
Chini-Zittelli, G. et al. (2023). Pigments from microalgae: phycobiliproteins and fucoxanthin. Photochemical & Photobiological Sciences, 2023.
Montoya-Arroyo, A. et al. (2022). α -Tocomonoenol profile in Costa Rican microalgae and cyanobacteria. Journal of Food Composition and Analysis, 107, 104325.
Addis, P. et al. (2022). Light effects on <i>Arthrospira</i> composition. Foods, 11, 399.
Zittelli, G. C. et al. (2022). Light spectrum effects on <i>Arthrospira platensis</i> growth and pigments. Algal Research, 61, 102583.
Touloupakis, E. et al. (2021). Advances in microalgal hydrogen production. Energies, 14, 7170.

Carneiro, M. et al. (2021). Monitoring lipid accumulation in <i>Nannochloropsis oceanica</i> via chlorophyll fluorescence. <i>Biotechnology and Bioengineering</i> , 118, 4375–4388.
Celis-Plá, P. S. M. et al. (2021). Biomass production of <i>Nostoc calcicola</i> in thin-layer pond. <i>Algal Research</i> , 59, 102421.
Rearte, T. A. et al. (2021). Photosynthesis of <i>Chlorella vulgaris</i> is affected by diurnal oxygen in outdoor cultures. <i>Algal Research</i> , 54, 102176.
Touloupakis, E. et al. (2021). Hydrogen production by <i>Chlorella vulgaris</i> without nutrient starvation. <i>Int. Journal of Hydrogen Energy</i> , 46, 3684–3694.
Babaei, A. et al. (2020). Metabolic shift in <i>Chlorella</i> g120 during trophic conversion. <i>Journal of Applied Phycology</i> , 32, 2807–2818.
Vonshak, A. et al. (2020). Photosynthesis of <i>Nannochloropsis</i> spp. and relevance to outdoor cultivation. <i>Journal of Applied Phycology</i> , 32, 909–922.
Silva Benavides, A. M. et al. (2019). Growth and hydrogen production by <i>Chlamydomonas</i> strains with fertilizer. <i>Int. Journal of Hydrogen Energy</i> , 44, 9849–9855.
Campos-Rudin, M. & Silva-Benavides, A. M. (2018). Nutrient removal by microalgae and cyanobacteria from Costa Rica. <i>Revista de Biología Tropical</i> , 66(Suppl. 1), S83–S91.
Silva Benavides, A. M. et al. (2017). Photosynthesis of <i>Arthrospira platensis</i> in cascade vs open pond. <i>Algal Research</i> , 28, 48–56.
Touloupakis, E. et al. (2016). Immobilized <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803 for hydrogen production. <i>Int. Journal of Hydrogen Energy</i> , 41, 15181–15186.
Touloupakis, E. et al. (2016). Hydrogen production by <i>Synechocystis</i> PCC 6803 in outdoor cultures. <i>Algal Research</i> , 18, 78–85.
Silva-Benavides, A. M. (2016). Fertilizer effects on <i>Chlorella sorokiniana</i> . <i>Agronomía Mesoamericana</i> , 27, 265–275.
Touloupakis, E. et al. (2016). Growth of <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803 at high pH and contamination risk. <i>Applied Microbiology and Biotechnology</i> , 100, 1333–1341.
Silva-Benavides, A. M. et al. (2013). Productivity and composition of <i>Phaeodactylum tricornutum</i> in open ponds. <i>Biomass & Bioenergy</i> , 54, 115–122.
Torzillo, G. et al. (2012). Photoacclimation of <i>Phaeodactylum tricornutum</i> in outdoor systems. <i>European Journal of Phycology</i> , 47, 169–181.
Silva-Benavides, A. M. & Torzillo, G. (2012). Nitrogen and phosphorus removal by <i>Chlorella vulgaris</i> and <i>Planktothrix isothrix</i> . <i>Journal of Applied Phycology</i> , 24, 267–276.
TESIS
Gómez Madriz, A. J. (2021). Evaluación del efecto fertilizante de la cianobacteria <i>Nostoc commune</i> en el desarrollo vegetativo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) VAR. Americana en el cantón de Turrialba.
Zúñiga Vega, M. I. (2022). Uso de la cianobacteria <i>Nostoc muscorum</i> como biofertilizante y sus efectos tanto en el desarrollo del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) como en las características del suelo en condiciones de invernadero.
Evaluación de dos ambientes productivos de <i>Azolla</i> sp., en las instalaciones de la empresa Aquafoods en Cañas. Jose Miguel Vega Paniagua. En progreso

Cultivo de *Nostoc muscorum* como potencial bioestimulante en plantas de lechuga bajo condiciones de invernadero. Sara Ambrocio. En progreso

Proteínas y lípidos de la biomasa de *Chlorella vulgaris* (G120) bajo diferentes condiciones ambientales. Natalia Jiménez Conejo. En progreso

Optimización del crecimiento de la biomasa de *Nostoc* sp. para la producción de biofertilizante nitrogenado. Alejandro Gomez. En progreso

LABIOMIC, CIMAR <https://cimar.ucr.ac.cr/publicaciones-articulos-cientificos-suplementos-boletines-ucr/> y

Anexo 3

Artículos y tesis realizados en el laboratorio de microalgas del CIB, Tecnológico de Costa Rica

ARTÍCULOS PUBLICADOS
Murillo-Vega, F., Faith-Vargas, M., Chicas-Romero, M., Meneses-Montero, K., & Villalta-Romero, F. (2024). Avances en biotecnología microalgal en Costa Rica: contribuciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica. <i>Tecnología en Marcha</i> , 37, especial, 54-62.
Guerrero Barrantes, M., et al. (2019). Biotecnología microalgal en Costa Rica. <i>Tecnología en Marcha</i> , 32, especial, 92-98.
Carvajal Osos, M., Chacón Guzmán, J., & Herrera-Ulloa, A. (2018). Optimización en la producción de la microalga marina <i>Nannochloropsis oculata</i> en un fotobiorreactor tubular helicoidal. <i>Revista Tecnología en Marcha</i> , 31(2), 143-169.
TESIS
Sánchez, H. J. (2023). Cultivo de microalgas en un efluente residual acuícola para la producción de biometano. Instituto Tecnológico de Costa Rica. rinacional.tecnm.mx
Valencia Molina, J. A. (2023). Implementación de un sistema de cultivo automático de microalgas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. dspace.ups.edu.ec

FUENTE CIB <https://www.tec.ac.cr/microalgas>

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN RELACIONES INTERNACIONALES: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE REVISTAS ESPECIALIZADAS EN COSTA RICA E HISPANOAMÉRICA (2018-2022)

RESEARCH LINES IN INTERNATIONAL RELATIONS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SPECIALIZED
JOURNALS IN COSTA RICA AND HISPANIC AMERICA (2018-2022)

DOI: <https://doi.org/10.64312/64nftv69>

Nikole Vanessa Muñoz Villalobos

nmunozv@edu.uia.ac.cr

Universidad Internacional de las Américas

<https://orcid.org/0009-0004-8093-6569>

Licenciada en Relaciones Internacionales con énfasis en Comercio Exterior
San José, Costa Rica

Recepción: 30-04-2025

Aceptación: 06-09-2025

RESUMEN

Este artículo presenta un análisis bibliométrico de las tendencias de investigación en Costa Rica e Hispanoamérica sobre la producción científica y académica observadas en las revistas que pertenecen a Escuelas de Relaciones Internacionales y al repositorio universitario de la Universidad Internacional de las Américas (UIA), en torno a los Trabajos Finales de Graduación (TFG) de tesinas y tesis según el grado académico. Es un estudio cualitativo que permite visualizar al Comercio Exterior, la Cooperación Internacional, el Medio Ambiente y la Sostenibilidad, la Geopolítica y los Derechos Humanos como las vertientes que predominan en el estudio de las Relaciones Internacionales y, al mismo tiempo, facilita a los docentes y estudiantes el mantenimiento de la ruta de investigación de la Carrera de Relaciones Internacionales.

PALABRAS CLAVE: Bibliometría, Relaciones Internacionales, Geografía política, Universidad, Comercio Exterior.

ABSTRACT

This article presents a bibliometric analysis of research trends in Costa Rica and Hispanic America, related to scientific and academic production, found in papers from Schools of International Relations and the university repository of the Universidad Internacional de las Américas (UIA), focused on Final Graduation Projects (FGP), dissertations and theses at different academic levels. This article is a qualitative study that allows us to see Foreign Trade, International Cooperation, Environment and Sustainability, Geopolitics and Human Rights, as the predominant strands in the study of International Relations, and at the same time, that it helps teachers and students maintain the line of research of the International Relations Program.

KEYWORDS: Bibliometric analysis, International Relations, International Politics, University, International Trade.

INTRODUCCIÓN

Este artículo analiza rigurosamente, a nivel hispanoamericano, costarricense y dentro de la academia de Relaciones Internacionales de la UIA, la producción de material investigativo en esta área, la cual ha evolucionado gracias a su propia multidisciplinariedad, retada por los mismos paradigmas cambiantes —realistas o idealistas— hacia una multipolaridad cada vez más plasmada en el sistema internacional.

Duroselle (1952) afirma que las universidades y la academia, después de las guerras mundiales, incrementaron el estudio de cuatro dominios: el derecho internacional, las organizaciones internacionales, las relaciones comerciales y financieras, y la historia diplomática. Además, indica que las diversas corrientes de pensamiento han sido influenciadas por otras ramas del pensamiento social como la sociología o las ciencias políticas.

Considerando lo anterior, se puede distinguir un factor fundamental que es la multidisciplinariedad intrínseca de las Relaciones Internacionales, la que por muchos años fue estudiada como una especialidad en asuntos internacionales. En la actualidad, esta disciplina

posee un innegable carácter científico y evoluciona constantemente desde las distintas instituciones de educación superior a nivel mundial, en su mayoría replicando el conocimiento y la visión eurocéntrica de la disciplina. Esto resalta la importancia para la región de comprender su papel en el ajedrez internacional y de promover una revisión académica exhaustiva al respecto.

En Costa Rica, el estudio de esta disciplina se ha consolidado gracias a diferentes universidades en las que se muestra un impacto de los mismos intereses de la política exterior del país y sus repercusiones en política comercial, como se desarrollará más adelante. Sin embargo, en este artículo se lleva a cabo un análisis bibliométrico de revistas especializadas en Relaciones Internacionales editadas en Hispanoamérica y, en particular, en Costa Rica, así como de los informes en las dos modalidades de Trabajos Finales de Graduación de la carrera de Relaciones Internacionales en la Universidad Internacional de las Américas, con el fin de consolidar las líneas de investigación en dicha área.

La comprensión de las temáticas de producción, como lo mencionan Tomás-Górriz y Tomás-Casterá (2018), son parte esencial de la evaluación de información y del conocimiento para cualquier canal de investigación que busque el desarrollo y la consolidación de la actividad científica. En este sentido, dentro de un amplio espectro de temas en los cuales un internacionalista puede especializarse, se pueden encontrar tendencias que generen relación entre la academia, la disciplina y el mismo entorno en el que se ejercen las Relaciones Internacionales.

Se busca afirmar que, a partir de la misma realidad internacional y de la misma posición de Costa Rica en el mundo, el interés de la producción científica y académica se acopla a problemas de estudio acordes a la evolución del sistema internacional. Para Ravecca y Dauphinee (2021), la invulnerabilidad de la escritura se entiende como el *ethos*, lo cual define primeramente las perspectivas desde la teoría y permite al internacionalista optar por un accionar idóneo, esto ante la presión de la sociedad en la búsqueda del beneficio mutuo mediante el análisis de la

cooperación y la conflictividad como elementos bases de la disciplina y la innegable necesidad de integrarse a las tendencias con otros países de la región.

METODOLOGÍA

El presente documento propone identificar las tendencias para la conformación de las líneas de investigación de la carrera de Relaciones Internacionales durante el periodo 2018-2022, mediante un análisis bibliométrico delimitado a Hispanoamérica. El estudio se enfoca en el desarrollo de una cultura de investigación y el trabajo académico que realizan los estudiantes mediante tesinas y tesis elaboradas durante los años considerados y conforme a sus temáticas de interés.

Esta bibliometría tiene un carácter cualitativo y, de acuerdo con Otero (2018), se plantea una visión en la que se busca profundizar la observación y la evaluación de fenómenos. En este caso particular, se abordan las tendencias de producción académica y científica, donde se comprueba que las conclusiones y los resultados promueven nuevos estudios desde diversos enfoques y que, como el autor lo menciona, se describen y se definen las preguntas de investigación del estudiantado o del cuerpo docente.

La investigación se desarrolló a partir de un diseño exploratorio. Vara-Horna (2012) explica que existe una necesidad de realizar una bibliometría específica para el área de Relaciones Internacionales, la cual ha sido poco estudiada. Esto lo confirma el estado de la cuestión de la investigación en la que se fundamenta este artículo, donde se observa que la bibliografía sobre trabajos similares o en la misma línea en que han sido publicados es escasa. De modo que el diseño exploratorio brinda la oportunidad de plantear nuevos estudios, ya sea que generen dudas o que no hayan sido abordados con total exactitud o claridad.

Adicionalmente, es importante recalcar que las fuentes de información fueron seleccionadas a partir de materiales tanto primarios como secundarios, debido a la naturaleza de la información requerida para identificar las tendencias de estudio. Como se mencionó, se utilizaron como fuentes primarias los Trabajos Finales de Graduación (TFG) tanto del grado de Bachillerato como

los del grado de Licenciatura en sus dos énfasis (Diplomacia y Comercio Exterior), así como investigaciones y publicaciones de revistas especializadas en Relaciones Internacionales a nivel hispanoamericano.

La definición sobre diseño exploratorio expuesta promueve las entrevistas a expertos para fortalecer la búsqueda de tendencias investigativas, tal y como se pretende en esta bibliometría. Para el presente caso, se acudió a la profesora Pamela Ramírez Guevara, quien cuenta con experiencia, no solo como subdirectora de la carrera, sino también como profesora tallerista y docente, y a la bibliotecóloga Noelia Mena Segura, encargada de manejar los datos de los repositorios de TFG y del mapeo de revistas para la carrera de Relaciones Internacionales en la Universidad Internacional de las Américas.

De este modo, se consolidó la muestra y la población. Mena (2023) subraya la relevancia de que la búsqueda de información sea específica sobre el tema, con el fin de mantener una comprensión clara del objetivo y realizar la correspondiente asociación con descriptores o palabras clave que faciliten la orientación de la búsqueda de información. Esto permite ampliar el alcance de la investigación y no restringir su resultado a la producción costarricense.

Por ende, este proceso, según comenta Mena (2023), puede dividirse en dos: en revistas nacionales y en revistas internacionales en Hispanoamérica. Para ello, es necesario identificar cuáles universidades nacionales ofrecen la carrera de relaciones internacionales. Lo anterior permite determinar los posibles repositorios institucionales o publicaciones de acceso abierto e identificar datos importantes para la bibliometría, mediante la recopilación de información sobre las revistas, como los temas, los volúmenes, números, años e información descriptiva de los contenidos publicados o para conocer las líneas de investigación de las mismas revistas.

Asimismo, la búsqueda de revistas internacionales permite delimitar con mayor especificidad las opciones en los motores de búsqueda, tal es el caso de Google Académico, donde, a partir de los descriptores o palabras clave antes mencionados, se logró identificar revistas especializadas donde la edición pertenece a profesionales que forman parte de una carrera o escuela de

Relaciones Internacionales. Es importante señalar lo anterior porque, aunque existen revistas de ciencias políticas o ciencias sociales que abordan temas internacionales, estas no cumplen el requisito de pertenecer a una institución de educación superior con un programa de Relaciones Internacionales. De igual manera, se tomaron en cuenta las descripciones de las publicaciones y su modelo de acceso, es decir, si el acceso a sus contenidos está condicionado por un pago o suscripción.

Dicha información permite considerar estas entrevistas a profundidad como parte de los instrumentos utilizados para la investigación. De igual manera, Grisel Zacca (2021) considera que la bibliometría es un instrumento que permite contribuir con el avance del conocimiento porque facilita la toma de decisiones. Además, los resultados obtenidos generan nuevas producciones académicas, las cuales, mediante el análisis de datos, van orientando la producción académica y científica.

De esta forma se realizó la búsqueda en Google Académico mediante operadores booleanos para cada una de las tendencias encontradas en el proceso de investigación entre el periodo 2018 y 2022, donde se refuerza la cantidad de estudios realizados entre las áreas de conocimiento de las Relaciones Internacionales. Lo anterior se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Búsquedas en Google Académico mediante operadores booleanos

Geopolítica
("geopolítica") AND ("relaciones internacionales") AND ("América Latina" OR "Latinoamérica" OR "Hispanoamérica")
Aproximadamente 9 170 resultados (0,11 s)
Comercio Exterior
("comercio exterior" OR "comercio internacional") AND ("relaciones internacionales") AND ("América Latina" OR "Latinoamérica" OR "Hispanoamérica")
Aproximadamente 10 800 resultados (0,11 s)
Medio Ambiente y Sostenibilidad
("medio ambiente" OR "sostenibilidad") AND ("relaciones internacionales") AND ("América Latina" OR "Latinoamérica" OR "Hispanoamérica")
Aproximadamente 15 700 resultados (0,10 s)
Cooperación Internacional
("cooperación internacional") AND ("relaciones internacionales") AND ("América Latina" OR "Latinoamérica" OR "Hispanoamérica")
Aproximadamente 10 400 resultados (0,12 s)
Derechos Humanos
("derechos humanos") AND ("relaciones internacionales") AND ("América Latina" OR "Latinoamérica" OR "Hispanoamérica")
Aproximadamente 15 900 resultados (0,12 s)

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 1, se presentan los operadores booleanos empleados para filtrar las búsquedas, evidenciando el desarrollo de cada una de las líneas de investigación cuyos resultados se analizan posteriormente. Asimismo, se enfatizó la delimitación del contenido a publicaciones sobre Hispanoamérica, producidas en español, e incluyendo palabras clave que ampliaran la búsqueda dentro de la misma temática.

Para la ejecución de este análisis se plantea la utilización del software ATLAS.ti como un instrumento en el que se identifiquen y agrupen las tendencias encontradas en las tesinas y tesis de los TFG. Cantero (2013) explica que este tipo de programas informáticos están diseñados para facilitar la comprensión de las necesidades investigativas en contextos en los que se requiere la mayor transparencia posible durante el proceso de análisis de datos cualitativos.

En vista de que la investigación involucró diversos tipos de fuentes, primero se efectuó un estudio de las tendencias presentes en las diferentes revistas nacionales e internacionales a nivel hispanoamericano. Posteriormente, se realizó una comparación entre esta variable y las tendencias que se encontraron en los TFG de la Carrera de Relaciones Internacionales de la UIA y, a partir de allí, se identificaron los principales temas de investigación, generando como resultado la formulación de las líneas de investigación.

RESULTADOS

Tendencias de Investigación de las Carreras de Relaciones Internacionales en Hispanoamérica

A continuación, se muestran cuáles son las tendencias de investigación a nivel hispanoamericano según la búsqueda realizada por Mena (2022). Se exponen datos de revistas de Argentina, Colombia y Costa Rica, en donde se puede observar temas o líneas de investigación que responde a la producción de cada una de las revistas, y el acceso a su respectiva página web.

Tabla 2

Revistas internacionales de Relaciones Internacionales de Argentina

REVISTAS INTERNACIONALES DE RRII		
Relaciones Internacionales	2022-1991 / Argentina Temas: política, al derecho y a la economía internacional.	https://revistas.unlp.edu.ar/RRII-IRI/issue/archive
Revista Integración y Cooperación Internacional	2022-2015 / Argentina Temas: cuestiones actuales vinculadas a las relaciones internacionales en general y a la integración y cooperación internacional en particular.	https://revista-mici.unr.edu.ar/index.php/revista-mici/issue/archive
1991. Revista de estudios internacionales	2022-2019/ Argentina Temas: acontecimientos de impacto internacional, estudios internacionales, entrevistas, textos inéditos o traducciones de teóricos y críticos.	https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revesint/issue/archive

Nota. Mena. (Comunicación personal, de marzo de 2022).

Los datos presentes en la tabla 1 muestran los temas de estudio preponderantes en Argentina. Este país es el que cuenta con la mayor cantidad de revistas especializadas en Relaciones

Internacionales y los temas abarcados en estas publicaciones son un indicador de la relación que existe entre el país y el contexto sudamericano.

En la tabla referente a Revistas internacionales de Relaciones Internacionales de Argentina se muestra esta característica, especialmente tomando en consideración el contexto que prevalece en los países de Sur América, donde los temas relacionados con la integración regional y la cooperación internacional, gracias al marco del Mercado Común del Sur (Mercosur), y las mismas divergencias que resultan de dinámicas regionales, como el sistema de integración más evolucionado del continente, influyen en los problemas de estudio entre el bloque hacia países no miembros, asociados o suspendidos, como el caso de Venezuela y su propio accionar interno.

Siguiendo con los países con mayor cantidad de resultados acordes a las delimitaciones establecidas, se encuentra Colombia, en donde Mena (2022) proporciona el número de una revista, llamada Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad, donde cabe destacar, al igual que con el caso argentino, su relación con el contexto, en este caso en su mayoría a nivel de política interior y exterior.

Tabla 3

Revistas internacionales de Relaciones Internacionales de Colombia

REVISTAS INTERNACIONALES DE RRII		
Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad	2022/2006 / Colombia Temas: seguridad multidimensional, migraciones, política exterior, gobernanza multinivel, crimen organizado trasnacional, geopolítica, geoeconomía, asuntos ambientales y globalización.	https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ries/issue/archiv_e

Nota. Mena. (Comunicación personal, de marzo de 2022).

La tabla anterior expone áreas del conocimiento distintas a las que se encuentran en Argentina, donde se observa un carácter geopolítico más evidente. La revista publica sobre temas que no se limitan al contexto de Colombia, sino que incluye también países con alta conflictividad como Venezuela o Nicaragua. Cabe resaltar que los temas de seguridad multidimensional, crimen organizado, geopolítica o migración son áreas del conocimiento que se contraponen a la integración y la cooperación internacional.

No obstante, se observa una línea de investigación en Relaciones Internacionales orientada a asuntos ambientales, en la que se incluyen temas como la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) o de abordando el Océano. Esto genera una contraposición de ideas más afín con una producción académica que aborda las realidades de otros países latinoamericanos.

En el caso de Costa Rica, tal y como puede observarse en la tabla 3, a nivel nacional mantiene un número igual de revistas que Colombia. Una publicación constante es la revista Relaciones Internacionales, editada por la Universidad Nacional, donde la producción está orientada por completo a otra área de las Relaciones Internacionales: el comercio internacional. Lo anterior indica que existe un enfoque en los negocios y políticas internacionales, que son temáticas acordes con las licenciaturas en Política Internacional, Política Comercial y Gestión de la Cooperación Internacional que ofrece la Universidad Nacional en su carrera de Relaciones Internacionales. (Universidad Nacional, s.f. a).

Tabla 4

Revistas internacionales de Relaciones Internacionales de Costa Rica.

REVISTAS INTERNACIONALES DE RRII		
Revista Relaciones Internacionales	2022-1980 / Costa Rica UNA Temáticas: Relaciones Internacionales y Comercio y Negocios Internacionales	https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ri/issue/archive

Nota. Mena. (Comunicación personal, de marzo de 2022)

La revista Relaciones Internacionales aborda con claridad diversas áreas de este campo, como el comercio y los negocios internacionales. Esto puede observarse en el Volumen 97, Número 2 (2024), donde se mantiene una tendencia importante en temas como los estudios sobre China, la política exterior costarricense y las relaciones internacionales en general. (Revista Relaciones Internacionales, 2024). Lo anterior marca una línea de investigación altamente especializada y una producción académica que responde a conocimientos claves para el país.

Cabe resaltar que en esta escuela también se abordan temas relacionados con la apertura comercial de Costa Rica, debido a la Cátedra OMC. Según la Universidad Nacional de Costa Rica (s.f. b), esta iniciativa, respaldada por la Organización Mundial del Comercio, promueve y desarrolla actividades de cooperación e investigación, cuya difusión se realiza a través de su página web.

Los datos expuestos en las tablas 1-3, evidencian algunos de los temas que más se investigan en el ámbito de las Relaciones Internacionales en Hispanoamérica, donde Argentina, Colombia y Costa Rica presentan tendencias muy distintas entre sí. Sin embargo, según lo planteado al inicio

de este apartado, estas tendencias responden a las necesidades de cada contexto, donde la cooperación internacional, la geopolítica, los asuntos ambientales, los derechos humanos y el comercio internacional, en conjunto con los negocios internacionales, determinan las principales temáticas de producción académica.

Categorías Propuestas según la Relación con el Contexto de la Carrera

De acuerdo con el contexto costarricense, se proponen tres posibles categorías de estudio que se ajustan a la política exterior del país y a las dinámicas que mayormente se promueven a nivel estatal, las cuales cumplen un papel preponderante en el ámbito académico en el que se estudian estos pilares.

La primera categoría es el abordaje de la cooperación internacional como una de las áreas que generan un interés particular para los investigadores. Según la CEPAL (2018), las perspectivas en esta área suelen ser cambiantes y responden a la evolución de las relaciones entre los Estados, de modo que el objeto de estudio debe actualizarse y adaptarse a manera en que evoluciona el sistema internacional desde sus diferentes vertientes, como lo son el impacto social o el factor económico, cultural o político.

Aquí es fundamental comprender que la cooperación internacional es una de las áreas que genera mayor conocimiento en datos e impacto medible, como considera Pérez (2013) al explicar el análisis de los resultados y su evaluación para una ayuda más eficaz. Por ejemplo, el trabajo de Betancourt y Pinto (2021) denominado “Mapas bibliométricos de la cooperación científica de Venezuela: caso China” muestra cómo se desarrolla un artículo de carácter científico en el que se posiciona un tema de interés estatal que, en este caso, se enfoca en Venezuela y la cooperación científica que este país recibe desde China, como una forma de mantener los intereses de la nación. Esto permite comprender las afectaciones de las crisis económicas, políticas y sociales que producen repercusiones directas sobre la posición de Venezuela ante el mundo.

Como segunda categoría se proponen los negocios y el comercio internacionales, los cuales son fundamentales para la economía costarricense. Esta categoría abarca temas que van desde inversión, exportaciones, importaciones, marca país y su importancia para incentivar los aspectos anteriores, donde se involucran diferentes actores del Estado para el crecimiento, el desarrollo y las oportunidades de internacionalización para las empresas.

Además, dicho ingreso en los mercados permite un mayor incremento de las oportunidades laborales para el gremio internacionalista, el cual históricamente ha estado ligado a la función pública. López-Rodríguez, Calderón-Salguero y Mora-Ortiz (2022) explican que este accionar puede potenciar la injerencia en los mercados y la comercialización, con un alto nivel de complejidad que abarca mercados, inversión extranjera y la comprensión de contextos diversos influenciados por cualidades culturales, coyunturas políticas, emergencia de potenciales mercados y una gran adaptabilidad a temas de actualidad, como los avances tecnológicos y nuevas corrientes de pensamiento diferentes a las occidentales.

Aunado a lo anterior y partiendo de una necesidad que va más allá del país o la región, la tercera categoría propuesta se centra en el medio ambiente y la sostenibilidad. De acuerdo con la política exterior costarricense y su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el abordaje del medio ambiente y la sostenibilidad es intrínseco a la naturaleza de la disciplina por su carácter internacional, donde las políticas medioambientales se alienan con la agenda internacional creada por las Naciones Unidas y la localización de ODS, mediante la unión de necesidades locales y estándares globales.

De esta forma, puede entenderse que la categoría de medio ambiente y sostenibilidad es analizable desde diferentes perspectivas y áreas de las Relaciones Internacionales, debido a su impacto transversal en distintas dimensiones de la sociedad, incluyendo las categorías antes mencionadas. Un ejemplo de ello lo señalan Duque, et al. (2021), quienes afirman que la identificación de tendencias desde la sostenibilidad influye en el rendimiento financiero como parte de un clúster. Los autores sostienen que esta temática puede abordarse como una subárea

de investigación, centrando los estudios en las consecuencias corporativas y considerando prácticas vinculadas con los aspectos financieros de una empresa, así como con su comportamiento social, ambiental y económico.

Por tanto, la relevancia de las categorías propuestas se ajusta a la realidad costarricense y a sus pilares de política exterior. Vanhulst (2018) considera que el discurso académico que se genera a partir de los resultados de las investigaciones debe apelar a una transformación profunda de la sociedad, la cual construya una sinergia con movimientos sociales en busca de la justicia y la sustentabilidad socioambiental. Lo anterior constituye un recordatorio para el internacionalista: su deber como investigador es buscar la generación de cambios.

Las tendencias de los Trabajos Finales de Graduación

Del análisis realizado entre la muestra de temas de investigación en Hispanoamérica y los temas de investigación en los TFG de la carrera de RRII de la UIA para el periodo 2018-2022 con el programa ATLAS ti, se logró obtener datos suficientes para identificar las tendencias investigativas.

En la siguiente figura se presentan las áreas de estudio que hasta el momento se han examinado por medio de las consideraciones académicas y disciplinares de la carrera de Relaciones Internacionales. El tema que más sobresale es el de comercio y negocios internacionales, mientras que el tema de geopolítica no resulta tan significativo.

Figura 1

Temas de investigación en Hispanoamérica y categorías según el contexto de la UIA



Nota. Elaboración propia.

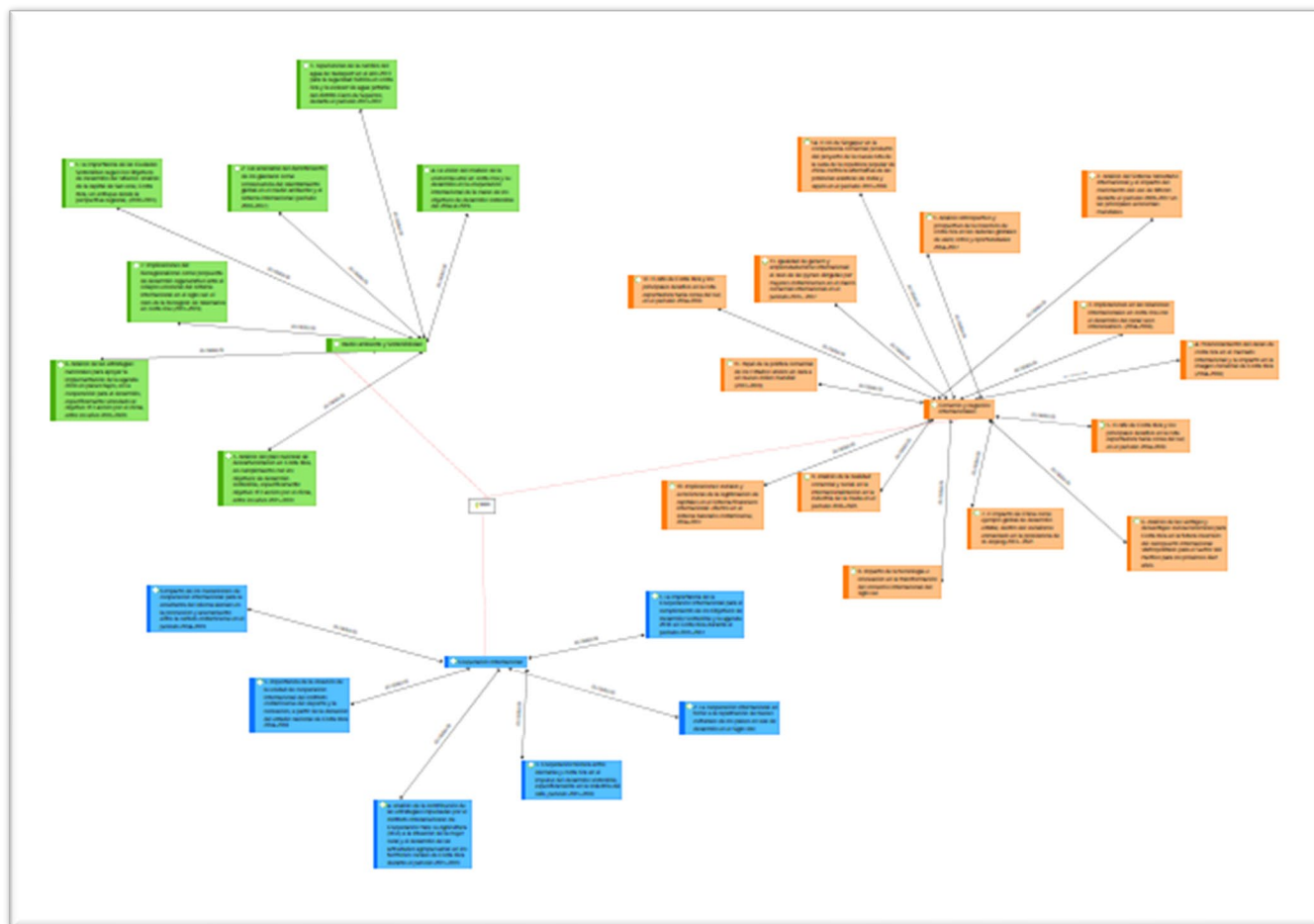
Es preciso señalar que en este apartado se presentan datos procesados mediante el programa ATLAS.ti, utilizando una muestra del 30 % del total de tesinas y tesis almacenadas en el repositorio de la Universidad Internacional de las Américas (UIA). Esta muestra corresponde únicamente a las tres carreras de Relaciones Internacionales en el grado de Bachillerato, así como a ambos énfasis en Comercio Exterior y Diplomacia, los cuales se detallan en la oferta académica de la institución. (Universidad Internacional de las Américas, s.f.).

La siguiente figura ayuda a diferenciar en color naranja el comercio y los negocios internacionales como la categoría con mayores resultados según el ATLAS.ti, de color verde medio ambiente y sostenibilidad con la segunda categoría con mayor producción, y de color azul la propuesta

referente a la cooperación internacional, cumpliendo con un resultado que fuera mayor al 10% del total de tesis.

Figura 2

Propuesta de Categorías de Tesis

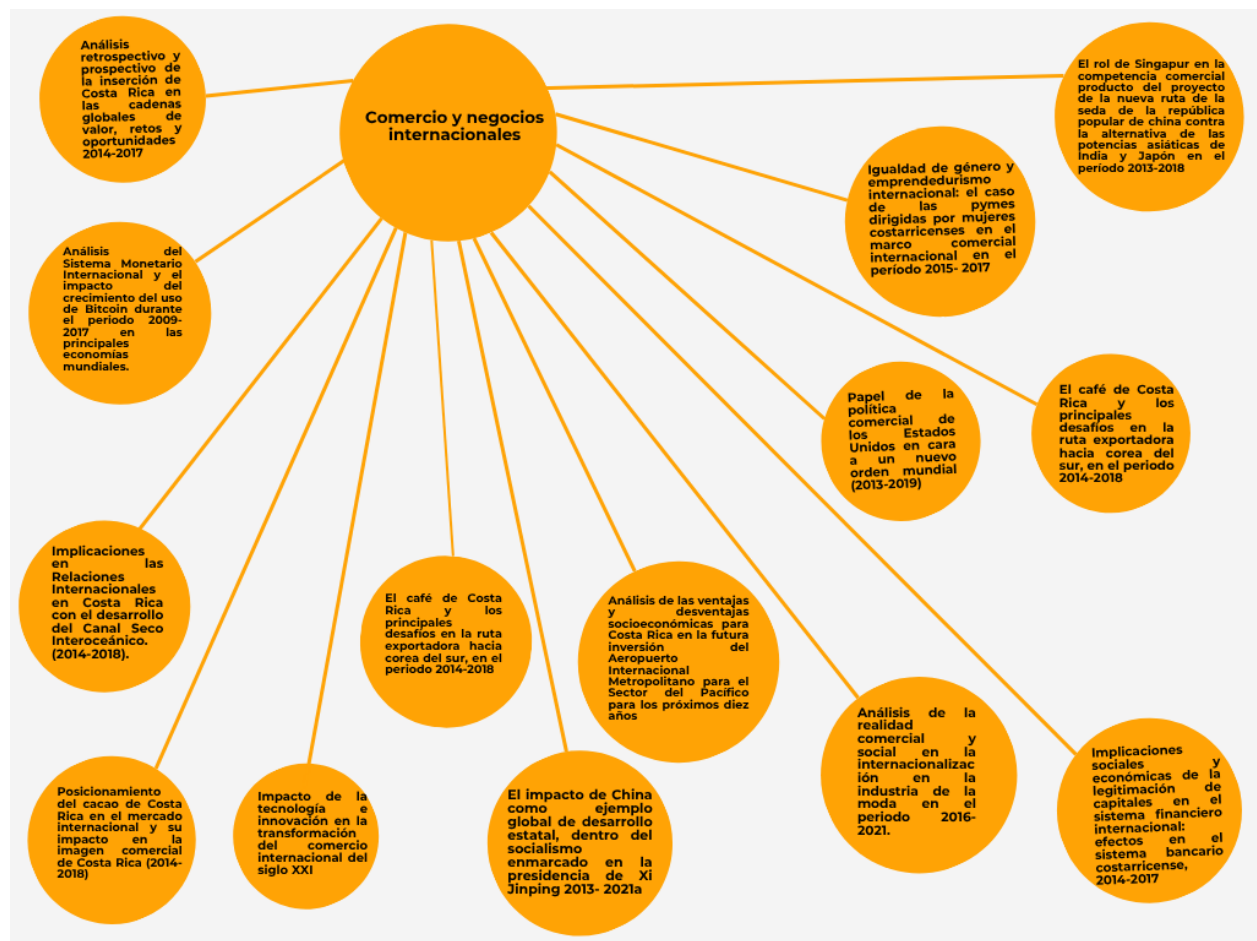


Nota. Elaboración propia.

El análisis de ATLAS.ti reveló como principal resultado una tendencia de TFG en temas relacionados con el comercio y los negocios internacionales, presentado en color anaranjado. Esto coincide con el contexto de la carrera, ya que la universidad ofrece el grado de Licenciatura en Relaciones Internacionales con énfasis en Comercio Exterior y los estudiantes orientan sus investigaciones a esta área de la disciplina.

Figura 3

Categorías de Tesis Propuestas: Comercio y Negocios Internacionales

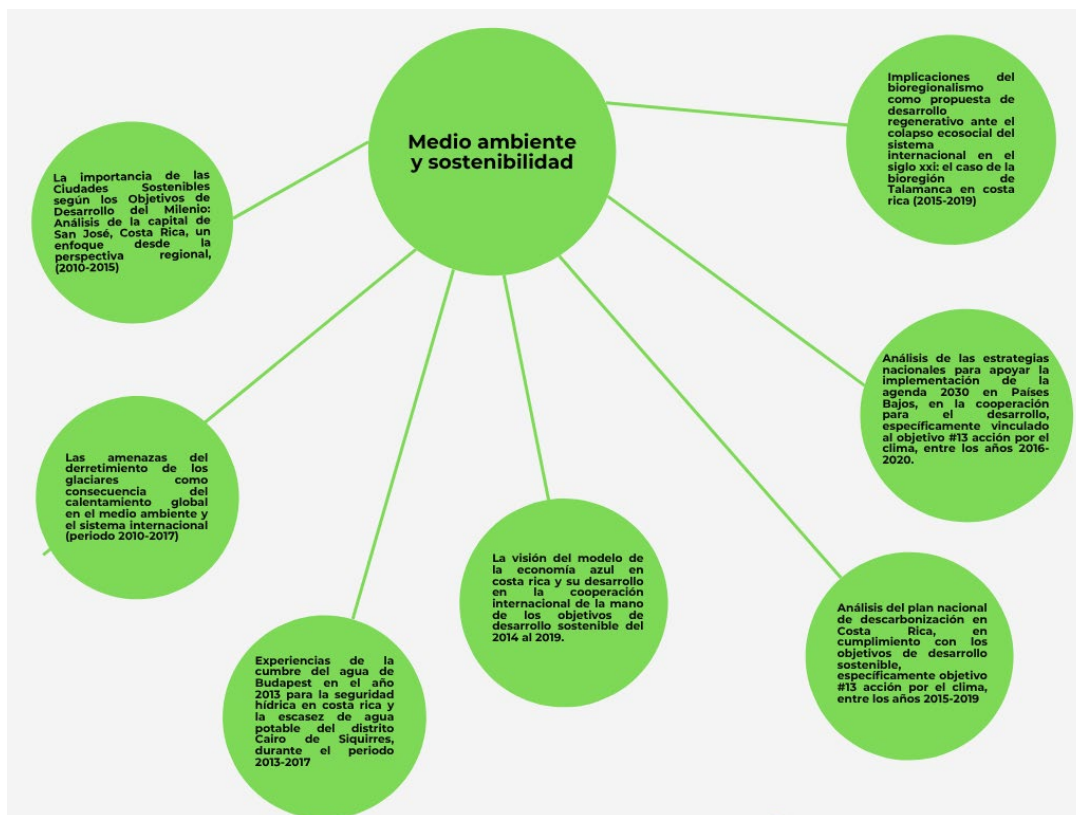


Nota. Elaboración propia.

En la figura anterior, demuestra una tendencia a investigar temas relacionados al comercio internacional, mayormente aquellos con un objeto de estudio basado en los fenómenos que involucran a Costa Rica ante el mundo, así como la presencia de temas relacionados a la exportación de café, asuntos de actualidad como el Bitcoin, estudios sobre países asiáticos como China o Singapur y de infraestructura costarricense donde se menciona el Canal Seco y un aeropuerto metropolitano.

Figura 4

Categorías de tesis propuestas: Medio ambiente y sostenibilidad



Nota. Elaboración propia.

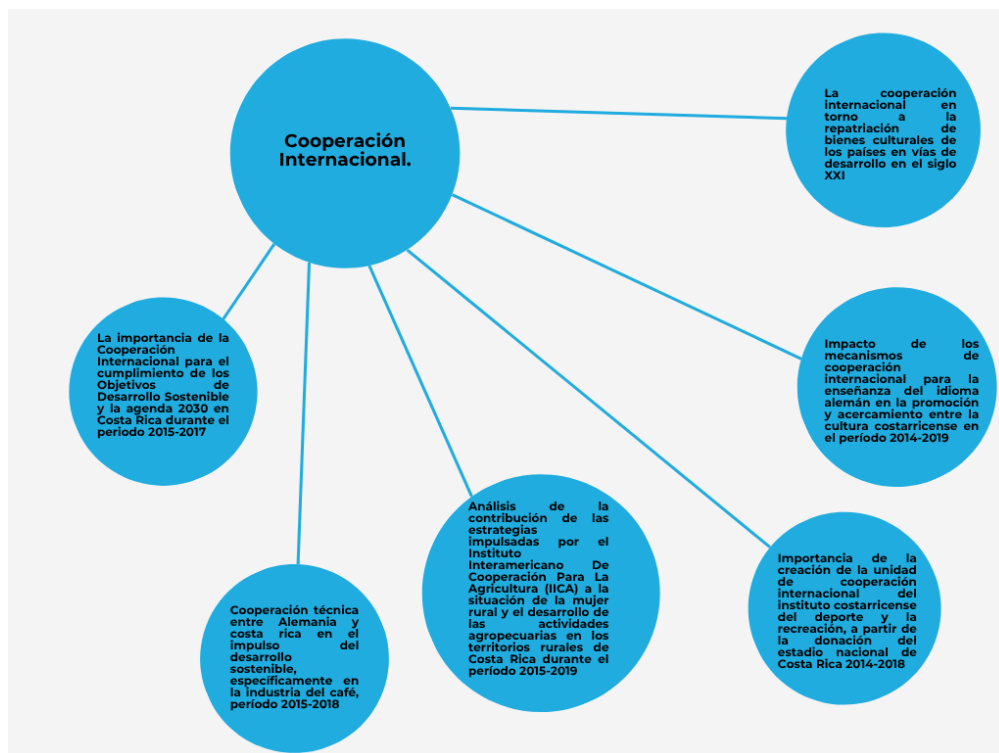
Por otro lado, la figura 4 presenta los resultados del segundo tema más estudiado: medio ambiente y sostenibilidad. Este tema en particular constituye una de las características por las que Costa Rica es ampliamente reconocida a nivel internacional.

Este interés por los estudios ambientales se combina con la tercera tendencia de TFG más estudiada entre los estudiantes de la carrera de Relaciones Internacionales de esta universidad, que corresponde a la temática de cooperación internacional. En la figura 5 se muestran los resultados del análisis para este tema, donde se destaca su nivel de especialidad. Esta constituye uno de los campos más técnicos de las Relaciones Internacionales, ya que no se aborda mediante

un énfasis en específico, sino que se encuentra intrínsecamente relacionado con el interés sobre los temas medio ambientales.

Figura 5

Categorías de tesis propuestas: Cooperación Internacional

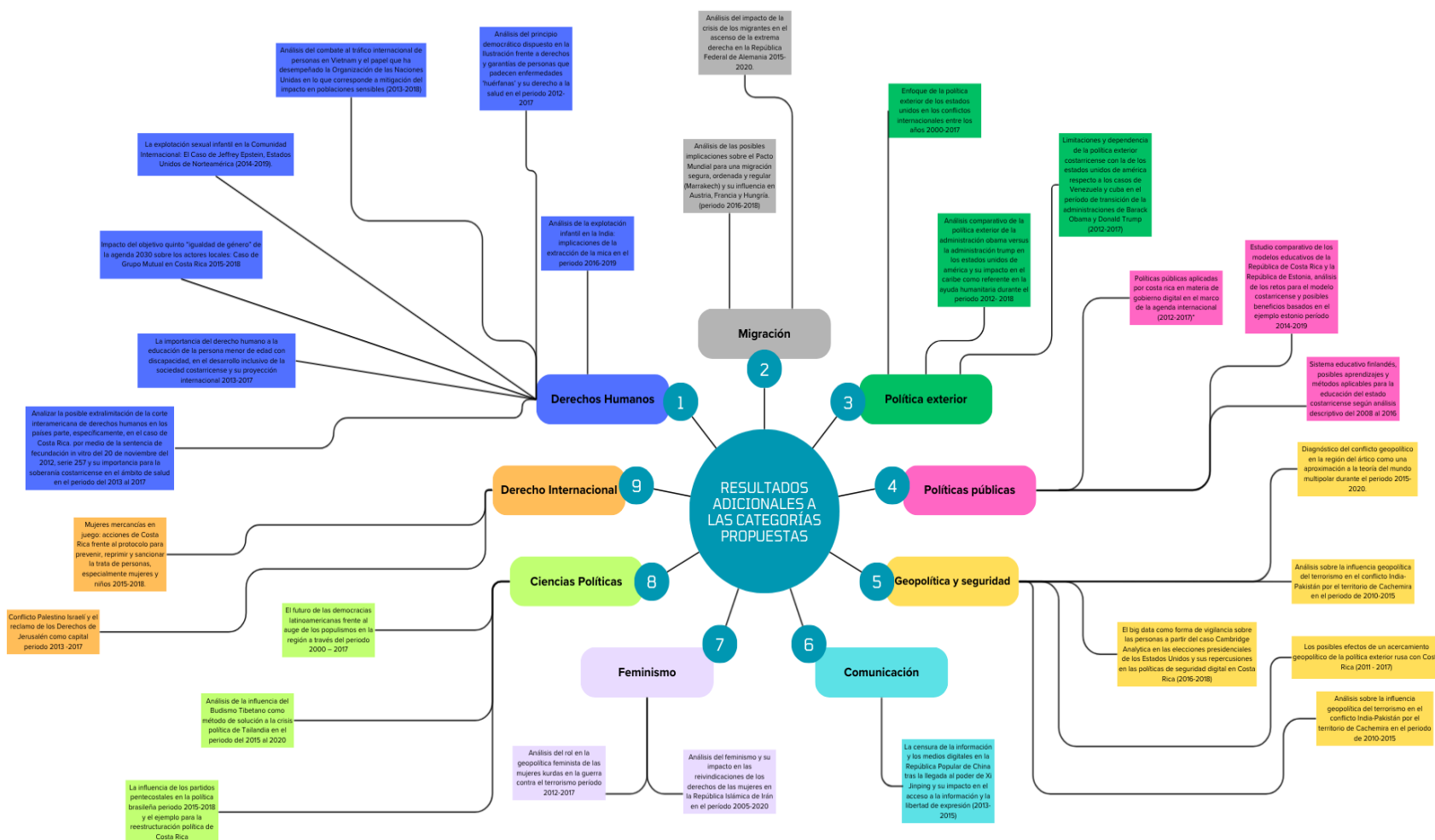


Nota. Elaboración propia.

A partir del análisis de estas tres tendencias, se plantea una perspectiva fundamentada en los datos provenientes del repositorio universitario, donde se evidencia un alto valor multidisciplinario. Estas tendencias no solo son relevantes para la carrera de Relaciones Internacionales, sino que también se alinean con las dinámicas internacionales y con la evolución del sistema internacional. Así, se identificó un patrón entre las categorías propuestas y aquellas vinculadas al contexto, lo que permitió obtener resultados adicionales a los inicialmente previstos.

Figura 6

Resultados adicionales a las categorías propuestas



Nota. Elaboración propia.

La figura anterior expone los resultados del análisis de ATLAS.ti sobre las tendencias que no fueron abordadas según el contexto. Aquí se puede observar que la mayoría de la producción académica, representada con color rojo, es sobre temas relacionados a derechos humanos, mientras que la representada con verde corresponde al área de la geopolítica; en ambos casos, se destaca el interés investigativo del estudiantado.

Entre los TFG analizados se rescatan otras tendencias de menor frecuencia como la comunicación, la política exterior, las políticas públicas, los temas migratorios, las ciencias políticas, los feminismos y el derecho internacional.

Uno de los factores que más consolidan el estudio de la geopolítica es su capacidad para vincularse directamente con diversas áreas del conocimiento mencionadas anteriormente. Esto la posiciona como una tendencia altamente flexible que puede que puede aplicarse tanto para el análisis de la política exterior como a los intereses que subyacen a los movimientos sociales. Todo este recorrido evidencia no solo las tendencias de investigación en los TFG, sino también la capacidad multidisciplinaria de la carrera y la correlación existente entre las distintas áreas, como reflejo de la naturaleza cooperativa o conflictiva de las relaciones entre los Estados.

Líneas de Investigación

El análisis de las tendencias mencionadas anteriormente permite identificar patrones que evidencian cuáles son las temáticas que tanto la academia hispanoamericana como la carrera de Relaciones Internacionales en la Universidad Internacional de las Américas han promovido. Esto permitió la delimitación de áreas de estudio acordes con el contexto regional y nacional, orientando así las investigaciones de estudiantes y docentes hacia la atención de necesidades actuales en el ámbito académico y profesional, las cuales se exponen a continuación.

Geopolítica

La identificación de la geopolítica como línea de investigación resulta especialmente relevante para la carrera de Relaciones Internacionales, ya que constituye una de las herramientas que fortalecen el pensamiento crítico en la disciplina. En esta línea, Mena (2022) destaca que la geopolítica, la geoeconomía, la seguridad internacional y la estrategia son áreas de estudio fundamentales para orientar la política exterior de un país. Asimismo, el análisis de los TFG evidencia un interés creciente por esta temática, tal como lo señala la licenciada Pamela Ramírez mencionó en la entrevista realizada para esta investigación:

La geopolítica, en realidad, es el medio por el cual logramos desmenuzar muchísimos de los conflictos que existen a nivel internacional y nos permite verlo desde ese conjunto de elementos que, para muchos, pueden ser elementos aislados, pero para nosotros el mismo entramado del análisis de la conflictividad nos permite entender realmente lo que es el trasfondo. (Pamela Ramírez, comunicación personal, 26 de enero del 2023)

Desde su amplia trayectoria como tutora de proyectos de tesis, Ramírez aporta una perspectiva sobre las líneas de investigación, claramente alineada con la realidad de las aulas (las transcripciones completas de las entrevistas se presentan en el Apéndice 1). Esto se debe a que gran parte de las tendencias identificadas responden a la inclinación que los estudiantes presentan sobre temas de actualidad y que, en algunas ocasiones, también integran los contenidos que se abordan en los cursos de la carrera en la universidad estudiada.

Klare (2008) explica que un tema como la disputa por los recursos energéticos constituye una parte fundamental de la base de la política internacional contemporánea y replantea el mapa de poder. Esta idea permite visualizar cómo la geopolítica articula temas de naturalezas distintas para interpretar el comportamiento del ajedrez mundial, el cual, desde una mirada académica, se encuentra en constante replanteamiento.

Comercio Exterior

Esta línea de investigación se identificó gracias al peso que tiene dentro del contexto y su amplia capacidad para desarrollar trabajos de investigación académica delimitada al objetivo de estudio de las Relaciones Internacionales. A diferencia de una tendencia de investigación basada en el comercio o los negocios internacionales, orientada hacia las ciencias económicas o empresariales, en el ámbito laboral pueden ser un complemento entre las necesidades de una empresa o corporación; sin embargo, en este caso, para efecto de una investigación académica o científica, es necesario definir esta objetividad disciplinar.

En este sentido, el comercio exterior representa una ventana de oportunidades para el abordaje de temas de innovación y tecnología, más allá de las temáticas tradicionales. El estudio constante de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), el Big Data o la Inteligencia Artificial (IA) forman parte del contexto globalizador que impulsa el crecimiento o desarrollo de la competitividad. Un profesional en Relaciones Internacionales tiene la capacidad de abordar cualquiera de estas áreas desde una perspectiva orientada al análisis de las consecuencias y oportunidades de apertura de mercados, tanto para el país, en el caso de la exportación de servicios costarricenses, como también de empresas transnacionales, promoviendo una mayor internacionalización de productos y servicios. Sobre este punto, Ramírez (2023) ofrece la siguiente apreciación:

Donde podemos ver ese factor diferenciador a partir de las investigaciones en las que he sido tutora puedo hablar, por ejemplo, de un análisis enfocado en vincular áreas nuevas, cuando hablamos de las economías de colores, economía naranja basada en la cultura, en la creatividad, economía amarilla en tecnología, economía verde en recursos naturales, economía azul en los recursos marinos, entonces, ese interés es porque nos permite tener

un análisis desde una perspectiva mucho más innovadora. (Pamela Ramírez, comunicación personal, 26 de enero del 2023)

De esta forma es esencial para un profesional con énfasis en comercio exterior entender la naturaleza del Comercio Internacional como una base. Keohane y Nye (1977) explican la importancia de estudiar el comportamiento del sistema internacional de las últimas décadas y de esta forma entender su evolución actual mediante los diferentes retos y desafíos que las diversas redes de información que plantea el paradigma. Se observa que:

La relación directa que existe entre la disciplina y la academia nos lleva a que los estudiantes, específicamente de la Licenciatura de Comercio Exterior, tengan la oportunidad de profundizar en muchos de los temas desde una visión muy distinta de la que se genera en otras disciplinas o de las otras áreas del conocimiento que son un poco más concretas o más inflexibles. (Pamela Ramírez, comunicación personal, 26 de enero del 2023)

Para la carrera de Relaciones Internacionales en la UIA las investigaciones en esta área son fundamentales. Todo estudiante que decida especializarse en comercio exterior debe cumplir este requisito al finalizar su carrera. Una gran cantidad de problemáticas en esta área pueden ser estudiadas a fondo mediante el cumplimiento de uno de los aportes más importantes que ofrece la academia: el desarrollo de una reflexión orientada hacia la practicidad de la disciplina. Esto adquiere una relevancia particular en un país donde gran parte de las decisiones sobre política exterior están vinculadas a los intereses comerciales y donde la carencia de avances en competitividad limita su posicionamiento como un referente para la inversión.

Medio Ambiente y Sostenibilidad

La realidad global se enfrenta a una problemática medioambiental que puede afectar de manera distinta a cada individuo o grupo social. Sin embargo, el resultado de su desatención tendrá consecuencias globales, por esta razón el tema medioambiental es trascendental, debe promoverse desde cualquier frente académico y ser parte transversal de todos los planes de estudios.

Los datos analizados muestran que, en los TFG, las tendencias investigativas en Hispanoamérica y en la relación con el contexto del país otorgan importancia al estudio tanto de la promoción como de los impactos que tienen los temas sobre cambio climático, sostenibilidad y medio ambiente en las Relaciones Internacionales, donde se incluye considerar que las acciones deben ser sostenibles en el tiempo, de ahí que se menciona como parte de la línea de investigación.

Además, es fundamental la generación de alianzas estratégicas que permitan a la academia y al ejercicio de la disciplina potenciar oportunidades y fortalecer su impacto. Sobre este punto, la internacionalista entrevistada señaló que:

Al alinearnos a lo que son los Objetivos de Desarrollo Sostenible, de la mano de la agenda internacional, o incluso cuando empezamos a estudiar la participación de muchos de los organismos internacionales en Costa Rica, en cada uno de los cursos podemos ir entendiendo como las personas tienen esa sensibilización, y entonces la motivación para generar un impacto positivo a través de sus investigaciones, se ve más marcado. (Pamela Ramírez, comunicación personal, 26 de enero del 2023)

Coballo y Apolo (2018) refuerzan lo anterior al identificar la coherencia existente entre la Agenda 2030 y organizaciones internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). A través del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS-

4), centrado en la educación, se destaca el papel de esta como un medio para abordar programas globales, regionales, nacionales y locales. Esto permite promover la ética ambiental y demás valores asociados a la sostenibilidad, aportando una visión compleja, sistemática, holística e integral. Todo ello busca generar un impacto sostenible y regenerativo en beneficio del “jardín de la humanidad” mediante la investigación.

Cooperación Internacional

Desde el contexto de la carrera de relaciones internacionales en la UIA y la realidad país, la cooperación internacional se presenta como una tendencia de investigación que ha permitido a los estudiantes buscar y estructurar ideas de manera que sus resultados sean aplicables o sean dirigidos hacia un potencial beneficiario. Durante la entrevista, Ramírez (2023) explica que “el tema de la cooperación internacional es una de las áreas más flexibles de las Relaciones Internacionales, y por los cuales también se generan muchas de estas vinculaciones a nivel global”. Así, la cooperación internacional es vista como forma de entender esta realidad en la práctica.

Sanahuja (2011) considera que existen una serie de organizaciones a nivel mundial como el Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD), el Banco Mundial y la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en las que participan países emergentes con mayor peso y aspiraciones, que desafían las jerarquías del sistema más tradicionales. Esta situación constituye la apertura de un camino con carácter multipolar. Para las Relaciones Internacionales en el contexto costarricense, el acceso a los datos de la OCDE puede constituir una fuente valiosa de estudio para comprender el desarrollo del país y las buenas prácticas que esta organización promueve e impulsa.

En efecto, puede retomarse la línea de pensamiento que expone el Consejo Universitario Andino (2011), según la cual la cooperación internacional constituye un medio para mejorar la calidad y el alcance de las investigaciones académicas, especialmente en lo que respecta a la relevancia y la efectividad de la ayuda, la cooperación al desarrollo y su funcionamiento en países que buscan

emerger de la renta media y proyectar avances sociales. En este sentido, la carrera de Relaciones Internacionales de la UIA puede adoptar una postura que se alinee con estos planteamientos.

Derechos Humanos

Si bien las líneas de investigación descritas anteriormente están orientadas en su mayoría al análisis de las dinámicas de interacción del sistema internacional, cabe reconocer que la dignidad de la humanidad tiene un vínculo directo con las Relaciones Internacionales, a través del abordaje de los derechos humanos (DD. HH.), entendidos como rama del derecho. En este sentido, los DD. HH. se identifican como una línea de investigación en Relaciones internacionales, debido a que constituyen un ámbito de impacto internacional que puede ser objeto de análisis en esta la disciplina.

El estudio de los DD. HH. permite al investigador abarcar diferentes aristas que van desde enfoques ambientales, feminismos, migraciones, pobreza o desigualdad, permitiendo el desarrollo de análisis con alta consciencia social y pertinente a las problemáticas que afectan tanto a Costa Rica como a gran parte de la región. Sobre este aspecto, (Ramírez, 2023) enfatizó que:

Entender los derechos humanos a partir de efectos sociales como lo son las migraciones, o incluso el que ha sido el papel preponderante de la mujer a partir de las diferentes formas del feminismo, también nos van abriendo diferentes brechas de estudio. El tema es el mismo, pero la forma en la que lo abordamos a partir de esta visión más multidisciplinaria nos permite generar investigaciones cada vez más enriquecedoras. (Pamela Ramírez, comunicación personal, 26 de enero del 2023)

Una línea de investigación como los DD. HH. permite un monitoreo actualizado de las problemáticas asociadas, así como un estudio social y cultural que resulta fundamental para el

análisis de casos. Esta temática puede ser abordada con mayor profundidad desde las Relaciones Internacionales, debido a que constituye un pilar de política exterior costarricense. Además, según el nivel de especialización, puede contribuir a la universalización de estos derechos, considerando los comportamientos éticos en la política internacional, el accionar de los Estados en contextos de conflictividad, la promoción del respeto por el derecho internacional humanitario y las condiciones presentes en zonas de guerra o de tensiones militares.

Con esta línea de investigación el investigador cuenta con una amplia gama de posibilidades de estudio. Sin embargo, no debe perderse de vista que el ejercicio del derecho, como disciplina jurídica, queda fuera del objeto de estudio de las Relaciones Internacionales, a pesar de que su comprensión resulta fundamental para el internacionalista, ya que trasciende hacia el análisis del comportamiento del Estado, la soberanía y la creación de políticas públicas que se vinculan con los DD. HH., el derecho internacional y las dinámicas de cooperación y conflicto en el sistema internacional.

En la siguiente figura se puede ejemplificar con respecto a las tendencias encontradas cuáles son las líneas de investigación formuladas a partir del presente trabajo, de esta forma la finalidad del documento demuestra tendencias de una misma área de conocimiento, pero donde prevalecen términos más afines a la realidad de la carrera, como es el caso de Comercio Exterior.

Figura 8

Líneas de investigación de la carrera de Relaciones Internacionales en la UIA



Nota. Elaboración propia

Estas líneas de investigación cumplen con el proceso de la investigación esperado y de manera certera generan la ratificación de un patrón entre el contexto, las tendencias a nivel hispanoamericano y los Trabajos Finales de Graduación de la Carrera de Relaciones Internacionales de la UIA, en donde se permite tener mayor claridad de cuál debe ser proyección de los procesos investigativos de forma más estratégica.

Además, se procesaron estos resultados mediante operadores booleanos en Google Académico, como se observa en la tabla 1, con el fin de conocer la relación existente entre las tendencias

Figura 9

[illegible]

Mediante estos datos se determina que existe una gran cantidad de documentación publicada que responde a estas tendencias de investigación, especialmente en el área relacionada a los derechos humanos, medio ambiente y sostenibilidad, ambos con una cantidad de más de 15 000 resultados. Por otro lado, Comercio Exterior y Cooperación Internacional mantienen un resultado

superior a 10 000 publicaciones y, por último, con un aproximado de 9 000, la categoría de geopolítica muestra un total de 61 970 obtenidos entre las cinco líneas de investigación.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El presente estudio bibliométrico permitió analizar la información vinculada con temas prioritarios en el campo de las Relaciones Internacionales. Sin embargo, se identificó una característica relevante: la amplitud de las áreas encontradas. A diferencia de lo observado en estudios previos sobre revistas académicas a nivel hispanoamericano, donde los enfoques suelen delimitarse más a una sola área específica, este análisis evidencia una mayor diversidad en las líneas de investigación. Dicho hallazgo implica la necesidad de considerar que las líneas de investigación identificadas deben ser pertinentes y viables para distintos niveles de investigación académica, incluyendo trabajos finales de graduación (TFG), tesinas, tesis de grado y otros procesos desarrollados por docentes investigadores.

Esta delimitación permite a la investigación hacer referencia a la producción que provenga de escuelas de enseñanza similares a la UIA o posibles referentes para esta, dicha consideración se basa en abarcar contenido en español creado en el continente americano, tomando en cuenta que las necesidades o realidades españolas se ven afectadas por dinámicas distintas a las que se enfrentan países como Argentina, Colombia y Costa Rica, como los principales resultados de la búsqueda bajo estas características mencionadas anteriormente.

Estas tendencias responden a una triangulación de aspectos relevantes para la construcción del conocimiento desde la academia, con el objetivo de preservar una característica esencial de la investigación: la innovación. Esta característica, considerada clave, justifica la necesidad de que estas áreas de interés mantengan cierto grado de flexibilidad. No obstante, uno de los propósitos de este trabajo es precisamente evitar la dispersión temática, la cual puede observarse en la figura 6 donde la muestra revela una cantidad significativa de temáticas abordadas, pero que no logran consolidarse como líneas de investigación con una orientación clara o una tendencia predominante.

En caso de que un estudiante o docente desee desarrollar una investigación que no se enmarque directamente en las líneas de investigación establecidas, puede recurrir a la naturaleza multidisciplinaria de las Relaciones Internacionales. Esto permitiría enfocar el problema desde otra área del conocimiento, siempre que los aportes teóricos y los resultados obtenidos contribuyan significativamente con al fortalecimiento de alguna de las líneas de investigación priorizadas. Asimismo, es posible que la investigación integre dos temáticas vinculadas a dichas líneas, aunque en la mayoría de los casos, el problema de investigación se articule únicamente a una de ellas.

La realidad de las relaciones internacionales como disciplina es variable según su enfoque, el efecto multidisciplinar genera temas de análisis de forma que se acerquen a diferentes disciplinas de estudio o que intenten producir desde el mismo concepto de Relaciones Internacionales como reafirma Sarquis (2002), en donde destaca la multidisciplinariedad como punto diferenciador a otras disciplinas que por naturaleza son más especializadas, por lo que se requiere encontrar objetos de estudios que plantean instancias de alta complejidad que no permiten temas simplistas ni básicos, lo que genera que las áreas de conocimiento puedan ser bastante distintas y encuentren afinidades según el entorno donde sean desarrolladas.

Un aspecto que, según el contexto de la carrera, no evidenció una tendencia clara en los resultados es el estudio de la diplomacia. Considerando que la carrera de Relaciones Internacionales de la UIA cuenta con un énfasis específico en esta área, resulta pertinente destacar que podría tratarse de una línea de investigación emergente, particularmente vinculada al análisis de la política exterior. Es común que los estudiantes que optan por esta especialización seleccionen temas de actualidad nacional o de coyuntura internacional como base para el desarrollo de sus TFG, lo cual refuerza su potencial como línea de investigación en consolidación.

Si bien es cierto la integración regional tiene un objetivo de estudio altamente considerado desde la economía, el hecho de que afecte la política exterior o comercial de los países involucrados mediante una convergencia de políticas en bloque, permite su estudio mediante las Relaciones

Internacionales como disciplina que se vuelve fundamental para abordar posibles repercusiones en políticas o estudios que promuevan la crítica o mejoras en la región.

En el caso de la línea de investigación en Comercio Exterior, se prioriza este término por encima de “comercio internacional” y “negocios internacionales”, con el fin de orientar al investigador para que el objeto de estudio se mantenga alineado con los problemas propios de las Relaciones Internacionales. Si bien esta área presenta una fuerte influencia de otras disciplinas, se identifican temas recurrentes en los trabajos analizados, tales como la investigación de mercados externos, los procesos de internacionalización, la política comercial, las exportaciones e importaciones, así como el posicionamiento de la marca país.

Se desarrolla una de las tesis de Keohane y Nye (1977), en la que la teoría de la interdependencia fomenta las normas y procedimientos que guían a los Estados o a los mismos actores transnacionales la investigación sobre políticas monetarias efectivas, como lo pueden ser regulaciones de las corporaciones multinacionales o la constante innovación en las tendencias del comercio internacional que promueven en los intereses de inversión, importación y exportación, lo cual es parte de la necesidad que recae en la preponderancia de estudiar las interacciones de esta índole por parte de Costa Rica ante el resto del mundo.

Esta tendencia de investigación enriquece la multidisciplinariedad de las Relaciones Internacionales y la aleja de sus bases meramente históricas y políticas teóricas, para moverla hacia un campo que puede producir material que estudie posibles beneficios de la diversificación del comercio exterior, considerando que Estados Unidos siempre ha sido el aliado comercial más importante para Costa Rica. Con ello, Europa, el mundo multipolar y la realidad internacional brindan oportunidades para mercados como Asia Pacífico o la opción del acercamiento a posibles socios comerciales del medio oriente.

También Keohane y Nye (1977) incluyen los nuevos sujetos a la conformación del sistema internacional debido a la búsqueda constante de agilizar el comercio, sin descartar los shocks externos que puede sufrir el comercio internacional, las crisis económicas y la constante

búsqueda de la expansión del globalismo transnacional que disminuyen o aumentan los flujos comerciales entre entes estatales y no estatales.

La posición de Costa Rica ante estas dinámicas es de alto interés para el estudiantado, como también la examinación de resultados de acuerdos comerciales, tratados de libre comercio, investigaciones de mercados para aumento de las exportaciones a un determinado país o de las balanzas comerciales y las oportunidades que Costa Rica posee, los cuales son parte de los temas recurrentes que se encuentran entre las preferencias.

La importancia de mantener las líneas de investigación claras radica en evitar una producción académica dispersa dentro del ámbito de las Relaciones Internacionales, ya que podría obstaculizar una adecuada formulación y ejecución de los temas de estudio. Según Zuinaga (2015), la disciplina se caracteriza por una contextualización dinámica, en la que el debate teórico se nutre de diversas posturas.

Aunque las revistas encontradas mencionan áreas del conocimiento importantes para la disciplina, no hay que dejar de lado que temas como la migración, el crimen organizado y la gobernanza en las escuelas de Relaciones Internacionales se abordan desde los derechos humanos, los cuales usualmente son vinculados con el apoyo a la Agenda 2030 como un ejemplo de cómo pueden ser asociadas las tendencias encontradas con temas de realidad internacional.

Centeno (2008) considera que las Relaciones Internacionales no solamente están conformadas por realistas o neorrealistas que monopolizan en gran parte el sesgo anglosajón de esta tendencia, por lo que, los Derechos Humanos están en el núcleo duro del desarrollo disciplinar, promoviendo las visiones idealistas o constructivistas del mundo; es así como así el autor destaca que los temas como los feminismos, género, medioambiente, desarrollo sustentable, globalización, democracia o migraciones se deben estudiar, puesto que forman parte de los asuntos que afectan directamente a las Relaciones Internacionales.

Esta condición de país referente en medio ambiente y sostenibilidad plantea desafíos importantes, ya que implica responder proactivamente a una crisis ambiental global mediante la articulación de su política interna y externa frente a estos retos. Si bien es cierto que la tecnicidad de los temas medio ambientales corresponde a ramas disciplinares específicas, todo proyecto o iniciativa genera una afectación considerable para un colectivo. De esta forma, las Relaciones Internacionales tienen la capacidad de aportar desde diversos enfoques, ya sea mediante la adaptación de proyectos según la naturaleza cultural de los involucrados, el análisis medible del impacto social o cultural para una adecuada gestión del conocimiento o el análisis de la información producida por instituciones como organismos internacionales, ONG o el propio Estado, así como su correcta difusión.

En este caso, se rescata la importancia de hablar sobre bases teóricas que promuevan una producción consciente de la realidad de la región y gran parte del escenario global, donde el desarrollo sostenible no es suficiente y debe considerar evolucionar al estudio del desarrollo regenerativo para una verdadera incidencia en el ecosistema.

Desde una esfera de carácter público o privado, el medio ambiente y la sostenibilidad pueden ser abarcados desde la misma cooperación internacional, González-Molina y Gomera-Martínez (2021) comentan que la perspectiva sostenible puede impulsar la generación de proyectos, ya sea por medio de su impacto a los ODS, por medio de los fondos de cooperación de donantes a sectores locales, reproducción de correctas prácticas sostenibles o replicación de programas de concientización, el cual se puede ver beneficiado por el un estudio académico previo que vincule la problemática con estas posibilidades.

Además, es importante considerar que los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 son iniciativas promovidas por la Carrera de Relaciones Internacionales de la UIA, ya que se ofrece una hoja de ruta para los estudiantes desde una perspectiva internacionalista. Esta orientación les permite identificar problemáticas globales desde las aulas, las cuales finalmente se traducen en la formulación de sus TFG.

No obstante, la cooperación internacional promueve temas de derechos humanos, medio ambiente y sostenibilidad primordialmente entre las tendencias encontradas, pero se entiende su ejecución como una forma de canal que permite nuevamente unir áreas disciplinares más teóricas hacia la práctica.

Considerando que Costa Rica es miembro activo de la OCDE, que mantiene buenas relaciones con organismos que promueven la cooperación internacional y que brinda cooperación técnica a otros países de la región, es destacable su estudio como parte de los posibles resultados. La gestión del conocimiento y el acercamiento de la academia a la práctica de esta rama puede crear grandes beneficios para los involucrados, de igual forma incentivar la investigación de las posibilidades de cooperación descentralizada como parte de las tendencias de actualidad.

Una de las características de la cooperación internacional como línea de investigación es su carácter práctico. También se reconoce especialmente por la formulación de proyectos y la capacidad de crear marcos lógicos para la planificación, gestión y evaluación de su impacto. En Relaciones Internacionales, la investigación conlleva el desarrollo de análisis que aporten contextualizaciones políticas, sociales, culturales y ambientales para la obtención de diagnósticos más certeros sobre las poblaciones involucradas; en muchas ocasiones, estos resultan inherentes a la cooperación y al desarrollo como parte de la realidad de la región.

Entre ellas, la quinta tendencia con mayor preponderancia corresponde a los estudios de carácter geopolítico, cuya relevancia es fundamental para la profundización de la disciplina. López (1995) señala la visión de Nicolás Spykman, quien explica el poder ejercido por los actores en las mismas dinámicas de interacción del sistema internacional previamente mencionadas, destacando la supremacía o la hegemonía como factores que configuran polos de poder y estos deben ser estudiados desde la academia, especialmente en un mundo que progresivamente se orienta hacia la multipolaridad.

En este marco, la gobernanza global presenta una gran cantidad de aristas que responden a factores diversos y fenómenos como los conflictos y las guerras se tornan cada vez más difusos y

complejos, haciendo imposible un análisis simplista. La volatilidad del sistema internacional transforma constantemente sus dinámicas, obligando al investigador a reconsiderar sus objetos de estudio desde perspectivas y marcos teóricos nuevos, reafirmando la necesidad de una flexibilidad crítica acompañada del rigor metodológico que caracteriza a la investigación, posicionando la línea de investigación de geopolítica como eje clave para la disciplina.

La multipolaridad del sistema internacional, como menciona Duguin (2015), realinea y desafía los sistemas clásicos de pensamiento occidental. Desde una perspectiva académica, es importante estudiar el futuro de la disciplina ya no desde el sistema westfaliano del mundo, sino conforme a realidades que van más allá de aliados ideológicos, lo que abre paso a que revistas como esta tengan claridad en su corriente de pensamiento referentes a los cambios de paradigmas.

El ejercicio del poder puede analizarse desde diversas disciplinas de las Ciencias Sociales, donde las unidades de análisis permiten comprender el comportamiento del individuo. En este sentido, las Relaciones Internacionales amplían el enfoque al considerar el accionar de un conglomerado de individuos que comparten creencias, un territorio o una causa en común y que pueden ser comprendidos como actores internacionales. Bajo esta perspectiva, conceptos como el poder inteligente (*smart power*), el poder duro (*hard power*) o el poder suave (*soft power*), son fundamentales para entender no solo la posición de Costa Rica en el ámbito internacional, sino también las razones por las cuales los Estados actúan en el escenario global y toman decisiones que generan implicaciones prospectivas, las cuales son esenciales para el análisis de un internacionalista.

Anteriormente se mencionó la particularidad de que esta tendencia puede ajustarse a otras áreas de la disciplina. Esta idea respalda la necesidad generar conciencia sobre la importancia de abordar el estudio con datos reales que permitan al internacionalista realizar una investigación crítica del sistema y, según el nivel de profundidad, proponer alternativas viables para ejecutar acciones claves

La pertinencia de los TFG y las investigaciones realizadas por el cuerpo docente tiene el potencial de generar producción académica cada vez más alineada a tendencias específicas y en consonancia con la evolución del sistema internacional. Debido a que el presente estudio abarcó las tesinas y tesis con ambos énfasis, se espera que, a partir de las líneas de investigación identificadas, se logre orientar futuros trabajos de investigación más delimitados hacia dichas temáticas. Esto permitirá consolidar tendencias de estudio definidas, en tanto la generación del conocimiento se especialice en nuevas corrientes fundamentadas en los hallazgos presentados en este artículo.

Estas tendencias abordan la multidisciplinariedad que Sarquis (2002) relaciona con la disciplina, las que distan de las bases usuales e históricamente alienadas, esto partiendo del hecho de que el estudio académico de los eventos internacionales debe adaptarse a diferentes desafíos como cambios de gobierno, de pensamiento, situaciones ambientales, conflictividad o el mismo desgaste de paradigmas que ya no se acoplan a la forma en que se mueven los asuntos internacionales siendo parte del desafío al que se enfrenta la producción académica o científica. Por ende, a continuación, se presentan por medio de diversas figuras las tendencias más investigadas en los TFG que permiten hacer la comparativa con las líneas de investigación de las revistas analizadas.

Este documento también puede servir como insumo para el análisis actualizado de los enfoques que actualmente configuran las Relaciones Internacionales, especialmente en contextos académicos o de revisión de mallas curriculares. Lo anterior resulta relevante si se toma en consideración que muchos planes de estudio aún se fundamentan sobre bases tradicionales, sean políticas, económicas, históricas y jurídicas, que dejan de lado enfoques emergentes. En este sentido, los hallazgos permiten visualizar un perfil de egreso más acorde con las demandas actuales del ejercicio profesional del internacionalista y con las dinámicas del entorno laboral contemporáneo.

Considerando lo anterior, se abre la posibilidad de que la academia gestione proyectos de investigación desarrollados por profesionales que contribuyan directamente a la resolución de problemas relevantes para los empleadores. Un ejemplo de ello es la afinidad entre la línea de investigación de Comercio Exterior y agencias gubernamentales como la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER), lo cual podría generar oportunidades concretas de colaboración en investigación orientadas al fortalecimiento de la disciplina. De esta manera, se promueve la vinculación activa entre distintos sectores y líneas de investigación, promoviendo un mayor involucramiento de la academia en el entorno nacional e internacional.

Además, resulta fundamental que la Universidad Internacional de las Américas, a través de la carrera de Relaciones Internacionales, promueva la divulgación de los resultados presentados en este artículo. Estos hallazgos ofrecen una contextualización tanto nacional como internacional sobre las tendencias investigativas, lo cual puede contribuir significativamente al fortalecimiento del ejercicio profesional del internacionalista, a la labor docente y a la formación de un estudiantado comprometido con el desarrollo científico de la disciplina y la generación de conocimiento.

RECOMENDACIONES

En este sentido, se propone que futuras investigaciones actualicen y refinen las líneas de investigación propuestas, de acuerdo con la evolución de la producción académica. Estas líneas podrían ser diseñadas específicamente para las tesinas de bachillerato y podrían especializarse aún más para cada uno de los énfasis a nivel de licenciatura. De este modo, este primer estudio bibliométrico se posiciona como un punto de partida para la construcción de una estructura más sólida, tanto para la carrera de Relaciones Internacionales, como para el fortalecimiento de la cultura investigativa en la Universidad Internacional de las Américas.

Además, se considera pertinente fortalecer la búsqueda mediante operadores booleanos que permitan profundizar en el análisis de posibles tendencias en diferentes repositorios, de manera

que se cubra una mayor cantidad de producción académica a nivel hispanoamericano, tomando en consideración una mayor delimitación tanto temporal como temática.

Por lo tanto, según el interés del futuro investigador, se sugiere el uso de programas basados en inteligencia artificial (IA) que permitan obtener resultados de forma eficiente y que, desde un punto de vista metodológico, se presenten como recursos innovadores y adaptados a las posibilidades actuales. En particular, se recomienda el uso de herramientas de IA especialmente diseñadas para análisis bibliométricos, ya que amplían el espectro de búsqueda al facilitar el acceso a diversos repositorios y bases de datos en la web.

REFERENCIAS

- Betancourt, P., Pinto, S. (2021). *Mapas bibliométricos de la cooperación científica de Venezuela: caso China*. Centro de investigación chino latinoamericano. Caracas. Venezuela. [mapa bibliometrico cooperacion china venezuela.pdf](#).
- Cantero, D. (2014). *Teoría fundamentada y ATLAS.ti: recursos metodológicos para la investigación educativa*. Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412014000100008
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Nuevos paradigmas y desafíos. Perspectivas sobre la cooperación internacional para el desarrollo en transición*. Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44121/S1800936_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Collado, J., Apolo, D. (2018). Ética y valores: Una perspectiva transdisciplinaria desde la ecología de saberes. <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/459>
- Consejo Universitario Andino – CONSUAN (2011). El sector académico frente a la cooperación internacional al desarrollo. (pp. 1-45). Universidad ICESI. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/67906/1/consu_lima.pdf
- Duguin, A. (2015). La multipolaridad definición y diferenciación entre sus significados.

<https://www.perio.unlp.edu.ar/catedras/wp-content/uploads/sites/101/2020/04/DUGIN.-2015.-LA-MULTIPOLARIDAD.-DEFINICIO%CC%81N-Y-DIFERENCIACIO%CC%81N-ENTRE-SUS-SIGNIFICADOS.pdf>

Duque, P, Trejos, D, Hoyos, O y Chica, J. (2021). *Finanzas corporativas y sostenibilidad: un análisis bibliométrico e identificación de tendencias.*

<https://doi.org/10.22395/seec.v24n56a1>

Duroselle, J.-B. (1952). *El estudio de las Relaciones Internacionales: Objeto, método, perspectivas.*

Grupo de Estudios de Relaciones Internacionales (GERI).

<http://dx.doi.org/10.15366/relacionesinternacionales2018.37.007>

Escuela de Relaciones Internacionales, Universidad Nacional. (2025). *Bachillerato y*

Licenciatura en Relaciones Internacionales. Recuperado el 1 de julio de 2025 de

<https://www.ri.una.ac.cr/index.php/carreras/bachillerato>

Fernández, E. (2020). Geopolítica y cooperación internacional:

Un estudio comparativo. *Revista Iberoamericana de Estudios Globales*, 15(3), 102-125. <https://www.redalyc.org/journal/5515/551559622003/html/>

García, M. A., & López, R. (2014). La cooperación internacional en el desarrollo local: Un

análisis desde la perspectiva latinoamericana. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 12(2), 45-67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36442240002>

Gómez, L., & Ramírez, C. (2021). La política exterior de Colombia en el marco de los

ODS. *Estudios Políticos*, 56, 231-250. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-51672021000200231

González, A. (2017). *Entre los objetivos de desarrollo y la realidad global* (Informe No.

42573). Universidad Complutense de

Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/42573/>

González, A. (2017). *Entre los objetivos de desarrollo y la realidad global* (Informe No.

42573). Universidad Complutense de

Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/42573/>

- González-Molina, A y Gomera-Martínez, A. (2021). *Producción científica de la universidad de córdoba relacionada con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la agenda 2030*.
https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/22897/informe_produccioncientifica_UCO-ODS_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Horna, V. (2012). *Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa*.
<https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentación.pdf>
- Keohane, R. O., & Nye, J. S. (2012). *Power and interdependence* (4th ed., pp. 1-87). Pearson.
[http://slantchev.ucsd.edu/courses/ps240/05%20Cooperation%20with%20States%20as%20Unitary%20Actors/Keohane%20&%20Nye%20-%20Power%20and%20interdependence%20\[Ch%201-3\].pdf](http://slantchev.ucsd.edu/courses/ps240/05%20Cooperation%20with%20States%20as%20Unitary%20Actors/Keohane%20&%20Nye%20-%20Power%20and%20interdependence%20[Ch%201-3].pdf)
- Klare, M. T. (2008). *Rising powers, shrinking planet: The new geopolitics of energy* (pp. 1-320). Metropolitan Books.
<https://geopolitica.yolasite.com/resources/Michael%20T.%20Klare%20Rising%20Powers%20C%20Shrinking%20Planet%20The%20New%20Geopolitics%20of%20Energy%200%202008.pdf>
- López, J. (1995). *La Geopolítica de Nicolás Spykman*. Universidad EAFIT.
<https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/f398df54-5556-4933-b780-5d9421e7fa58/content>
- López-Rodríguez, E, Calderón-Salguero, L y Mora-Ortiz, M. (2022). *La internacionalización de servicios: análisis bibliométrico y revisión sistemática de la literatura entre 2000 y 2021*. Revista Facultad de Ciencias Económicas.
<https://doi.org/10.18359/rfce.6008>
- Ortega, A. O. (agosto de 2018). *Enfoques de investigación*.
https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION
- Ravecca, P y Dauphinee, E. (2021). *Posibilidades y riesgos de la narrativa en relaciones*

internacionales y ciencia política.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-51672021000200231

Revista Relaciones Internacionales. (2024). Volumen 97, Número 2. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ri/issue/view/1491>

Sanahuja, J. (2011). Entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la cooperación sur-sur: actores y políticas de la ayuda al desarrollo en América Latina y el Caribe. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/42647>

Sarquís, D. (2002). La cuestión de la cultura en el estudio contemporáneo de las relaciones internacionales. <https://www.redalyc.org/pdf/384/38401308.pdf>

Tomás-Górriz, V y Tomás-Casterá, V. (2018). *La Bibliometría en la evaluación de la actividad científica*. <https://doi.org/10.22585/hospdomic.v2i4.51>

Universidad Internacional de las Américas. (s.f.). Licenciatura en Relaciones Internacionales. <https://uia.ac.cr/oferta-academica/grados/licenciatura/licenciatura-relaciones-internacionales>

Universidad Nacional. (s.f. a). Bachillerato en Relaciones Internacionales. <https://www.ri.una.ac.cr/index.php/carreras/bachillerato>

Universidad Nacional. (s.f. b). Cátedra OMC. <https://www.ri.una.ac.cr/index.php/programas/catedra-omc>

Vanhulst, J. (2018). *Pensar la sustentabilidad desde América Latina. Retrospectiva del discurso académico a partir de un análisis bibliométrico entre 1970 y 2012*. <https://www.redalyc.org/journal/5515/551559622003/html/>

Zuinaga de Mazzei, S.(2015). El enfoque de la geopolítica en el contexto de las relaciones internacionales en el nuevo milenio. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36442240002>

Zocca, G. (2021). *La bibliometría responsable, una disciplina relevante en la actualidad*. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132021000400001