

Scientia et PRAXIS

Vol. 05 No. 10-2025

eISSN 2954-4041



AMIDI
Academia Mexicana
de Investigación y Docencia
en Innovación



Volumen 05, Número 10

Julio-Diciembre 2025

eISSN: 2954-4041

<https://doi.org/10.55965/setp.5.10>

-Director AMIDI-

Dr. Juan Mejía-Trejo

Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

Miembros del Consejo Editorial:

-Editor en Jefe-

Dr. Carlos Gabriel Borbón-Morales

Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD-SECIHTI)
Hermosillo, Sonora

-Editor Asociado-

Dr. Carlos Omar Aguilar-Navarro.

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ- SECIHTI), Guadalajara, Jalisco, México.

-Comité Científico-

Dr. Guillermo Peinado

Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Santa Fé, Argentina.

Dr. Claudia De-Fuentes.

Saint Mary's University, Halifax, Nova Scotia, Canadá.

Dr. Jaime Antero Arango-Marin.

Universidad Católica Luis Amigó, Medellín, Antioquia, Colombia.

Dr. Héctor Ortiz-Cano

Northwestern University. Illinois, EUA.

Dr. Ángel Rodríguez-Bravo.

Asociación Científica para la Evaluación y Medición de los Valores Humanos (AEVA), Barcelona, España.

Dra. Norminanda Montoya-Vilar. ORCID.

Universidad Politécnica de Cartagena, España.

Dra. Antonia Madrid-Guijarro.

Dr. Domingo García-Pérez de Lema.

Universidad Politécnica de Cartagena, España.

Dra. Laura Nieves -Sierra García.

Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.

Dr. Jiachen Hou

University of Bradford. Reino Unido.

Dr. Yari Borbón-Gálvez

Universita Carlo Cattaneo: Castellanza, Lombardia, Italia.

Dr. Miguel Ángel Martínez-Téllez

Dr. José Angel Vega-Noriega

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD- SECIHTI),
Hermosillo, Sonora, México.

Dr. Ramón Jaime Holguín-Peña

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.
(CIBNOR- SECIHTI). La Paz, Baja California Sur, México.

Dr. Héctor González-Ocampo.

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo integral Regional (CIIDIR). Instituto Politécnico Nacional (IPN). Guasave, Sinaloa, México.

Dr. Eduardo Morales-Sánchez.

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA). Querétaro, Querétaro, México.

Dra. Emma Regina Morales García de Alba.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).
Guadalajara, Jalisco, México.

Dr. Gerardo Rodríguez-Barba

Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro especializado en Manufactura Avanzada y Procesos Industriales (CIATEQ-SECIHTI). Guadalajara, Jalisco, México.

Dr. Enrique Saldívar-Guerra

Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA- SECIHTI), Saltillo, Coahuila, México.

Dra. Paulina Elisa Lagunes-Navarro

Centro de Investigación e Innovación en TIC (INFOTEC- SECIHTI), Ciudad de México, México.

Dra. América Berenice Morales-Díaz

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad (CINVESTAV) Saltillo, Coahuila, México.

Dr. Clara Galindo-Sánchez

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE- SECIHTI), Baja California, México.

Dr. Antonio Aguilera-Ontiveros

Colegio de San Luis (COLSAN- SECIHTI), San Luis de Potosí, San Luis Potosí, México.

Dr. Yanga Villagomez-Velázquez

Colegio de Michoacán (COLMICH- SECIHTI), Zamora, Michoacán, México.

Dr. Héctor Medina-Miranda

Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS- SECIHTI), Guadalajara, Jalisco, México

Dr. José Tuxpan-Vargas

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT-SECIHTI). San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

Dr. Miguel Eduardo Equihua-Zamora

Instituto de Ecología (INECOL-SECIHTI) Xalapa, Veracruz, México.

Dr. Luis Sáenz-Carbonell

Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY- SECIHTI) Merida, Yucatan, México.

Dr. Alejandro Morón-Ríos

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR- SECIHTI), Campeche, Campeche, México.

Dr. Jorge Castañeda Zavala

Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora (SECIHTI) Ciudad de México, México.

Dra. María del Rosio Barajas-Escamilla

El Colegio de la Frontera Norte (COLEF- SECIHTI), Tijuana, Baja California, México.

Dra. Helena Cotler

CentroGeo (SECIHTI), Ciudad de México, México.

Dra. Elia Marum Espinosa (CUCEA-Cátedra UNESCO)

Dr. Antonio Ruiz-Porras (CUCEA)

Dr. Jaime Antonio Preciado-Coronado (CUCSH)

Universidad de Guadalajara (UdeG), Guadalajara, Jalisco, México.

Carta Editorial

Volumen 05, Número 10 | Julio–Diciembre de 2025

La **Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI)**, a través del Consejo Editorial de la revista *Scientia et PRAXIS*, presenta el **Volumen 05, Número 10**, correspondiente al período **julio-diciembre de 2025**, como edición regular. Esta entrega reúne trabajos científicos originales e inéditos que exploran cómo la actividad multidisciplinaria se constituye como motor de la innovación con impacto en el desarrollo sostenible y la transformación social. Las contribuciones incluidas en este número destacan por su articulación entre el conocimiento teórico (*Scientia*) y su aplicación práctica (*Praxis*), en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Así, presentamos las siguientes obras:

1. Desde la perspectiva territorial y ambiental, el trabajo de Vázquez-Elorza (2025) introduce una innovación metodológica relevante al integrar el **Índice de Capital Natural** con indicadores de empleo agropecuario mediante análisis espacial bivariado. Esta aproximación no solo confirma la existencia de clústeres territoriales con alta consistencia ecológico-productiva, sino que aporta evidencia empírica para reconfigurar las políticas públicas rurales bajo criterios de sostenibilidad fuerte. En este sentido, la investigación trasciende el diagnóstico descriptivo y se posiciona como una **herramienta estratégica para la planificación territorial**, contribuyendo directamente a los ODS 8, 13 y 15. Localizado en: <https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a1>
2. Complementariamente, el estudio de Adame-Castañeda y Salas-Durazo (2025) amplía el análisis del desarrollo rural al incorporar una **lectura multidimensional de las políticas públicas**, centrada en el ODS 2 (Hambre Cero). A través del uso del fsQCA, los autores evidencian que la seguridad alimentaria no depende exclusivamente de la productividad agrícola, sino de la **convergencia entre dimensiones sociales, institucionales y productivas**. Esta contribución resulta particularmente relevante al demostrar que la innovación en políticas públicas no radica solo en nuevos programas, sino en la **articulación sistémica de instrumentos existentes**, lo cual refuerza la noción de innovación organizacional

planteada por el Manual de Oslo. Localizado en:
<https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a2>

3. En el ámbito de la educación superior y la innovación social, Carbajal-Silva y Aguilar-Cruz (2025) cuestionan supuestos normativos sobre la relación entre identidad sexual e intención emprendedora. Sus hallazgos muestran que la orientación sexual no determina la intención de emprender, mientras que el **acceso a recursos** emerge como el factor explicativo central. Este resultado desplaza el énfasis desde explicaciones identitarias hacia **condiciones estructurales de inclusión**, aportando evidencia clave para el diseño de ecosistemas universitarios más equitativos. La investigación se alinea de manera explícita con los ODS 4, 5, 8 y 10, y consolida a la educación superior como un espacio privilegiado para la **innovación social inclusiva**.

Localizado en: <https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a3>.

4. El cuarto artículo, Murillo-López (2025) aborda uno de los desafíos emergentes más relevantes de la educación digital contemporánea: la **adicción a plataformas sociales en población universitaria**. Mediante un modelo predictivo robusto sustentado en el marco I-PACE, el estudio identifica la edad y el género como predictores más consistentes que el tiempo de uso, lo cual cuestiona enfoques simplistas centrados únicamente en la reducción de horas de conexión. Esta investigación aporta una **innovación en procesos educativos**, al ofrecer criterios empíricos para el diseño de intervenciones preventivas diferenciadas, contribuyendo al bienestar digital y a los ODS 3 y 4. Localizado en:
<https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a4>

5. Finalmente Mejía-Trejo presenta el modelo **CAITIZEN** como una innovación conceptual para comprender la ciudadanía asistida por inteligencia artificial en educación superior. Mediante un estudio cualitativo con **511 estudiantes** y análisis temático apoyado en **ATLAS.ti**, el autor demuestra que el uso de la IA se configura como un sistema ético–cognitivo–social, más allá de una práctica técnica. El modelo integra alfabetización crítica en IA, responsabilidad ética, justicia de datos, colaboración humano–IA y metacognición, alineándose con los **ODS** y el Manual de Oslo. La propuesta aporta bases teóricas y prácticas para la gobernanza responsable de la IA educativa. Localizado en: <https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a5>

En conjunto, las cuatro obras configuran un **corpus coherente de conocimiento aplicado**, donde la innovación no se concibe como un fin en sí mismo, sino como un **medio para resolver problemas públicos complejos**: sostenibilidad territorial, desarrollo rural integral, inclusión social, bienestar digital y uso de la IA en la educación superior. Este número de *Scientia et PRAXIS* reafirma así su vocación como espacio editorial de **innovación orientada a la praxis**, articulando evidencia científica, políticas públicas y agendas globales de desarrollo.

Estos artículos reflejan una **contribución significativa al desarrollo sostenible** desde perspectivas innovadoras y multidisciplinarias. En especial, destaca la inclusión de una colaboración internacional proveniente de **Argentina**, que enriquece el diálogo académico de la revista y **fortalece su proyección internacional**, en concordancia con el compromiso de *Scientia et PRAXIS* por fomentar el intercambio de ideas entre contextos diversos.

Los **autores**, las **autoridades de AMIDI** y el **Consejo Editorial** de la revista científica *Scientia et PRAXIS* que participaron en esta obra desean que los lectores encuentren información **accesible, rigurosa y útil para sus propósitos formativos, investigativos o profesionales**. Asimismo, los invitan cordialmente a postular sus propios trabajos para futuras ediciones como esta, en las que se analizan críticamente los problemas de nuestro país y del mundo, y se proponen soluciones fundamentadas desde una perspectiva académica comprometida con la transformación social.

Dr. Juan Mejía-Trejo
Director
Academia Mexicana de
Investigación y Docencia en
Innovación (AMIDI)
Diciembre 2025, Zapopan, Jalisco,
México

Dr. Carlos G. Borbón-Morales
Editor en Jefe
Scientia et PRAXIS
Academia Mexicana de Investigación
y Docencia en Innovación (AMIDI)
Diciembre 2025, Zapopan, Jalisco,
México

Editorial Letter

Volume 05, Number 10 | July–Decembre 2025

The **Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI)**, through the Editorial Board of the journal *Scientia et PRAXIS*, presents **Volume 05, Number 09**, corresponding to the **July–December 2025** period, as a regular issue. This edition features original and unpublished scientific works that explore how multidisciplinary activity serves as a driving force for innovation with impact on sustainable development and social transformation. The contributions included in this volume stand out for their articulation between theoretical knowledge (*Scientia*) and practical application (*Praxis*), in alignment with the **Sustainable Development Goals (SDGs)**. Thus, we present the following works:

1. From a territorial and environmental perspective, the work by Vázquez-Elorza (2025) introduces a relevant methodological innovation by integrating the Natural Capital Index with agricultural employment indicators through bivariate spatial analysis. This approach not only confirms the existence of territorial clusters with high ecological–productive consistency, but also provides empirical evidence to reconfigure rural public policies under strong sustainability criteria. In this sense, the research goes beyond descriptive diagnosis and positions itself as a strategic tool for territorial planning, contributing directly to SDGs 8, 13, and 15. Available at: <https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a1>
2. Complementarily, the study by Adame-Castañeda and Salas-Durazo (2025) broadens the analysis of rural development by incorporating a multidimensional reading of public policies, centered on SDG 2 (Zero Hunger). Through the use of fsQCA, the authors demonstrate that food security does not depend exclusively on agricultural productivity, but rather on the convergence of social, institutional, and productive dimensions. This contribution is particularly relevant in showing that innovation in public policies lies not only in new programs, but in the systemic articulation of existing instruments, reinforcing the notion of organizational innovation proposed by the Oslo Manual. Available at: <https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a2>

3. In the field of higher education and social innovation, Carbajal-Silva and Aguilar-Cruz (2025) question normative assumptions regarding the relationship between sexual identity and entrepreneurial intention. Their findings show that sexual orientation does not determine the intention to undertake entrepreneurial activities, while access to resources emerges as the central explanatory factor. This result shifts the emphasis from identity-based explanations toward structural conditions of inclusion, providing key evidence for the design of more equitable university ecosystems. The research aligns explicitly with SDGs 4, 5, 8, and 10, and consolidates higher education as a privileged space for inclusive social innovation. Available at: <https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a3>
4. The fourth article, Murillo-López (2025) addresses one of the most relevant emerging challenges of contemporary digital education: addiction to social platforms among university students. Through a robust predictive model grounded in the I-PACE framework, the study identifies age and gender as more consistent predictors than time of use, thereby challenging simplistic approaches focused solely on reducing hours of connection. This research contributes an innovation in educational processes by offering empirical criteria for the design of differentiated preventive interventions, contributing to digital well-being and to SDGs 3 and 4. Available at: <https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a4>
5. Finally, Mejía-Trejo presents the CAITIZEN model as a conceptual innovation to understand artificial intelligence–assisted citizenship in higher education. Through a qualitative study with 511 students and thematic analysis supported by ATLAS.ti, the author demonstrates that the use of AI is configured as an ethical–cognitive–social system, rather than merely a technical practice. The model integrates critical AI literacy, ethical responsibility, data justice, human–AI collaboration, and metacognition, aligning with the Sustainable Development Goals and the Oslo Manual. The proposal provides theoretical and practical foundations for the responsible governance of AI in education. Available at: <https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a5>

Taken together, the five works configure a coherent corpus of applied knowledge, where innovation is not conceived as an end in itself, but as a means to address complex public problems: territorial sustainability, comprehensive rural development, social inclusion, digital well-being and AI in higher education. This issue of *Scientia et*

PRAXIS thus reaffirms its vocation as an editorial space for innovation oriented toward praxis, articulating scientific evidence, public policies, and global development agendas.

These articles reflect a significant contribution to sustainable development from innovative and multidisciplinary perspectives. Particularly noteworthy is the inclusion of an international collaboration from Argentina, which enriches the journal's academic dialogue and strengthens its international projection, in accordance with *Scientia et PRAXIS*'s commitment to fostering the exchange of ideas across diverse contexts.

The authors, the authorities of AMIDI, and the Editorial Board of the scientific journal *Scientia et PRAXIS* who participated in this work hope that readers will find accessible, rigorous, and useful information for their educational, research, or professional purposes. Likewise, they cordially invite readers to submit their own work for future issues such as this one, in which the problems of our country and the world are critically analyzed and well-founded solutions are proposed from an academic perspective committed to social transformation.

Dr. Juan Mejía-Trejo
Director
Academia Mexicana de
Investigación y Docencia en
Innovación (AMIDI)
December 2025, Zapopan, Jalisco,
México

Dr. Carlos G. Borbón-Morales
Editor-in-Chief
Scientia et PRAXIS
Academia Mexicana de Investigación y
Docencia en Innovación (AMIDI)
December 2025, Zapopan, Jalisco,
México

Contenido *Content*

- 1 Tecnologías geoespaciales para mapear el capital natural y promover empleo agropecuario sostenible en México.**
Geospatial technologies for mapping natural capital and promoting sustainable agricultural employment in Mexico.
Ariel Vázquez Elorza.
Universidad Tecnológica del Valle de Toluca
Toluca, Estado de México, México
- 34 Políticas públicas para el desarrollo rural integral en México: una aproximación multidimensional al ODS 2. Hambre Cero.**
Mexico's policies for comprehensive rural development: a multidimensional approach to SDG 2. Zero Hunger.
Alejandro Adame-Castañeda.
Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tlajomulco (UdeG)
Tlajomulco, Jalisco, México.
Iván Alejandro Salas-Durazo.
Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tlajomulco (UdeG)
Tlajomulco, Jalisco, México.
- 64 Inclusive Innovation in Higher Education: Evidence on Entrepreneurship and Sexual Diversity.**
Innovación inclusiva en educación superior: evidencia sobre emprendimiento y diversidad sexual.
Aurora Araceli Carbajal-Silva.
Sistema de Educación Media Superior (SEMS)
Universidad de Guadalajara (UdeG), Guadalajara, Jalisco, México.
Pedro Daniel Aguilar-Cruz.
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA)
Universidad de Guadalajara (UdeG), Guadalajara, Jalisco, México.
- 94 Hacia una Educación Digital Sostenible: Modelo Predictivo para la Prevención de la Adicción a Plataformas Sociales en Población Universitaria**
Towards Sustainable Digital Education: A Predictive Model for Preventing Social Media Addiction in University Students
Francisco Jacobo Murillo-López.
Centro de Ciencias Económicas Administrativas
Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), Aguascalientes, México
- 126 Innovating sustainable artificial intelligence citizenship: a qualitative study of the CAITIZEN model using ATLAS.ti**
Innovando la ciudadanía sostenible en inteligencia artificial: un estudio cualitativo del modelo CAITIZEN usando ATLAS.ti
Juan Mejía-Trejo
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA)
Universidad de Guadalajara (UdeG), Guadalajara, Jalisco, México.

Scientia et PRAXIS

Vol. 05. No.10. Jul-Dic (2025): 1-33

<https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a1>

eISSN: 2954-4041

Tecnologías geoespaciales para mapear el capital natural y promover empleo agropecuario sostenible en México

Geospatial technologies for mapping natural capital and promoting sustainable agricultural employment in Mexico

Ariel Vázquez Elorza. ORCID: [0000-0002-6710-8935](https://orcid.org/0000-0002-6710-8935)

Universidad Tecnológica del Valle de Toluca,

Toluca, Estado de México, México

email: avazelor@gmail.com

Palabras Clave: índice de capital natural, población ocupada en el sector primario, mapeo geoespacial, autocorrelación espacial.

Keywords: natural capital index, population employed in the primary sector, geospatial mapping, spatial autocorrelation.

Recibido: 3-Mar-2025; **Aceptado:** 27-Ago-2025

RESUMEN

Contexto. El uso del capital natural y la distribución del empleo en la agricultura y la ganadería son desiguales entre regiones mexicanas. Algunas de ellas concentran la riqueza ecológica y la población ocupada (rural-urbana), mientras que en otras se observa degradación ambiental o subutilización de la mano de obra.

Problema. No existen investigaciones que combinen indicadores ecológicos y laborales en mapas geoespaciales para apoyar una toma de decisiones informada. ¿Existen patrones espaciales significativos entre el Índice de Capital Natural (**ICN**) y el Cociente de Localización Económica Principal (**CPLP**) que permitan identificar áreas prioritarias para el desarrollo sostenible?

Objetivos. Este estudio analiza los patrones espaciales entre el capital natural y el empleo agropecuario desde un enfoque multidisciplinar que integra economía ambiental, geografía económica y análisis espacial en México. Busca generar conocimiento innovador alineado con la Agenda 2030 y los **ODS (8, 13 y 15)**. Se enmarca en una innovación social y organizacional según el Manual de Oslo. Promueve la sostenibilidad territorial mediante la interacción entre disciplinas.

Metodología de la investigación. Esta investigación es cuantitativa, no experimental y exploratorio-explicativa, basada en análisis espaciales y estadísticos con datos secundarios censales y agregados de 2021. Se construyó una base geoespacial con fuentes oficiales ambientales y socioeconómicas. Se aplicaron el índice binomial de Moran y el análisis **LISA** en R® para identificar agrupaciones espaciales de consistencia entre **ICN** y **CLEp**, con significancia estadística al 95 % ($p \leq 0,05$).

Resultados teóricos y prácticos. Se encontraron asociaciones positivas significativas en un total de 73 municipios. Se observó una alta agrupación en las regiones Noreste, Centro y Sureste. Se confirmó el valor del capital natural como activo productivo y la utilidad de los análisis espaciales para orientar las políticas públicas.

Originalidad. Este estudio integra variables ambientales y socioeconómicas desde una perspectiva espacial con el fin de generar nuevos conocimientos aplicables.

Conclusiones y limitaciones. Este estudio propone una innovación interdisciplinar en la planificación territorial al integrar variables ambientales y laborales mediante herramientas espaciales. Futuras investigaciones deberían integrar datos climáticos e institucionales para mejorar la elaboración de políticas sostenibles.

ABSTRACT

Context. The use of natural capital and the distribution of employment in agriculture and livestock are unequal among Mexican regions. Some of them concentrate on ecological wealth and the employed population (rural-urban), while others show environmental degradation or underutilization of labor.

Problem. There is a lack of research that combines ecological and labor indicators in geospatial maps to support informed decision making. Are there significant spatial patterns between the Natural Capital Index (NCI) and the Principal Economic Location Quotient (PELQ) that allow identifying priority areas for sustainable development?

Purpose. This study analyzes the spatial patterns between natural capital and agricultural employment from a multidisciplinary approach that integrates environmental economics, economic geography, and spatial analysis in Mexico. It seeks to generate innovative knowledge aligned with the 2030 Agenda and the SDGs (8, 13, and 15). It is framed within social and organizational innovation according to the Oslo Manual. It promotes territorial sustainability through interaction between disciplines.

Methodology. This research is quantitative, non-experimental, and exploratory-explanatory, based on spatial and statistical analyses using 2021 secondary census and aggregated data. A geospatial database was built from official environmental and socioeconomic sources. Moran's binomial index and LISA analysis were applied in R® to identify spatial clusters of consistency between ICN and CLEp, with statistical significance at the 95% confidence level ($p \leq 0.05$).

Theoretical and practical findings. Significant positive associations were found in a total of 73 municipalities. High clustering was observed in the Northeast, Central and Southeast regions. The value of natural capital as a productive asset and the usefulness of spatial analyses to guide public policies were confirmed.

Originality. This study integrates environmental and socioeconomic variables from a spatial perspective to generate new applicable knowledge.

Conclusions and limitations. This study proposes an interdisciplinary innovation in territorial planning by integrating environmental and labor variables using spatial tools. Future research should integrate climate and institutional data to improve sustainable policy making.

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio se centra en el año 2021 y busca atender vacíos teóricos y metodológicos que existen en la bibliografía nacional, fundamentalmente, se trata de la falta de estudios que integren los indicadores medioambientales y laborales mediante el análisis espacial bivariado a nivel de los gobiernos locales. Esta aproximación ayuda a comprender cómo se distribuyen regionalmente los recursos naturales y el empleo agrícola, y proporciona una base para formular nuevas estrategias de desarrollo sostenible regional.

Este estudio tiene como objetivo describir los patrones espaciales entre el Índice de Capital Natural (ICN) y la Población Ocupada en el sector primario (cociente de localización económica primaria (CLEp) en municipios mexicanos, e identificar áreas prioritarias para políticas públicas orientadas al desarrollo sustentable. Se plantea la pregunta de investigación: ¿Existen patrones espaciales significativos de correlación entre el capital natural disponible y la concentración del empleo agropecuario que permitan identificar zonas clave para una estrategia territorial sustentable?

Bajo este planteamiento, se propone la siguiente hipótesis nula (H_0) no existe autocorrelación espacial significativa entre el índice de capital natural y el índice de localización económica del sector primario en los municipios mexicanos, por lo que la distribución de ambos indicadores es aleatoria y no existe un patrón espacial común; y la hipótesis alternativa (H_1) sí existe una autocorrelación espacial significativa entre el índice de capital natural y el índice de áreas económicas con población ocupada en actividades del sector primario. Es decir, las ciudades con alto empleo primario tienden a agruparse espacialmente con otras ciudades con alto capital natural, lo que indica la existencia de clústeres regionales, cuyas actividades deberían estar asociadas a acciones de sostenibilidad y a la formulación de estrategias de desarrollo agroambiental. En las **Figuras 6 y 7** se puede visualizar los resultados que resuelven las hipótesis de rechazo o aceptación.

Este estudio se enmarca como una propuesta de innovación organizativa y social conforme al Manual de Oslo, publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2018). El programa integra datos ecológicos y laborales mediante tecnologías espaciales y los aplica a la formulación de políticas públicas diferenciadas. Este programa innovador contribuye a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 8, 13 y 15) y

proporciona herramientas para promover el empleo verde, la protección de los ecosistemas y la planificación regional sostenible.

Este enfoque identifica concentraciones espaciales (clústeres) con altos niveles de capital natural y alta producción de las actividades, lo que indica tanto oportunidades de desarrollo sostenible como presiones potenciales sobre los recursos naturales (Anselin, 1995; LeSage y Pace, 2009). La naturaleza de la autocorrelación espacial es la dependencia espacial, en este caso, las observaciones de distintos lugares no son independientes entre sí, y las observaciones de lugares próximos entre sí son más similares -autocorrelación espacial positiva- o menos similares entre ellas -autocorrelación espacial negativa- (Fotheringham, 2009, p. 399).

El análisis bivariado tiene su origen en la consideración de vecindades de variables complementarias. El trasfondo de esta lógica de índice puede explicarse del siguiente modo. La unidad central de análisis está determinada por el Índice de Capital Natural (ICN), que conecta la unidad central (en este caso, el municipio) con la vecindad de la variable secundaria, es decir, la población empleada en el sector primario. En consecuencia, el índice calculado identifica el patrón espacial de la variable ICN.

Existe una relación muy importante entre los servicios ecosistémicos y las actividades agropecuarias que se generan en los territorios de México. Martínez-Rodríguez et al. (2017, p. 3) señalan que *“Entender el intrincado funcionamiento de los ecosistemas, agroecosistemas y de los servicios que nos brindan es necesario para promover un manejo sostenible que favorezca tanto la productividad agrícola como la resiliencia [...]”* incluyendo actividades de polinización, servicios de control natural de plagas, agua y mantenimiento del suelo. Galán et al. (2012, p. 5) hacen hincapié en que *“El bienestar humano está íntimamente relacionado con el bienestar de los ecosistemas, por lo que el desarrollo económico y social de todo pueblo depende en muchos sentidos de la naturaleza”*. En esta perspectiva, cada vez hay más pruebas de las graves consecuencias para el bienestar y la supervivencia del impacto humano en la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas (Tellería, 2005).

La importancia del capital natural como activo ecosistémico en el país radica fundamentalmente en dos estados que mantienen condiciones de sustentabilidad donde se generan bienes y servicios ecosistémicos para el mediano y largo plazo.

Sin embargo existen estados en riesgo que vulneran las posibilidades de sustentabilidad, así como once estados que han agotado su capital natural de acuerdo con datos de la Comisión para el Conocimiento y Uso de Nacional la Biodiversidad (CONABIO, 2023).

Ante esta situación, en México se ha generado el Índice de Capital Natural (ICN), que es la cantidad del ecosistema (% área) * calidad de ecosistema (% línea de base) (Czúcz et al., 2012; Mora, 2017), como un indicador orientador sobre la sustentabilidad.

En el contexto nacional, el sector agropecuario (primario) es sumamente relevante en diversas regiones del país. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2025), en 2023 alcanzó los 780,636.2 millones de pesos (a precios del 2018), basta con mencionar que en ese año, existían alrededor de 8.8 millones de cabezas de bovino carne, 21.3 millones de porcino carne, 2.1 millones de Ave carne, 3.3 millones de ovino carne, distribuidos en las entidades federativas (Secretaría de Agricultura y Desarrollo, 2023).

El problema, sin embargo, es que actualmente no existen suficientes estudios a nivel municipal que mapee conjuntamente el capital natural y los indicadores, considerando los recursos naturales y su disponibilidad en el mediano y largo plazo.

Este tipo de investigación contribuye en gran medida a mejorar la toma de decisiones en las políticas públicas de empleo agropecuario y sostenibilidad. Asimismo, se consideran fundamental centrar la creación de incentivos y estrategias para que los hacedores de políticas públicas cuenten con herramientas para mejorar las condiciones ambientales territoriales donde existe un potencial y una relación significativa entre estas variables enfrentando una posible sobreexplotación de los recursos naturales.

Por otra parte, los análisis son importantes desde una perspectiva de la integración de la economía agroambiental, la geografía económica y los enfoques interdisciplinarios innovadores en la planificación regional (OCDE, Eurostat, 2018). La combinación de enfoques geoespaciales con indicadores de empleo agropecuarios y ambientales representa una estrategia para identificar regiones con potencial para la bioeconomía, los empleos verdes y la transformación productiva.

Este trabajo utiliza un enfoque interdisciplinar que combina análisis espaciales, indicadores medioambientales y datos socioeconómicos para ilustrar herramientas de la geografía económica, la ecología aplicada y la economía rural. Esta propuesta permiten avanzar hacia los Objetivos de

Desarrollo Sostenible (**ODS 8, 13 y 15**) al vincular el trabajo decente, la acción por el clima y la vida de los ecosistemas terrestres (Organización de las Naciones Unidas, 2023).

Una revisión del estado del arte revela que, a pesar de los estudios sobre los servicios ecosistémicos o el empleo rural, pocos estudios se han centrado en el análisis espacial de la relación entre el capital natural municipal y la ocupación agropecuaria (Vázquez-Elorza, 2021).

La falta de estudios exhaustivos limita el establecimiento de una ordenación territorial diferenciada y de estrategias de desarrollo sostenible específicas en los gobiernos locales. A partir de este problema, la estructura de este trabajo se divide en cinco secciones: antecedentes, revisión bibliográfica, descripción metodológica, análisis de resultados y discusión de resultados. Este estudio proporciona un marco empírico y espacial innovador para diferenciar las políticas públicas basadas en evidencias territoriales.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

La propuesta de investigación se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (**ODS**), particularmente con el **ODS 8** (Fomentar el trabajo digno y el crecimiento económico), el **ODS 13** (Llevar a cabo acciones concretas para combatir el cambio climático) y el **ODS 15** (Proteger los ecosistemas terrestres). Se busca generar conocimientos que contribuyan a mejorar la planeación regional basada en la sostenibilidad ecológica y la equidad laboral.

La innovación que se propone en este estudio, siguiendo la clasificación del Manual de Oslo de 2018 de la OCDE, tiene características sociales y organizativas. Este enfoque ofrece un nuevo método para diseñar políticas públicas que combinen información ambiental con información socioeconómica espacial. Esta innovación permite a los gobiernos locales identificar las zonas en las que confluyen el capital natural, la agricultura y la ganadería, y elaborar estrategias diferenciadas para tomar decisiones más informadas. Por tanto, el enfoque colaborativo y multidisciplinar de este estudio es un método innovador para generar pruebas espaciales que contribuyan a la consecución de los objetivos globales en el marco de la Agenda 2030.

Las relaciones existentes entre los recursos naturales y el empleo en el sector agrícola es una preocupación mundial, especialmente ante retos como el cambio climático, la degradación del medio ambiente y las disparidades regionales (Xue y Liu, 2024; OCDE y FAO, 2017).

Existen Organismos internacionales como la FAO y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE, 2025) que han destacado la necesidad de políticas rurales integradas que vinculen la sostenibilidad ecológica y el bienestar social.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) resalta la importancia de la cooperación y planificación regional disminuir las brechas de productividad rural (CEPAL-FAO-IICA, 2023).

En México, la incorporación de métodos como la ordenación del territorio a la política ambiental es fundamental, pero falta conexión con el sistema laboral del sector primario. A nivel local, muchos municipios muestran un desajuste entre su potencial ambiental y ecológico con su estructura de empleo, que este estudio trata de visualizar utilizando herramientas de análisis espacial.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La literatura revisada coincide en que el análisis regional debe integrar los factores ambientales. Investigadores como Krugman (1991) y Fujita et al. (1999) excluyeron inicialmente los factores ecológicos en la Economía Geográfica Espacial (**EGE**), pero posteriormente estudios como los de Vesco et al. (2020) y Bugge et al. (2016) incorporaron el capital natural como factor clave para la ubicación y la sostenibilidad. Costanza et al. (2017) y Rodríguez-Robayo et al. (2020) reforzaron aún más esta perspectiva al combinar los servicios ecosistémicos con los medios económicos. Sin embargo, en el caso de México son escasos los estudios que analizan esta relación a nivel municipal utilizando tecnologías espaciales (como la variable Morán I), lo que constituye la innovación metodológica de este estudio.

La **EGE** estudia cómo se distribuyen las actividades económicas en el espacio en función de los costos de transporte, la concentración urbana, el crecimiento de los ingresos y los factores de localización. Aunque los métodos clásicos de (Fujita et al., 1999; Krugman, 1999, 1991) no incluyen claramente las cuestiones medioambientales, en estudios posteriores se han desarrollado extensiones de la **EGE** que incorporan los recursos naturales y los servicios ecosistémicos como factores de localización adicionales. En este sentido, la economía ambiental puede integrarse como una extensión o complemento de la **EGE**, especialmente cuando los recursos naturales son factores

determinantes de actividades principales como la agricultura, la ganadería o la silvicultura (Vesco et al., 2020).

Desde la perspectiva de la bioeconomía (Bugge et al., 2016, p. 10) que presenta visiones biotecnológicas, bio recursos y bio ecología, el análisis de la interacción entre el capital natural y el empleo agrícola en México puede abordarse desde los recursos biológicos y de la bio ecología. El primero hace hincapié en la optimización interdisciplinaria del uso de la tierra, la evaluación de los recursos biológicos, la gestión de residuos y la integración de la ciencia, la ingeniería y el mercado en modelos de producción interactivos y en red, con el fin de lograr un crecimiento económico sostenible.

La perspectiva bioecológica, por su parte, aborda la sostenibilidad del territorio a través de prácticas agroecológicas, la conservación de la biodiversidad, el reciclaje de residuos, uso circular del suelo y la producción autosostenida. Estas perspectivas son especialmente importantes para las zonas rurales y periurbanas, que cuentan con un rico capital natural pero presentan modelos de especialización productiva muy diversos, aunado a desafíos en la gobernanza ambiental por la creciente conectividad de los sistemas de uso de recursos (Brondizio et al., 2009) como lo demuestra el análisis espacial de los clústeres agroambientales de México, fundamentalmente en las zonas rurales (Munton, 2016, p. 221-225).

En la última década, numerosos estudios han investigado la relación entre el capital natural, la sostenibilidad regional y el empleo agrícola. Costanza et al. (2017) destacan que, para evaluar el capital natural, es necesario cuantificar la cantidad de servicios ecosistémicos. Rodríguez-Robayo et al. (2020) analizó la relación entre la estructura rural, la sostenibilidad ambiental y servicios ecosistémicos manifestando su importancia del instrumento económico para proteger los recursos naturales.

El índice de capital natural (ICN) ha sido utilizado para evaluar las condiciones medioambientales en municipios en Veracruz (Luna y Méndez, 2022) la disponibilidad ecológica e identificar la transformación del patrimonio natural. Además, la relación entre el estatus económico y la especialización productiva regional se ha utilizado como indicador alternativo (Pacheco-Almaraz et al., 2025).

Algunos estudios utilizan análisis de autocorrelación espacial para evaluar las sinergias y tensiones entre variables ecológicas y socioeconómicas. Además, se destaca la transcendencia

sobre los patrones regionales mediante análisis bivariados y de conglomerados. En la metodología se integra el uso de herramientas de análisis geoespaciales, sistemas de información geográfica **SIG**, modelos de análisis espaciales, en este caso en **R®**.

Este estudio replica y amplía estos métodos, planteando la hipótesis central de que existe una correlación espacial positiva entre el capital natural y el empleo agrícola en México.

3.1. Diseño del instrumento de medición y/o materiales .

El diseño metodológico fue construido sobre la base geoespacial a nivel municipal considerando las variables del Índice de Capital Natural, previamente calculadas por la **CONABIO**. El índice de localización económica del sector primario (**CLEp**) es elaborado por el **CONEVAL** mediante una fórmula de localización relativa.

A continuación, se generaron relaciones geoespaciales y mapas temáticos utilizando el software **R®**. Se aplicaron pruebas de autocorrelación espacial (Moran I global y local) para detectar agrupaciones significativas. Los datos se normalizaron y se verificaron visualmente mediante cartografía exploratoria. El resultado final genera una matriz de datos espaciales de más de 2,400 territorios de observación municipales, categorizados por agrupación y significación estadística.

3.2. Modelo Conceptual/Modelo Experimental.

El modelo conceptual de este estudio se basa en dos dimensiones principales: el índice de capital natural disponible (**ICN**) y el coeficiente de localización económica del empleo en el sector agrícola (**CLEp**). Se supone que existe una relación de dependencia espacial entre estas dos variables. Se plantea la hipótesis de que existe una correlación positiva entre el **ICN** y el **CLEp**.

Lo anterior se basa en la suposición de que las regiones ricas en recursos naturales suelen tener estructuras económicas que se complementan entre sí. En el diseño metodológico se incluye un análisis espacial binomial para detectar agrupaciones y significancia local entre los distintos gobiernos locales del país.

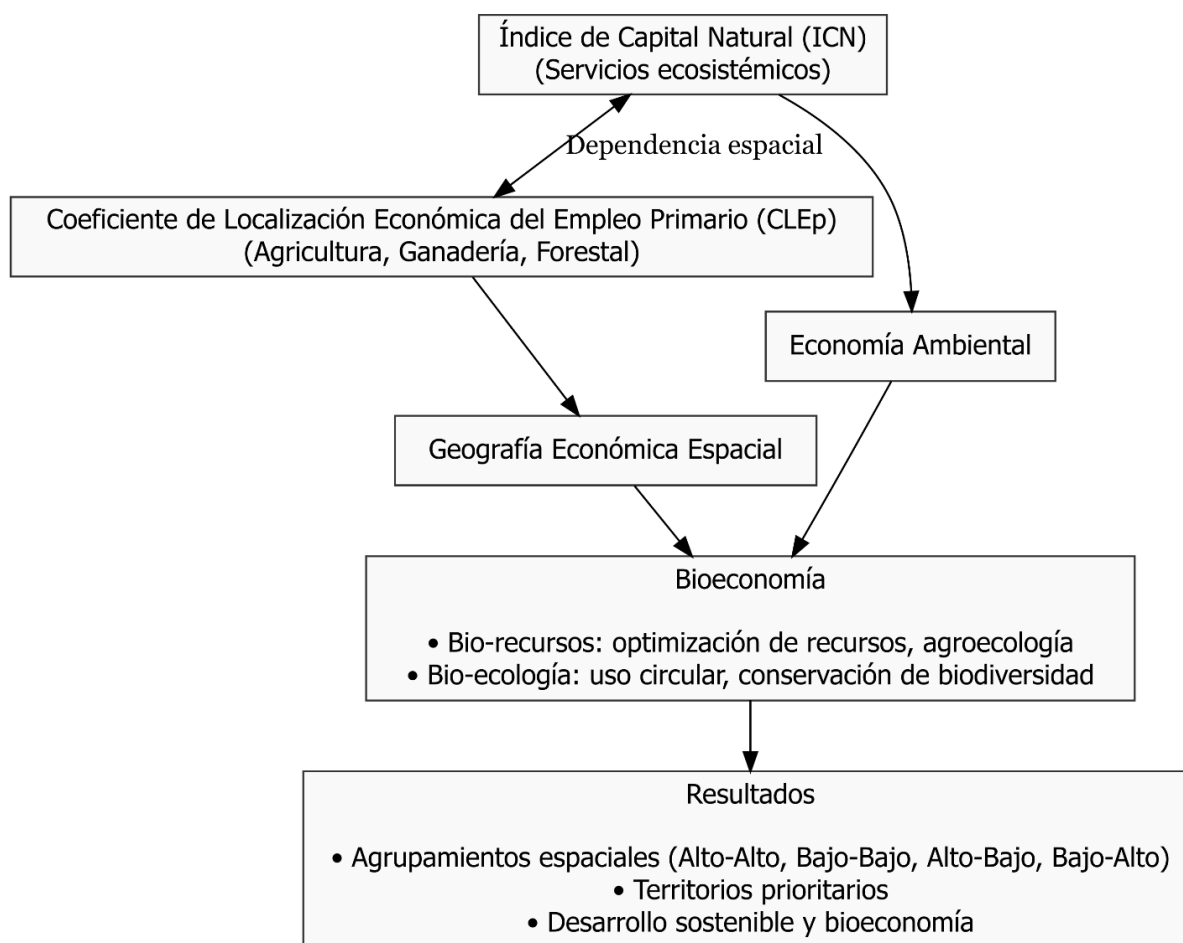
El modelo se ha validado empíricamente mediante pruebas de autocorrelación espacial y clasificación de tipos de agrupaciones (por ejemplo, alto-alto, bajo-bajo, etc.). Por último, se ha creado un marco gráfico del modelo conceptual que integra variables ambientales y variables

laborales (entradas), interacciones espaciales (procesos), tipos de regiones y regiones prioritarias (resultados).

El modelo conceptual de este estudio refleja la interacción entre el capital natural disponible y la especialización de los municipios mexicanos con población ocupada en el sector agrícola, integrando los fundamentos teóricos de la geografía económica espacial, la economía ecológica y la bioeconomía. Los dos indicadores principales son:

- a. El índice de capital natural (ICN), como representación cuantitativa de la disponibilidad de bienes y servicios ecosistémicos; y
- b. El coeficiente de localización económica del empleo primario (CLEp), como indicador de la intensidad relativa del empleo en la agricultura, la ganadería y la silvicultura (**Figura 1**).

Figura 1. Diagrama del procedimiento metodológico de análisis



Fuente: Elaboración propia basa en la construcción del modelo de análisis del estudio

Se prevé que estas dos variables tengan una dependencia espacial positiva, es decir, que las zonas con un capital natural elevado suelen presentar niveles de empleo primario más altos, formando grupos o clústeres regionales. Esta relación se encuentra generalmente vinculada por los procesos territoriales y productivos propios de la bioeconomía, especialmente desde el punto de vista de los recursos biológicos (optimización interdisciplinaria de recursos y tecnologías para lograr la sostenibilidad) y la bioecología (reciclaje de recursos, prácticas agroecológicas y conservación de la biodiversidad) (Bugge et al., 2016).

Desde el punto de vista metodológico, la interacción entre el **ICN** y el **CLEp** se logra mediante análisis de autocorrelación espacial (índice Moran Bivariado y **LISA**), lo que permite identificar grupos regionales con patrones similares (alto-alto, bajo-bajo) o contrastados (alto-bajo, bajo-alto). Los resultados del estudio contribuyen a clasificar las zonas prioritarias para promover la planificación regional sostenible, el desarrollo de la bioeconomía y la protección de los servicios ecosistémicos.

4. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio, se construyó una base de datos geoespacial integrada con variables socioeconómicas y ambientales a nivel municipal en México. Los datos básicos proceden de dos fuentes oficiales cuyos formatos se convirtieron para ser compatibles.

Por un lado, la Plataforma para el Análisis Territorial de la Pobreza (**PATP**) del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (**CONEVAL**, 2023) y, por otro, información geoespacial del portal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (**SNIB**) de la Comisión para el Conocimiento y Uso de Nacional la Biodiversidad (CONABIO, 2023).

La variable de población dedicada al sector primario fue extraída del **PATP** y se expresó como índice de localización económica primaria (**CLEp**), que representa la especialización relativa de cada municipio en agricultura, ganadería y silvicultura. El índice de capital natural (**ICN**), un índice compuesto que resume los principales atributos ecológicos de la región se obtuvo del **SNIB**, y las dos variables se combinaron en un único archivo tipo *shapefile* geoespacial, que se normaliza después al sistema de referencia de coordenadas como **EPSG:4326 (WGS 84)** para garantizar la interoperabilidad espacial entre las capas vectoriales entre los territorios. Se realizaron análisis

municipales para 2,466 unidades en **CLEp** y 2,469 unidades en **ICN**. Se exploró la información y se analizó la estadística descriptiva, además se realizaron histogramas para identificar las distribuciones de las variables.

La autocorrelación espacial se evalúa mediante el índice global binario de Moran, un método para estimar las dependencias espaciales entre dos variables diferentes. Para ello, construimos una matriz de pesos espaciales basada en vecindades de primer orden posterior y la normalizamos fila por fila. Esta matriz define la relación de vecindad entre ciudades y sirve de entrada para el cálculo del estadístico de Moran propuesto por Anselin (2001): El criterio de *vecindad* más sencillo es la continuidad física de primer orden, Moran define el fundamento de este criterio (Siabato y Guzmán-Manrique, 2019).

El Índice Global de Moran Bivariante para el análisis de autocorrelación especial es utilizada en la evaluación de autocorrelación espacial (Moran, 1948) donde se establece la hipótesis de no dependencia espacial en contraste con significancia ($p < 0.05$). Asimismo, se construyó una matriz de pesos espaciales basada en vecindades de primer orden posterior y se normalizó fila por fila.

Esta matriz define la relación de vecindad entre los municipios y sirve de entrada para el cálculo del estadístico de Moran propuesto por Anselin (2001), como se muestra en la **Ecuación 1**:

$$I = \frac{N}{W} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots(1)$$

Donde **N** es el número de unidades de análisis en los municipios de México, w_{ij} el elemento ij de la matriz de contigüidad, x_i es el cociente de localización económica primaria en el municipio i , y_i es **ICN** en el vecino j , y w_{ij} son los pesos espaciales (*row-standardized*).

Además, Se calculó el Índice de Moran bivariante (Global y Local) relacionando **ICN** con % de población en sector primario, usando una matriz de pesos espaciales basada en contigüidad de primer orden tipo reina.

Se utilizó una extensión binaria del Índice Local de Moran de asociación espacial (*Local Indicators of Spatial Association - LISA*) (Anselin, 1995) para identificar patrones de correlaciones espaciales locales entre el Índice de Capital Natural (**ICN**) y la proporción de la población ocupada en la agricultura, la ganadería y la silvicultura en cada municipio. **LISA** tiene dos requisitos:

- a. El primero es que cada observación muestra un grado significativo de agrupación espacial de valores similares en torno a esa observación, y
- b. La suma del **LISA** de todas las observaciones es proporcional al índice global de asociación espacial (Anselin, 1995 p. 94).

Se generaron clústeres los cuales están referenciados al polígono municipal para localizar los “*puntos calientes*” y “*puntos fríos*” de Capital Natural y empleo. Es importante señalar que este método no agrupa por “rangos” absolutos (es decir, no se usan rangos numéricos fijos, como percentiles o cuartiles), sino por comparaciones relativas a la media de cada variable. Este método detectó grupos de lugares relacionados espacialmente y se clasificaron en cuatro cuadrantes:

Cuadrante I Alto – Alto (High–High): municipios con **ICN** > media y vecinos con Población Ocupada > media.

Cuadrante II Bajo – Alto (Low–High): **ICN** < media y vecinos con Población Ocupada > media.

Cuadrante III Bajo – Bajo (Low–Low): **ICN** < media y vecinos con Población Ocupada < media.

Cuadrante IV Alto – Bajo (High–Low): **ICN** > media y vecinos con Población Ocupada < media.

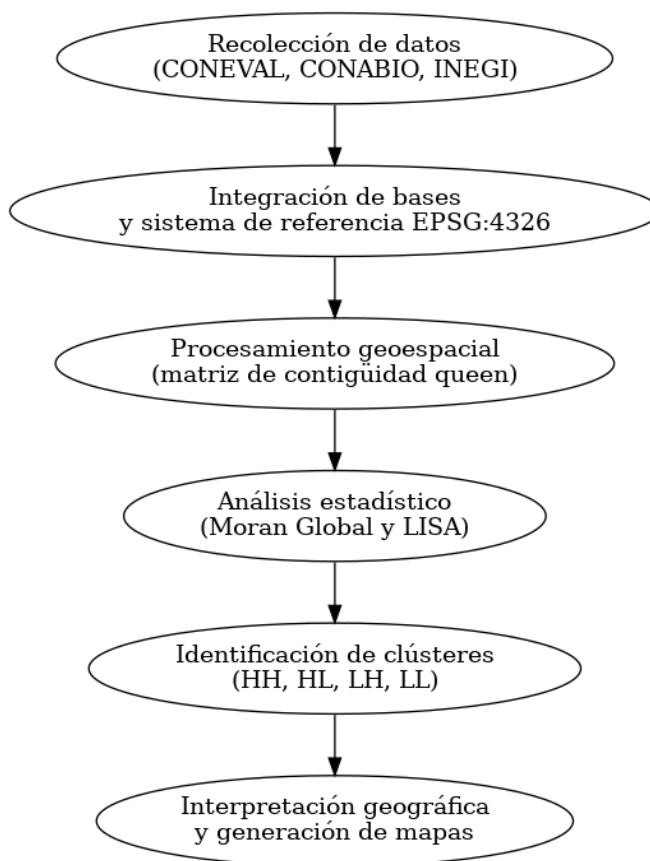
Estas agrupaciones se georreferenciaron con precisión en el polígono para cada uno de los municipios en la República Mexicana, lo que permitió la identificación de *puntos calientes* y *puntos fríos* en términos de interacciones entre el capital natural y el empleo agropecuario. El tratamiento estadístico y espacial se llevó a cabo mediante el programa informático **R®**. A continuación se resumen las herramientas y los procesos metodológicos utilizados. Ver **Tabla1** y **Figura 2**.

Tabla 1. Herramientas y variables empleadas

<i>Categoría</i>	<i>Descripción</i>
Fuente de Datos	CONEVAL - PATP
Fuente de Datos	CONABIO - SNIB
Fuente de Datos	INEGI - Marco Geoestadístico
Variable	CLEp (<i>Cociente de Localización Económica Primaria</i>)
Variable	ICN (<i>Índice de Capital Natural</i>)
Procesamiento Espacial	Unificación sistema EPSG:4326, generación matriz de pesos (<i>queen</i>)
Procesamiento Estadístico	Índice de Moran Bivariante, LISA
Software	R®

Fuente: Elaboración propia basada en la información del modelo de estudio.

Figura 2. Diagrama del procedimiento metodológico de análisis



Fuente: Elaboración propia.

4.1 Limitaciones y reproducibilidad de la metodología

Aunque el método utilizado permite encontrar relaciones importantes entre el capital natural y el trabajo agropecuario en México, hay que tener en cuenta varias limitaciones. En primer lugar, el análisis se basa en datos secundarios de fuentes públicas que pueden estar afectadas por dos factores de confusión: la falta de sincronía temporal y la calidad, ambos dependientes de los procesos institucionales de recopilación y actualización. Aunque las variables se han seleccionado para garantizar su exhaustividad y coherencia, sigue existiendo la posibilidad de que se produzcan sesgos no observados y errores de información.

Otra limitación procede del problema de *Modifiable Areal Unit Problem (MAUP)* (Buzzelli, 2020; Openshaw, 1983) característico de la utilización de las circunscripciones social políticas como unidad de análisis. Esto puede afectar a la interpretación de los resultados y a la identificación

de los grupos. Además, la matriz de ponderación espacial utilizada se basa en la continuidad de primer orden (tipo Queen - *Reina*). En este método, se consideran vecinos todos los municipios que comparten al menos un vértice o límite. Aunque este método es un estándar ampliamente aceptado, es importante tener en cuenta que el uso de otras definiciones de vecindad (por ejemplo, tipo *Rook* o distancias k-vecinos) puede dar lugar a patrones espaciales diferentes y afectar a la interpretación de los resultados.

5. RESULTADOS

Los resultados de este estudio aportan una base empírica para la innovación social, regional y de políticas públicas, al identificar los clústeres espaciales donde coinciden el capital natural y el empleo agrícola. Esta coincidencia revela las regiones con mayor potencial de aplicación en materia de estrategias bio economía. empleo verde y gestión sostenible de los recursos, lo que se corresponde directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 8 (empleo decente), 13 (acción por el clima) y 15 (protección de los ecosistemas terrestres). Además, abre un nuevo camino de planeación regional sostenible que integra múltiples ámbitos y promueve los cambios estructurales necesarios para lograr un desarrollo sostenible e inclusivo.

El coeficiente de localización del empleo en el sector primario (medido por la proporción de la población dedicada a la agricultura, la ganadería y la silvicultura en cada municipio **CLEp**) se calculó para 2,466 municipios. La media a nivel nacional es de 2.4564 y la mediana de 1.9781. La desviación típica es de 2.6264, con un intervalo entre el mínimo (0.0036) y el máximo (38.5859) de 38.5822, y el coeficiente de variación (**CV**=1.0692) es ligeramente superior a la media.

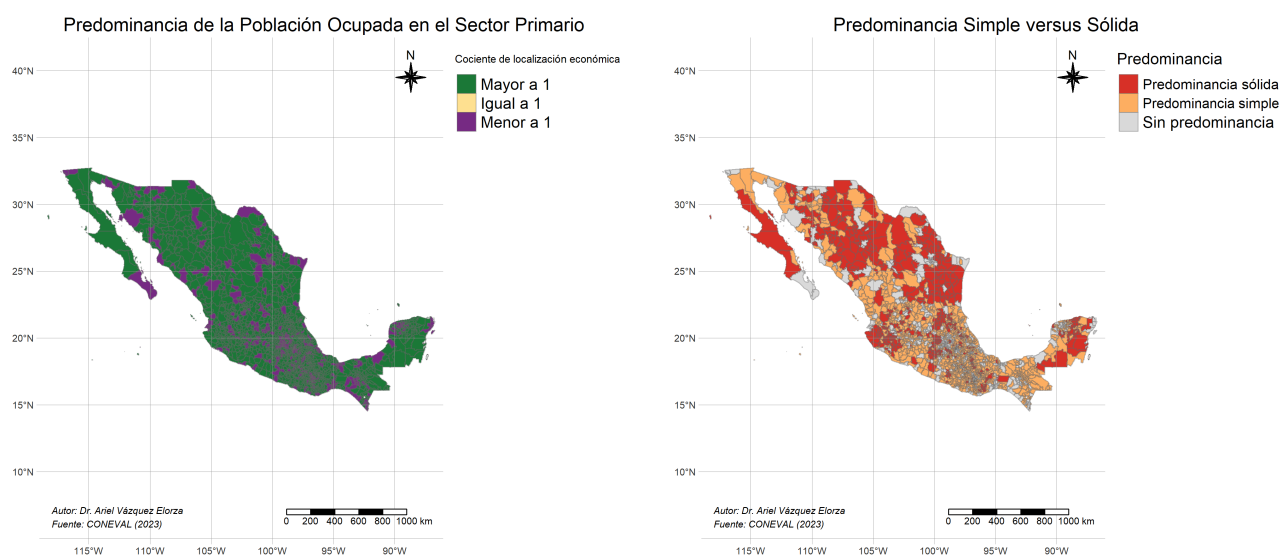
Los cuartiles primero y tercero de 1.1100 y 2.8925, respectivamente, arrojan un **IQR** de 1.7824, mientras que el coeficiente de localización de las ciudades del 50% central se sitúa entre el 1.11% y el 2.89%, aproximadamente. Los resultados de la participación del empleo representan lo siguiente:

- a. **CLEp > 1**: El predominio del municipio en el sector agropecuario (primario) es superior al del estado;
- b. **CLEp < 1**: El predominio del municipio en el sector primario es inferior al del Estado, y
- c. **CLEp = 1**: El municipio tiene el mismo predominio que el Estado.

Asimismo, se le considera que el municipio tiene predominancia simple cuando el **CLEp** está entre 1 y 3, y predominancia sólida cuando el **CLEp** es 3 o más. Es importante encontrar un valor alejado de 1, ya que este indicador indica la grandeza de la actividad económica en la zona urbana (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL, 2022, p. 5-7).

En la **Figura 3** se visualiza el predominio e importancia que tienen las actividades económicas relacionadas con el sector primario en la república mexicana, es decir agricultura ganadería y forestal en los municipios de México.

Figura 3. Cociente de localización económica primaria y su predominancia CLEp.



Nota: los valores corresponden a los siguientes segmentos:

- Mayor a 1 significa que el predominio del municipio en el sector primario es superior al del estado.
- Menor a 1 muestra que el predominio del municipio en el sector primario es inferior al del Estado.
- Igual a 1 el municipio tiene el mismo predominio que el Estado.

Fuente: Elaboración propia basada en CONEVAL (2023), CONABIO (2023).

En contraste, con aquellos que tienen menores porcentajes de participación de empleo en estas actividades lo cual podría reflejar un sector primario de autoconsumo o menos orientadas hacia actividades tecnológicas en contraste con aquellas que tienen un predominio más sólido.

El valor de I Moran bivariado es 1.8743 lo cual indica una fuerte autocorrelación espacial binaria positiva entre el Índice de Capital Natural y la Población Ocupada del sector primario en México.

Por término medio, los municipios con valores más elevados de **Cle_1** (porcentaje de población dedicada a la industria primaria) tienden a estar rodeadas de ciudades con valores más elevados de **ICN** (Índice de Capital Natural) y viceversa. Además, esto demuestra que el entorno natural también es más rico allí donde se concentra la actividad agrícola, y el patrón es estadísticamente significativo.

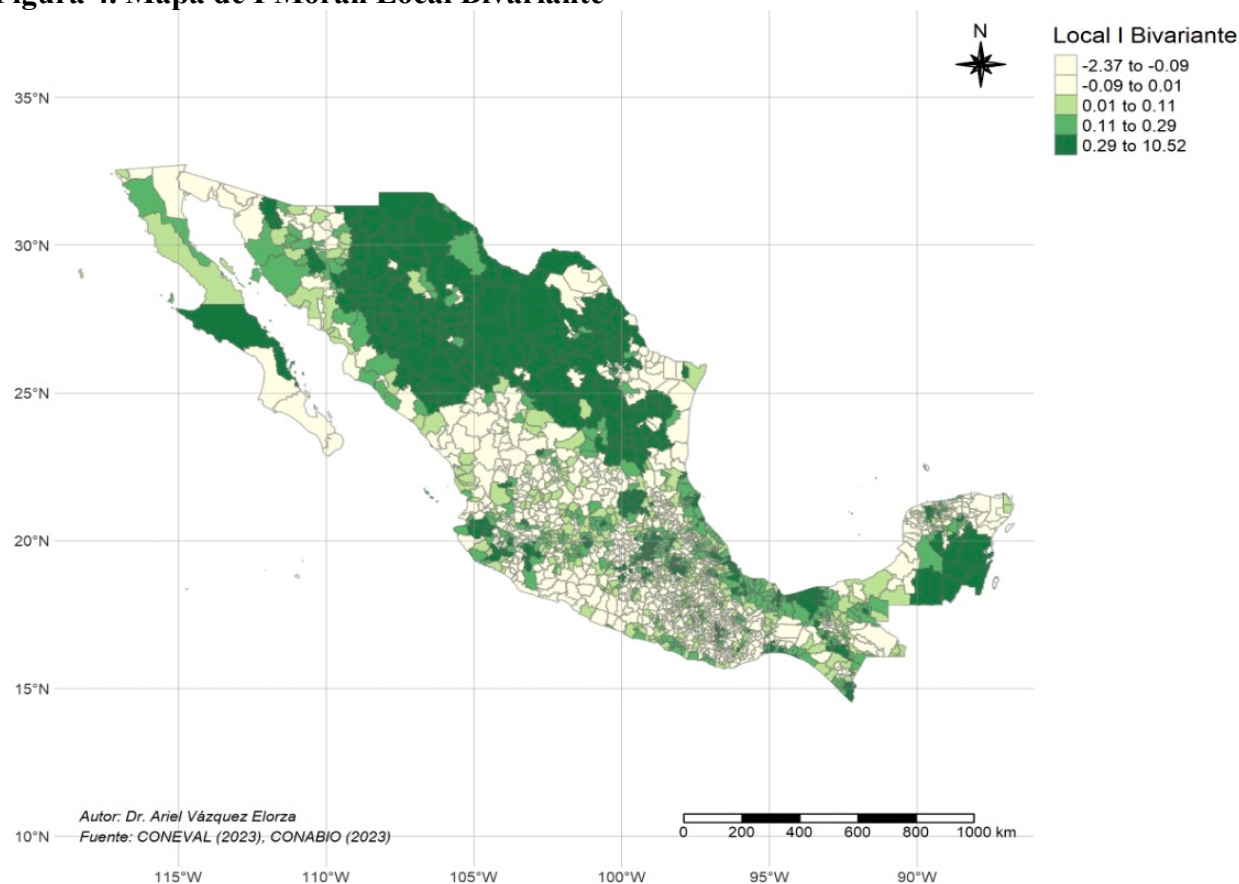
En la **Figura 4** se muestra la relación del Índice Local Bivariante entre el Índice de Capital Natural (**ICN**) y la proporción de población dedicada a actividades agropecuarias en los municipios de México. Los valores que oscilan desde -2.37 hasta +10.52, los cuales se pueden segmentar de la siguiente manera:

- a. El color **amarillo claro** (-2.37 a -0.09) evidencia que los municipios presentan una asociación local negativa moderada, a saber, un **ICN** elevado contrasta con bajos niveles agrícolas en sus alrededores, o viceversa.
- b. El color **amarillo intenso a verde suave** (que oscila desde -0.09 a +0.11) establece que los valores de **ICN** y agropecuaria en vecinos son similares, aunque sin una tendencia marcada.
- c. El color **verde intermedio a oscuro** (+0.11 a +10.52) destacan fuertes clústeres de asociación positiva, donde altos niveles de capital natural se combinan con una intensa actividad agrícola vecina (o bien bajos/bajos).

En cuanto a los patrones espaciales, se observan regiones del noreste (Coahuila, Nuevo León y sur de Tamaulipas), bajío (Jalisco, Guanajuato y Michoacán) y Sur de la Península de Yucatán emergen en verde oscuro, indicando sólidos agrupamientos positivos.

Es fundamental señalar que la Península de Yucatán presenta un alto potencial de convertirse en una región proveedora de alimentos nutritivos, o derivados para la industria alimentaria considerando la heterogeneidad de hábitos de consumo regionales (Islas et al., 2024) y de administración de los recursos hídricos (Cabral et al., 2024). Por el contrario, extensas zonas del noroeste y el centro-oriental aparecen en tonos amarillos, señal de relaciones débiles o mixtas entre las variables en estudio. Ver **Figura 4**.

Figura 4. Mapa de I Moran Local Bivariante



Fuente: Elaboración propia basada en Fuente: CONEVAL (2023), CONABIO (2023).

La **Figura 5** muestra los valores p utilizando tres colores para resaltar la importancia estadística de la asociación regional entre el índice de capital natural y la proporción de la población dedicada a la agricultura.

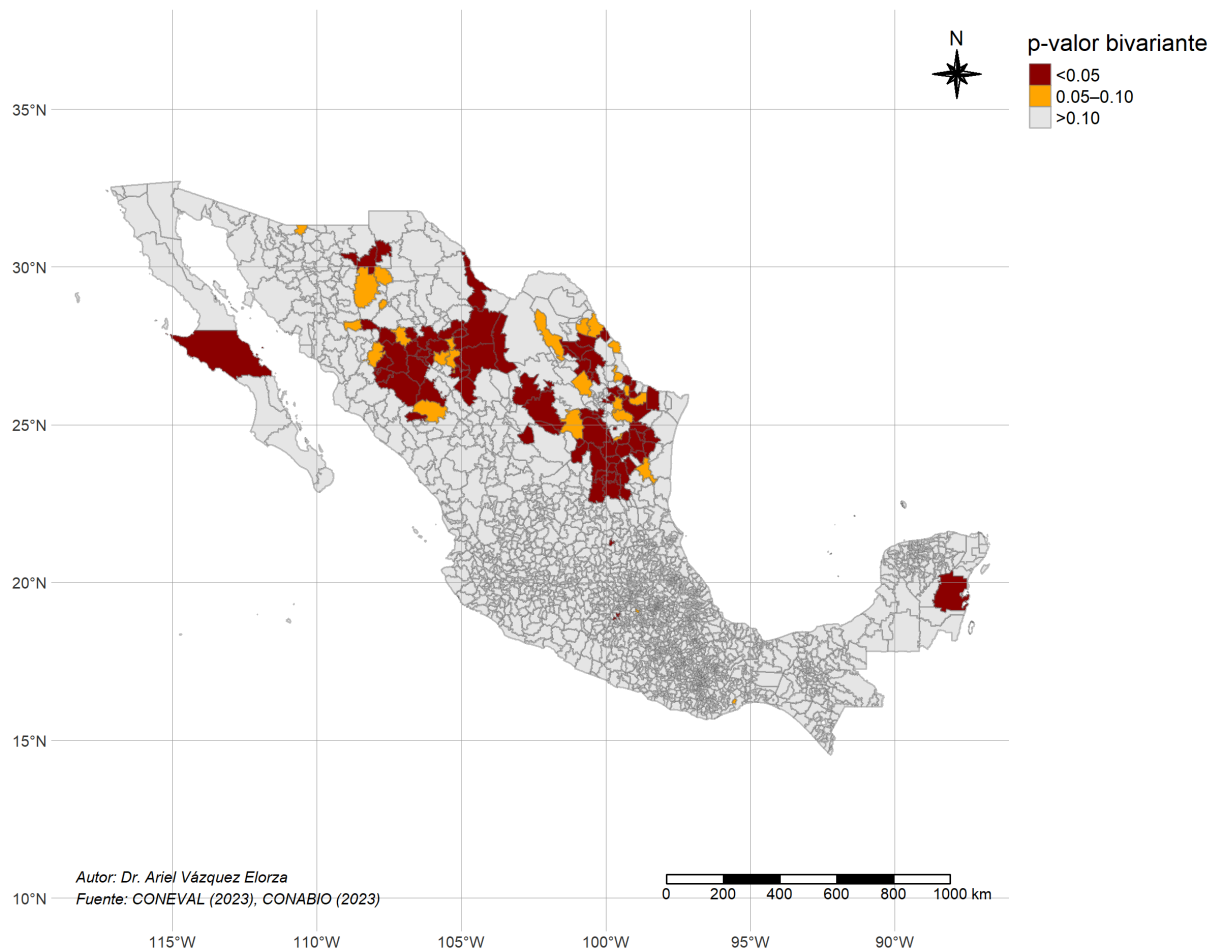
El color **rojo** ($p < 0.05$) indica zonas con correlaciones espaciales muy significativas, lo que hace muy improbable que los patrones observados sean producto del azar.

El color **naranja** ($0.05 \leq p < 0.10$) señala las zonas de significación marginal, es decir, zonas en las que las pruebas no son suficientemente sólidas, pero siguen sugiriendo la presencia de alguna correlación espacial; y el color gris ($p \geq 0.10$): corresponde a zonas con pruebas insuficientes de relaciones espaciales locales.

Geográficamente, los puntos rojos se concentran en el noreste de México (principalmente en los estados de Nuevo León y Coahuila al sur), incluyendo un grupo prominente en la región del

Bajío. Además, aparecen pequeños bloques esporádicos en el sureste, que alcanzan valores p marginales o muy destacados.

Figura 5. Mapa de p -value Bivariante.

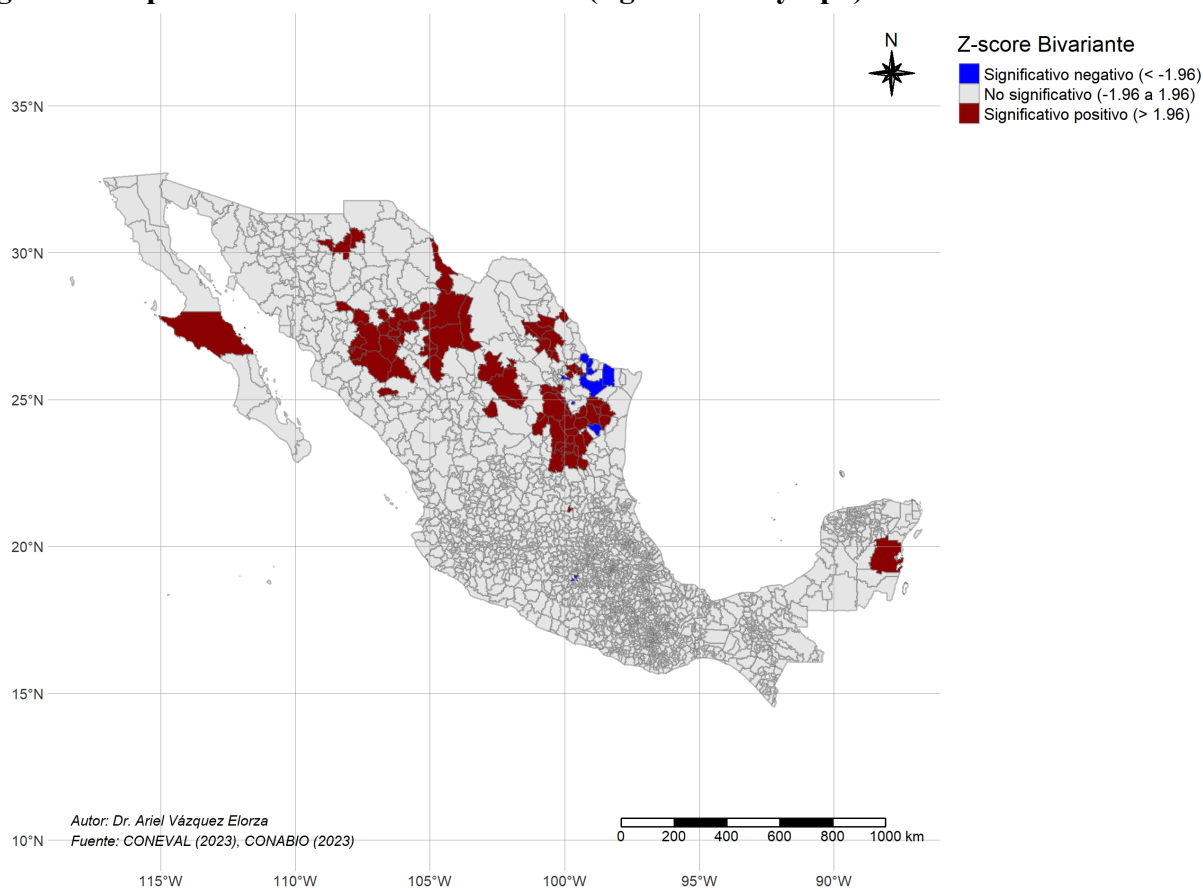


Fuente: Elaboración propia basada en Fuente: CONEVAL (2023), CONABIO (2023).

Otras zonas se muestran en gris, lo que indica que en ellas no se encontró una correlación regional estadísticamente fiable entre el capital natural y la proporción de población dedicada a actividades agropecuarias municipal.

En la **Figura 6** muestra la combinación de la significación estadística de la relación entre el índice de capital natural y la proporción de la población dedicada a la agricultura. **Gris** para las zonas en las que no se ha encontrado ninguna asociación significativa en la prueba,

Figura 6. Mapa de Local I Moran Bivariante (significación y tipo)



Fuente: Elaboración propia basada en Fuente: CONEVAL (2023), CONABIO (2023).

Se utilizaron tres tonos básicos para clasificar cada municipio:

- Rojo** para la agrupación positiva muy significativa (municipios con valores similares (alto - alto o bajo - bajo) agrupados aleatoriamente por encima de lo esperado), y
- Azul** para la agrupación negativa significativa o los valores atípicos (municipios con valores altos están rodeados de municipios vecinos con valores bajos, y viceversa).

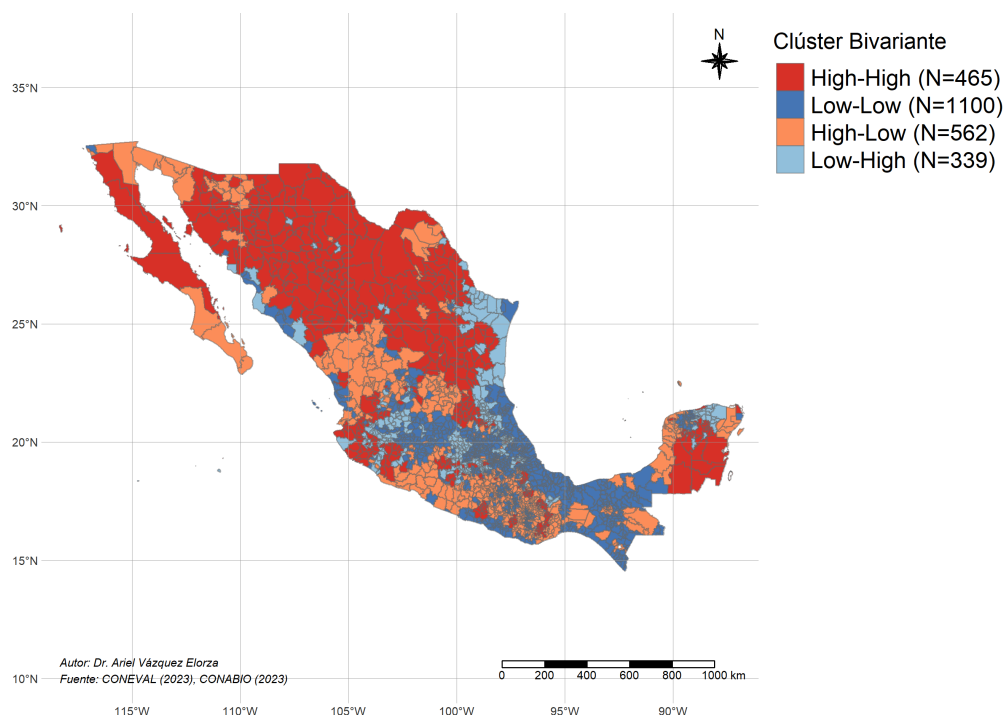
Los territorios que evidencian los clústeres espaciales coincidentes entre el capital natural y el empleo agropecuario para aplicar estrategias de bio economía, empleos verdes y manejo sostenible de recursos son 73 municipios con valores del índice local bivariante positivos y significativos ($p \leq 0.05$), lo cual reflejó clústeres estadísticamente significativos de alta concentración simultánea de capital natural y empleo agropecuario, como se evidenció en las Figuras 5 y 6.

Asimismo, 10 municipios presentaron asociaciones negativas significativas, en los cuales un alto valor del **ICN** coincidió con un entorno agrícola disminuido, o viceversa. Estos valores negativos se observaron especialmente en áreas del norte-centro del país, incluyendo porciones de Zacatecas y San Luis Potosí. Así, los puntos **azules** de la **Figura 6** son casos especiales en los que la relación entre el capital natural y la actividad agrícola es de sentido contrario a la de los municipios vecinos. El resto de las zonas cubiertas de **gris** no muestran pruebas suficientes de autocorrelación regional estadísticamente fiable (96.6% de los municipios).

Los análisis espaciales bivariado del Índice de Capital Natural (**ICN**) y del Índice de Localización Económica Principal (**pEQ**) revelan patrones regionales significativos que proporcionan información sobre la distribución geográfica de los activos medioambientales de México y de la mano de obra en actividades primarias.

En la **Figura 7** se muestran los clústeres obtenidos del Índice de Moran Binario Global identificando cuatro conglomerados espaciales (alto-alto, bajo-bajo, alto-bajo y bajo-alto) que ponen de relieve la coexistencia de fortalezas y debilidades regionales.

Figura 7 Clúster Bivariante del Índice Global de Moran



Fuente: Elaboración propia basada en Fuente: CONEVAL (2023), CONABIO (2023).

El conglomerado alto-alto (concentrado principalmente en las regiones del Sur y el Noroeste) sugiere que la región es rica en capital natural, tiene una elevada proporción de empleo en el sector primario y posee potencial para aplicar estrategias de desarrollo rural sostenible.

Por el contrario, el clúster bajo-alto, situado en el Golfo de México y partes del Sureste, presenta un panorama preocupante de actividad económica en el sector primario que tiene lugar en un entorno de baja calidad medioambiental. Esta situación puede indicar una sobreexplotación de los recursos naturales y una degradación ecológica gradual, poniendo en peligro la sostenibilidad a largo plazo del empleo rural.

Respecto a las agrupaciones alto-bajo revelan zonas ecológicamente ricas que están infrautilizadas en términos de ocupaciones económicas, lo que abre posibilidades para el diseño de políticas que fomenten el uso productivo del capital natural a través de la bioeconomía y los modelos de empleo verde. En conjunto, este enfoque espacial permite diferenciar y localizar las estrategias de intervención y reconoce la complejidad de los vínculos entre el medio ambiente y las estructuras productivas económico - rurales.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran una estructura espacial no aleatoria en la distribución del Índice de Capital Natural (ICN) y del Índice de Localización Económica del sector primario (ICPE), confirmando la hipótesis alternativa de autocorrelación espacial significativa. Este hallazgo sugiere que la localización geográfica influye de forma muy importante en la concentración de actividades agrícolas económicas y, por ende, en la importancia sobre la conservación de los recursos naturales, constituyendo clústeres regionales con características socio ambientales y económicas comunes.

Las regiones Noreste y Bajío muestran una agregación espacial positiva (alto-alto), con valores elevados de ICN que coinciden con una elevada proporción de empleo en el sector primario. Este conjunto refleja sinergias regionales que pueden aprovecharse para aplicar estrategias de bioeconomía, agricultura sostenible y empleo verde.

Por el contrario, zonas de tierras bajas y altas, como el Golfo de México y partes del Sureste, hacen un uso intensivo del empleo rural en zonas con menos capital natural generado en 2023, advirtiendo de los riesgos sobre una posible sobreexplotación de los recursos naturales y degradación medioambiental. Por su parte, las agrupaciones en territorios con un valor de alto-bajo

representan zonas ecológicamente valiosas que aún no están bien integradas en las actividades económicas rurales y representan oportunidades estratégicas para un uso sostenible.

Los métodos espaciales como el Índice de Moran Bivariante y el análisis **LISA** permiten comprender las dinámicas locales asociadas entre variables territoriales más allá de la tradicional visión descriptiva y agregada simple. La implementación de estas metodologías también permite visualizar patrones que no son visibles a escala nacional, lo que supone una importante contribución a la planificación territorial e incluyendo escalas urbanas entre los municipios, en este caso de investigación.

Entre los hallazgos teóricos se puede mencionar que se confirma la dependencia espacial de las variables del Índice de Capital Natural y las actividades económicas agropecuarias rurales, apoyando los fundamentos de la econometría espacial. Así mismo, cuando se vincula a variables socioeconómicas, diversos estudios nacionales manifiestan que el **ICN** se muestra como un indicador robusto de la sostenibilidad local, reforzando el marco teórico del capital natural como activo productivo (CONABIO, 2023).

A su vez, el enfoque de conglomerados espaciales (*clústeres*) proporciona una nueva forma de entender el desarrollo rural y permite reinterpretar el concepto de potencial agroambiental no sólo en términos de productividad, sino también de sostenibilidad ecológica.

6. DISCUSIÓN

El marco teórico de este estudio presenta una ventaja significativa, ya que integra tres corrientes teóricas principales que generalmente operan de forma independiente: la geografía económica espacial, la economía ecológica y la bioeconomía. Esta integración ofrece una perspectiva más integral de la complejidad regional, demuestra que la sostenibilidad ecológica y la distribución del empleo en el sector primario están directamente relacionadas. Además, los resultados empíricos refuerzan la operatividad de los **ODS (8, 13 y 15)**, y demuestran el potencial de generar pruebas científicas útiles para políticas públicas diferenciadas y estrategias regionales sostenibles. Los clústeres espaciales de capital natural y empleo agropecuario añaden valor a la planeación regional.

Sin embargo, este estudio tiene limitaciones. La falta de estudios precios para establecer intervalos de confianza y el análisis de sensibilidad de las estadísticas espaciales, puede minar la

fiabilidad de las inferencias regionales. En la medida que se generen datos oficiales primarios, se reducirían los sesgos o problemas de calidad de las fuentes de datos. Aunque este modelo propone una fusión interdisciplinaria innovadora, se necesita una verificación internacional para comparar estos hallazgos con otras regiones del mundo. Por último, existe una tensión entre la lógica de desarrollo orientada al mercado y la estructura de uso rural histórica, sugiriendo que el potencial de innovación regional debe tener en cuenta otros factores sociales, culturales e institucionales que determinan el uso del capital natural en cada región.

La correlación espacial positiva encontrada entre el Índice de Capital Natural (ICN) y el empleo -productos básicos primarios- (pCLE) sugiere que, visiblemente, los entornos ambientalmente ricos son también zonas de concentración sostenida y significativa de actividades de producción de productos básicos primarios. Además, evidencia la oportunidad de relacionar la innovación social, territorial y de políticas públicas con la evidencia empírica de aplicación del modelo y atención de **ODS (8, 13 y 15)**.

El índice bivariado de Moran (global frente a local) confirma esta correlación espacial significativa, sugiriendo que las zonas con más recursos naturales tienden a mantener un mayor empleo agrícola. Este hallazgo permite un enfoque multidisciplinar para el diseño e implementación de políticas públicas ambientales y de resiliencia al cambio climático.

Este hallazgo permite un enfoque multidisciplinar e interdisciplinario para debatir la sostenibilidad de las estructuras de producción tradicionales en zonas sensibles desde el punto de vista medioambiental. La distribución superpuesta del capital natural y el empleo agropecuario revela patrones económicos regionalizadas muy bien delimitadas entre los estados. Esto no se explica necesariamente por la lógica del mercado moderno, sino más bien por la estructura sociohistórica de la ocupación, la tenencia de la tierra y la tecnología.

En el marco contextual de la marginación municipal regional, las zonas que muestran una agrupación positiva (alto - alto), como el Noreste y el Bajío, también muestran potencial para estrategias de desarrollo rural sostenible. Sin embargo, otras regiones identificadas como de agrupamiento cruzado (alto - bajo o viceversa) muestran tensiones importantes; esto es, podrían traducirse en regiones de sobreexplotación ambiental e infra explotación de la productividad

También identificamos una deficiencia metodológica: no se presentaron intervalos de confianza ni pruebas de sensibilidad para las estadísticas espaciales utilizadas. Esta omisión limita

la interpretación de la solidez de los conglomerados y sugiere la necesidad de realizar comprobaciones cruzadas en futuros estudios. Tampoco hubo comparación directa con estudios internacionales similares, lo que puede reforzar la novedad de los resultados.

6.1. Implicaciones Teóricas (*Scientia*)

Los resultados revelan una nueva relación entre indicadores clásicos como el ICN y el CLEp, que suelen analizarse por separado como suele ocurrir entre las instituciones gubernamentales federales que generalmente realizan estudios de manera independiente y no de forma coordinada para correlacionar información y conocimiento agregando valor a los mismos. La integración de estos indicadores con herramientas de medición económica espacial aporta una dimensión innovadora al estudio de la transformación rural y el potencial de la bio economía regional. Si se sistematiza este enfoque desde lo local, es decir desde las unidades administrativas y de gobierno municipales, puede surgir una nueva disciplina entre la geografía económica, la ecología aplicada y la ordenación del territorio para diseñar estrategias y programas focalizados a problemas concretos. Esta fusión de disciplinas dará lugar a un modelo de gobernanza territorial sostenible.

Además, el uso de modelos multivariantes bivariados que vinculen variables ambientales, ecológicas y agro socioeconómicas contribuirá a crear formas innovadoras de medir la productividad y responsabilidad ambiental, así como el rendimiento territorial de una manera más compleja y sostenida. El presente enfoque integrado tiene el potencial de influir en futuros esquemas de clasificación geográfica para la planificación y la asignación de recursos públicos privados.

Este estudio propone una nueva relación entre el índice de capital natural (ICN) y el coeficiente de localización de la economía primaria (CLEp) desde la perspectiva de la econometría espacial. Esta relación, que no se ha explorado suficientemente en estudios anteriores, contribuye a comprender mejor la interdependencia entre las variables ambientales y la estructura regional del empleo agrícola.

Desde un punto de vista teórico, este estudio contribuye a tres aspectos que se interrelacionan:

1. En primer lugar, amplía el ámbito de aplicación de la geografía económica espacial, incluyendo variables ambientales como factores de localización, y extiende las hipótesis de Krugman (1991) y Fujita et al. (1999) a las zonas rurales y al ámbito de los recursos naturales.

2. En segundo lugar, vincula las hipótesis de la economía ecológica y la bioeconomía, especialmente desde el punto de vista de la bioecología y los biorecursos (Bugge et al., 2016), recalcando la importancia del capital natural como activo productivo que influye en el empleo en la agricultura.
3. Por último, contribuye a la formación de una nueva epistemología territorial, creando pruebas empíricas claras que pueden servir de base para el desarrollo de políticas públicas diferenciadas, idóneas de combinar la sostenibilidad ecológica, el desarrollo económico y la gestión local.

En este contexto, el modelo proporciona una base conceptual para promover una nueva gobernanza territorial basada en pruebas espaciales y alto potencial para aplicar estrategias de bioeconomía, empleos verdes y manejo sostenible de recursos, y abre escenarios para futuras investigaciones que vinculen la bioeconomía, el análisis espacial y el desarrollo rural.

6.2. Implicaciones prácticas

A partir de los patrones espaciales encontrados en este estudio permiten generar recomendaciones específicas y diferenciadas para el diseño e implementación de políticas públicas entre los hacedores en función de las características regionales. Sobre la base de la clasificación de clústeres espaciales (**ICN-CLEp**), se proponen las siguientes recomendaciones estratégicas:

- **ICN Alto/Alta** tasa de empleo agropecuario. Es conveniente establecer planes para incentivar la conservación productiva y la gestión sostenible de los ecosistemas.
- **ICN Bajo/Alta** tasa de empleo agropecuario. Se requieren esquemas de restauración ecológica medio ambiental acompañados de un proceso de reconversión sostenible de la producción.
- **ICN Alto/Bajo** índice de empleo agropecuario. Debe fomentarse las cadenas agroecológicas, la bioeconomía en desarrollo y el empleo verde con menor impacto ambiental.

Además, los resultados del estudio proponen criterios regionales para medidas diferenciadas, esto es, discriminación positiva (no tratar igual a los desiguales) que apoyen la bioeconomía, la gestión agroecológica, la sostenibilidad climática, el empleo sostenible en las zonas rurales. Asimismo, sería una buena práctica que el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, en coordinación con las instituciones ambientales, locales, estatales y federales trabajen

en conjunto para establecer mecanismos y herramientas de política pública (como por ejemplo, la incursión de pagos por servicios ecológicos, planificación ecológica participativa o incentivos fiscales para prácticas de producción sostenible).

En cuanto a la repetibilidad del método, el estudio utilizó herramientas econométricas de análisis espacial basadas en el software **R**®, que integran paquetes estadísticos reconocidos internacionalmente (entre ellos *spdep*, *sf*, *tmap*, *spData*, *rgdal*, *raster*). Aunque por motivos editoriales no se ha publicado el protocolo de programación completo, los procedimientos técnicos utilizados pueden reproducirse de acuerdo con los principios de transparencia científica y repetibilidad, por ello, para establecer una colaboración académica o una transferencia formal del método, es suficiente con ponerse en contacto con los autores.

Por último, los resultados presentados responden a atender los Objetivos de Desarrollo Sostenible (**ODS**) **8** - *Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos*, **13** - *Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos* y **15** *Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad* (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2023). Asimismo, estos objetivos han dado lugar a políticas nacionales e internacionales reforzadas (como el Plan Sectorial de Medio Ambiente (SEMARNAT), la Estrategia Nacional de Agricultura Sostenible del Suelo (FAO-México) y estrategias regionales de planificación adaptativa).

7. CONCLUSIÓN

En esta sección se resumen las principales conclusiones del estudio, se responden las preguntas planteadas. Asimismo, se responde el grado de confirmación respecto de las hipótesis planteadas; además, se presentan conclusiones significativas basadas en el análisis espacial destacando su importancia para comprender la interacción entre el capital natural y el empleo ocupado en el sector agropecuario en México. Por último, se definen los límites y las restricciones de este estudio, así como posibles líneas de investigación futura cuyo propósito sería la ampliación de la metodología y su aplicación práctica del mismo en otros niveles de territorios.

7.1. Cómo respuesta a pregunta e hipótesis de investigación.

Los resultados del estudio muestran una relación significativa entre el Índice de Capital Natural (ICN) y el empleo agropecuario (cociente de localización económica primaria - **CLEp** en municipios mexicanos). Esta evidencia empírica confirma que la distribución desigual del capital natural es una condición de la estructura productiva regional, validando así la hipótesis de investigación.

Del mismo modo, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa (**H₁**) demostrándose que las ciudades con alto empleo primario tienden a agruparse espacialmente con otras ciudades con alto capital natural, lo que indica la existencia de clústeres regionales. En las **Figuras 6 y 7** se sustenta que existen regiones con autocorrelación espacial significativa, es decir, está positivamente asociada con patrones espaciales concentrados, como la alta disponibilidad ambiental y ecológica que coexiste con altos niveles de empleo agrícola en diferentes regiones del país.

7.2. Hallazgos de la investigación.

El análisis espacial demuestra una clara agrupación regional, lo cual refuerza la interdependencia entre los recursos naturales y la estructura de la mano de obra agropecuaria.

Más del 77% de los municipios tienen un índice de localización económica superior a 1, lo que indica que los territorios tienen una fuerte especialización en la actividad del sector económico primario.

A partir del índice bivariado de Moran, pueden identificarse las siguientes **agrupaciones espaciales**:

- a. Los clústeres alto-alto** son los que presentan una correlación positiva entre el ICN y el **CLEp**, mientras que
- b. Los clústeres bajo-bajo** representan zonas con menor capital natural y menor especialización en agricultura.
- c. Los conglomerados mixtos (alto-bajo y bajo-alto)** generan posibles tensiones estructurales en el uso del suelo y su sustentabilidad.

Geográficamente, estos conjuntos se distribuyen con mayor claridad en las regiones Noreste, Bajío y Altiplano Central, mientras que en las regiones Golfo de México y Sureste prevalecen

patrones más heterogéneos y estadísticamente poco significativos. Esta evidencia apoya la idea de que la sustentabilidad rural depende no sólo de los recursos disponibles, sino también de la integración de esos recursos con la dinámica económica local de cada municipio y región.

7.3. Alcances finales de la investigación.

La presente investigación emplea datos publicados por CONABIO (2023) y CONEVAL (2023) y técnicas avanzadas de análisis espacial para presentar relacionamientos entre información geográfica sobre la relación entre la naturaleza y el empleo en el sector agropecuario. No obstante, se reconocen ciertas limitaciones.

La falta de intervalos de confianza en las pruebas de autocorrelación local reduce la solidez de algunas inferencias. Además, no se realizaron análisis de sensibilidad ni pruebas con casos internacionales comparables. Estas limitaciones abren futuras vías de investigación, como la inclusión de indicadores climáticos, el desarrollo de modelos multivariantes que incorporen variables institucionales y sociales, o el seguimiento longitudinal de las agrupaciones identificadas.

Por último, la metodología puede ampliarse para evaluar el potencial de las políticas orientadas a la bioeconomía, los empleos verdes y la planificación rural diferenciada desde una perspectiva de política pública para enfrentar el cambio climático con un enfoque integral geoespacial.

8. REFERENCIAS

- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Anselin, L. (2001). Spatial econometrics. En *A companion to theoretical econometrics* (Blackwell Publishing Ltd., pp. 310-330). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470996249.ch15>
- Brondizio, E. S., Ostrom, E., & Young, O. R. (2009). Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: The role of social capital. *Annual review of environment and resources*, 34(1), 253-278. <https://doi.org/10.1146/annurev.envIRON.020708.100707>
- Bugge, M. M., Hansen, T., & Klitkou, A. (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability*, 8(7), 691. <https://doi.org/10.3390/su8070691>
- Buzzelli, M. (2020). Modifiable areal unit problem. *International encyclopedia of human geography*, 169-173. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10406-8>

- Cabral, J. J. V., Medina, I. O., & Ortiz, M. H. (2024). Hacia una gestión sostenible del agua en México: Innovación agroecológica y gobernanza policéntrica. *Scientia et PRAXIS*, 4(8), 1-31. <https://doi.org/10.55965/setp.4.08.uady.a1>
- CEPAL; FAO; IICA. (2023). *Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2023-2024*. <https://mexico.un.org/sites/default/files/2023-10/IICA-FAO-CEPAL.pdf>
- Comisión para el Conocimiento y Uso de Nacional la Biodiversidad (CONABIO). (2023). *Índice de Capital Natural (ICN)*. Capital Natural de México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/capitalNatMex.html>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2022). *Fichas metadato de los indicadores. Fichas metadato de los indicadores*. CONEVAL. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/PATP/Fichas_metadato_PATP_3era_fase.pdf
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2023). *Plataforma para el Análisis Territorial de la Pobreza (PATP)*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Plataforma-Analisis-Territorial-de-la-Pobreza.aspx>
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., & Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Czúcz, B., Molnár, Z., Horváth, F., Nagy, G. G., Botta-Dukát, Z., & Török, K. (2012). Using the natural capital index framework as a scalable aggregation methodology for regional biodiversity indicators. *Journal for Nature Conservation*, 20(3), 144-152. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2011.11.002>
- Fotheringham, A. S. (2009). The problem of spatial autocorrelation” and local spatial statistics. *Geographical analysis*, 41(4), 398-403. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2009.00767.x>
- Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (1999). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6389.001.0001>
- Galán, C., Balvanera, P., & Castellarini, F. (2012). *Políticas públicas hacia la sustentabilidad: Integrando la visión ecosistémica*. CONABIO. https://www.academia.edu/download/49372325/Politicas_publicas_hacia_la_sustentabilida20161005-894-1ww7cj.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). *Economía y Sectores Productivos. Producto Interno Bruto*. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>
- Islas, M. N. H., Novelo, A. F., & Serna, M. del C. M. (2024). Desarrollo sostenible a través de la innovación en seguridad alimentaria y hábitos alimenticios en familias marginadas. *Scientia et PRAXIS*, 4(8), 32-60. <https://doi.org/10.55965/setp.4.08.uady.a2>
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of political economy*, 99(3), 483-499. <https://www.jstor.org/stable/2937739>
- Krugman, P. (1999). The role of geography in development. *International regional science review*, 22(2), 142-161. <https://doi.org/10.1177/016001799761012307>
- LeSage, J., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics* (Chapman and Hall/CRC). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420064254>

- Luna, E. R., & Méndez, J. L. A. (2022). Otontepec; la región y su capital natural. *Patrimonio natural del área natural protegida Sierra de Otontepec, Veracruz, México*, 49-145. <https://doi.org/10.25009/uv.2849.1688>
- Martínez-Rodríguez, M. R., Viguera, B., Donatti, C. I., Harvey, C. A., & Alpizar, F. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura Módulo 3*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/modulo-3-color.pdf?Status=Master&sfvrsn=342df765_3
- Mora, F. (2017). Nation-wide indicators of ecological integrity in Mexico: The status of mammalian apex-predators and their habitat. *Ecological Indicators*, 82, 94-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.06.030>
- Moran, P. A. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2), 243-251. <http://www.jstor.org/stable/2983777>
- Munton, R. (2016). *The rural: Critical essays in human geography* (University College London, UK). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315237213>
- OCDE. (2025). *Supply Chain Resilience Review: Navigating Risks*. 184. <https://doi.org/10.1787/94e3a8ea-en>.
- OCDE, Eurostat. (2018). *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities Oslo Manual 2018 Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. OECD publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- OCDE, & FAO. (2017). *Guía OCDE-FAO para las cadenas de suministro responsable en el sector agrícola*. 88. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264261358-es>
- Openshaw, S. (1983). The modifiable areal unit problem. *Concepts and techniques in modern geography*. <https://doi.org/10.1002/9781118526729.ch3>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). *Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Nueva Agenda para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Pacheco Almaraz, V., Palacios Rangel, M. I., Martínez González, E. G., & Vargas Canales, J. M. (2025). La especialización productiva en el sector agrícola mexicano. *Investigación multidisciplinaria en tiempos de Covid-19*, 175-184. <https://doi.org/10.52501/cc.162.13>
- Rodríguez-Robayo, K. J., Perevochtchikova, M., Ávila-Foucat, S., & De la Mora De la Mora, G. (2020). Influence of local context variables on the outcomes of payments for ecosystem services. Evidence from San Antonio del Barrio, Oaxaca, Mexico. *Environment, Development and Sustainability*, 22(4), 2839-2860. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00321-8>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo (SADER). (2023). *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON-NG)*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). <https://www.agricultura.gob.mx/datos-abiertos/siap>
- Siabato, W., & Guzmán-Manrique, J. (2019). La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1), 1-22. <https://doi.org/doi:10.15446/rcdg.v28n1.76919>
- Tellería, J. L. (2005). *El impacto del hombre sobre el planeta*. Editorial Complutense De Madrid.
- Vázquez-Elorza, A. (2021). Regional Wealth with Biodiversity and Socioeconomic Marginality. *Scientia et PRAXIS*, 1(1), 9-16. <https://doi.org/10.55965/setp.1.01.a2>

- Vesco, P., Dasgupta, S., De Cian, E., & Carraro, C. (2020). Natural resources and conflict: A meta-analysis of the empirical literature. *Ecological Economics*, 172, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106633>.
- Xue, Y., & Liu, H. (2024). Influence of Natural Risks and Non-Agricultural Income on Agricultural Trusteeship Decisions in Northeast China. *Foods*, 13(13), 2024. <https://doi.org/10.3390/foods13132024>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientia et PRAXIS

Vol. 05. No.10. Jul-Dic (2025): 34-63

<https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a2>

eISSN: 2954-4041

Políticas públicas para el desarrollo rural integral en México: una aproximación multidimensional al ODS 2. Hambre Cero

Mexico's policies for comprehensive rural development: a multidimensional approach to SDG 2. Zero Hunger

Alejandro Adame-Castañeda. ORCID: [0000-0001-9542-7573](https://orcid.org/0000-0001-9542-7573)

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Tlajomulco (UdeG)

Tlajomulco, Jalisco, México.

email: alejandro.adame@academicos.udg.mx

Iván Alejandro Salas-Durazo. ORCID: [0000-0002-0188-7462](https://orcid.org/0000-0002-0188-7462)

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (UdeG)

Zapopan, Jalisco, México.

email: ivan.salas@academicos.udg.mx

Palabras Clave: desarrollo rural integral, políticas públicas, objetivos de desarrollo sostenible, análisis multidimensional, fsQCA.

Keywords: comprehensive rural development, public policies, sustainable development goals, multidimensional analysis, fsQCA.

Recibido: 27-Jun-2025; **Aceptado:** 27-Sep-2025

RESUMEN

Contexto. La producción de agrícola en México se caracteriza por insuficientes capacidades que impiden alcanzar la seguridad alimentaria de acuerdo con la Agenda 2030 y el **ODS 2**. Se aborda el cultivo del frijol en Zacatecas debido a que es uno de los principales productores nacionales.

Problema. El desarrollo rural mexicano cuenta con dimensiones sociales y productivas. Las políticas públicas de apoyo al campo se centran en la producción y en la medida que no consideran las problemáticas sociales son incapaces de generar condiciones para el desarrollo.

Objetivo. Valorar el grado en el que se ha transitado hacia políticas de desarrollo rural integral en México a través de la producción del cultivo de frijol en Zacatecas (1990 – 2023). Se aborda la innovación organizacional debido a la intersectorialidad social – productiva.

Metodología. Se diseñaron modelos multidimensionales de inferencia difusa, mediante Análisis Cualitativo Comparado (**fsQCA**) utilizando cuatro ejes: producción, programas gubernamentales, bienestar multidimensional y efectos del desarrollo. Se aborda la innovación de procesos al incorporar esta herramienta al análisis de políticas públicas, empleando para el análisis, el periodo 1990-2023 de fuentes oficiales con representación local (municipio de Sombrerete), estatal (Zacatecas) y nacional (México).

Hallazgos Teóricos y Prácticos. Se identificó convergencia hacia la integralidad de las políticas públicas para el desarrollo rural explicado por vaivenes originados por aspectos políticos, económicos y climáticos. Esto destacó la importancia del contexto de las regiones en cuanto sus vocaciones y condiciones de producción.

Originalidad. El uso de análisis multidimensional para estimar la convergencia de políticas sociales y agrícolas para el desarrollo desde la eficiencia productiva y seguridad alimentaria planteadas en el **ODS 2**.

Conclusiones y limitaciones. Se identificó la transición hacia una política de desarrollo rural integral para el caso del valle frijolero. Resultó relevante el contexto por lo que deben considerar los niveles de gobierno, la resiliencia ante el cambio climático y factores sociales. Se sugiere profundizar en otros cultivos con el propósito de contrastar los resultados.

ABSTRACT

Context. Agricultural production in Mexico is characterized by insufficient capacities that prevent it from achieving food security in accordance with the 2030 Agenda and **SDG 2**. We addressed bean cultivation in Zacatecas because it is one of the main national producers.

Problem. Mexican rural development has both social and productive dimensions. Public policies supporting rural areas focus on production, and to the extent that they fail to consider social issues, they are unable to generate conditions for development.

Purpose. Assess the extent to which Mexico has moved toward comprehensive rural development policies by analyzing bean production in Zacatecas (1990–2023). This paper addresses organizational innovation due to the social and productive intersectoral nature of the process.

Methodology. Multidimensional fuzzy inference models were designed using Qualitative Comparative Analysis (**fsQCA**) through four aspects: production, government programs, multidimensional well-being, and development effects. Process innovation is addressed by incorporating this tool into public policy analysis. We used for the analysis the period 1990-2023 through data of official sources of local representation (municipality of Sombrerete), state (Zacatecas) and national (Mexico).

Theoretical and Practical Findings. Convergence toward the comprehensiveness of public policies for rural development was identified, explained by fluctuations caused by political, economic, and climatic factors. This highlighted the importance of the regional context in terms of their vocations and production conditions.

Originality. The use of multidimensional analysis to estimate the convergence of social and agricultural policies for development based on the productive efficiency and food security proposed in **SDG 2**.

Conclusions and limitations. The transition toward a comprehensive rural development policy was identified in the case of the bean valley. The context was relevant, and levels of government, resilience to climate change, and social factors should be considered. It is suggested that other crops be explored in depth to compare the results.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el desarrollo trasciende a la búsqueda de crecimiento económico *-al costo social y medioambiental que esto supone-* hacia otras rutas que privilegian el bienestar de las personas y cuidado del planeta a través de la reinterpretación de los sistemas productivos y patrones de consumo - desecho. En ese sentido, la Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2016) a través de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (**ODS**), a pesar de las críticas que realizan sobre su planteamiento y segregación de las capacidades nacionales (Gómez, 2018), permite establecer un consenso global relativo a la principales problemáticas sociales, económicas y medioambientales. Lo anterior, posibilita crear estrategias de acción que de manera natural se incorporan a las agendas políticas nacionales y locales.

La búsqueda del desarrollo en países como México se caracteriza por procesos de largo aliento en que existen avances y retrocesos teniendo como común denominador la presencia e incidencia del Estado mediante mecanismos gubernamentales para equilibrar los efectos de la política económica con el gasto social a lo largo del tiempo (Torres y Rojas, 2015). En algunos casos, los resultados no son del todo satisfactorios dados los efectos de problemas como la inseguridad (Maldonado, 2024), pobreza y desigualdad social (Mendoza, 2022), precarización del empleo (Manrique y Porras, 2022), así como la degradación del medio ambiente (Godínez, Figueroa y Pérez, 2021).

Como resultado *-directo o indirecto-* de lo anterior y en conjunto con problemáticas históricas relativas al reparto agrario y los modos de cultivo (Sánchez, 2014) el campo mexicano presenta afectaciones en la capacidad para la producción de alimento en calidad y suficiencia para la población. Esto contribuye a la dependencia hacia cierto tipo de productos y tiene como consecuencias barreras que limitan la seguridad alimentaria para los mexicanos (Shamah et al., 2021). La política de desarrollo rural implementada en México se caracteriza por contar con dos grandes temáticas en las que tiene incidencia.

La primera componente es la *productiva* y es relativa a los métodos, técnicas y tecnologías empleadas para la siembra, cosecha y distribución de productos; mientras que la segunda refiere a los *aspectos sociales -e inherentemente económicos-* que están inmersos en la producción agrícola.

Sin embargo, debido a la configuración en la que está sectorizada la política pública mexicana ambas vertientes en ocasiones transitan por diferentes caminos dados sus objetivos, recursos e

instancias que las gestionan. No es sino hasta el 2003 que surge el enfoque del Desarrollo Territorial Rural Sustentable como una propuesta para superar su fragmentación, asumiendo la responsabilidad de orientar el desarrollo rural en México hacia una visión más holística y sostenible.

Este cambio de enfoque, se enmarca en la innovación organizacional y a los procesos referida en el Manual de Oslo (OECD, 2018) debido a que los cambios son sustanciales y significativos en la manera en la que buscan atender problemáticas comunes que anteriormente se abordaban por separado. Esto aplica tanto a los objetivos de la política pública como a las poblaciones objetivo, tipos de apoyos e indicadores para su seguimiento. Siendo lo anterior, un argumento fundamental en el presente escrito para abordar la intersectorialidad de lo social, económico y de producción agrícola como un fenómeno multidimensional y que conduce a cuestionar: *¿En qué medida las políticas públicas agrícolas en México transitan hacia un modelo de desarrollo rural integral que contribuya al **ODS 2** Hambre Cero?*

La aportación original de esta investigación radica en la discusión de resultados provenientes del análisis multidimensional empleando modelos de inferencia difusa. Específicamente a través del desarrollo de explicaciones causales, es decir, del abordaje holístico de los diferentes elementos que intervienen la política para así valorarla desde su integridad. Cabe señalar que esto complementa a los estudios previos en los que se focaliza en los efectos netos, o sea, estimar el peso particular que tiene cada variable para explicar un fenómeno. De manera que se aportan elementos que abonan al entendimiento de los alcances del **ODS 2. Hambre Cero en México**.

El propósito de este escrito consiste en valorar el grado en el que las políticas públicas agrícolas transitan hacia políticas de desarrollo rural integral en México a través del análisis del cultivo de frijol en Zacatecas durante el periodo 1990 – 2023. Para ello, se emplean modelos de análisis multidimensional a través de métodos de inferencia difusa, específicamente a través de la herramienta de Análisis Cualitativo Comparado utilizando cuatro ejes: *producción, programas gubernamentales, bienestar multidimensional y efectos del desarrollo*. El presente trabajo se organiza en seis secciones: *contextualización del problema, revisión de literatura, metodología, resultados y discusión, para finalmente cerrar con las conclusiones*.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

A **nivel mundial**, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) identifica una serie de obstáculos en cuanto a la seguridad alimentaria, entre las que destacan: las disparidades regionales con un énfasis en la vulnerabilidad de los países menos desarrollados, la escalada de precios derivada de procesos de inflación a nivel global, las asimetrías de género que asocian a las mujeres a peores condiciones de alimentación y la fragilidad las niñas y niños ante factores contextuales para lograr alimentaciones en calidad y suficiencia (FAO, 2025).

A **nivel regional**, América latina presenta altos niveles de inseguridad alimentaria sólo precedido por África. Para el 2024, el 25.2% de la población latinoamericana presenta inseguridad alimentaria con el 7.8% clasificada como grave y el resto como moderada (FAO, 2025).

A **escala nacional**, las pérdidas de alimento contribuyen directamente a la inseguridad alimentaria de las personas. Con base en Ruehl et al. (2025) cultivos como el frijol presentan mermas significativas las diferentes etapas de la producción: cultivo (4.8%), recolección (5.0%), almacenamiento (1.8%), venta (4.5%) y procesamiento (1.8%), limitando el acceso a alimentos, así como a encarecer el precio final al consumidor.

La política agrícola se compone por objetivos, estrategias, metas y acciones que implementan los gobiernos a diferentes niveles con el propósito de generar el desarrollo agropecuario (Delgadillo y Chalita, 2013). Por su parte, la política de desarrollo está caracterizada por dos vertientes: (1) la productiva, canalizada a agricultores y; (2) la social, dirigida a grupos vulnerables y/o en situación de pobreza (Yúnez, 2010).

Para el caso mexicano, los cambios en la política agrícola se resumen en tres momentos: (1) sustitución de importaciones (1950-1980); (2) liberación y apertura económica con apoyo a los cultivos de exportación y las empresas agrícolas (1980-1990) y; (3) compensación a las fallas de mercado, iniciada a partir de los noventa (Sabourin et al., 2015).

Este giro en la intervención del Estado se enmarca en innovaciones organizacionales y de procesos en los términos del Manual de Oslo (OECD, 2018) dado que la configuración misma de la política aborda aspectos de intersectorialidad ante la tensión entre el desarrollo económico vs el desarrollo social como objetivos aparentemente desconectados entre sí.

El frijol es un cultivo estratégico reconocido en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS). El Estado está obligado a diseñar y operar políticas públicas para garantizar la seguridad

y soberanía alimentaria mediante su producción (López y Gallardo, 2015). Cabe destacar que México es el octavo productor mundial de frijol.

El Estado de Zacatecas representa el cuarto lugar nacional por superficie cultivada con entre 1.5 y 1.7 millones de hectáreas, la mayoría bajo condiciones de temporal. En ese sentido, el 52.7% de la producción se concentra en los estados de Zacatecas (38.6%) y Durango (14.1%). El rendimiento es de aproximadamente 800 kg/ha, el cual está muy lejos del promedio mundial de 1.27 ton. / ha. y las 1.86 ton. / ha. de Estados Unidos (FIRA, 2022; Ayala et al., 2021; Sosa y Ruíz, 2017; Lara, 2015).

La agricultura del noroeste de Zacatecas está caracterizada por la especialización en el cultivo de frijol por temporal. Se realiza por productores catalogados en transición y la mayoría de ellos en grave riesgo de un retroceso a ser productores de subsistencia. Son diversas las problemáticas de esta región, las más representativas son: la comercialización, organización productiva, así como la persistencia de cultivos poco rentables y con variedades poco demandadas. Asimismo, están presentes otros problemas de reciente manifestación asociados al cambio climático, el envejecimiento de productores y el control regional por la delincuencia organizada.

A nivel municipal, el municipio de Sombrerete enfrenta un panorama complejo en términos de desarrollo, caracterizado por avances en ciertos indicadores, pero también por desafíos persistentes.

La ausencia de una estrategia integral de desarrollo permite el planteamiento de un problema estructural que limitan la mejora *social - económica*. En el ámbito productivo, el sector agrícola, especialmente la producción de frijol muestra una notable resiliencia con rendimientos superiores al nacional. No obstante, el impacto de las políticas como el **Procampo** ha sido limitado. Aunque el número de beneficiarios es estable durante varios años, recientemente hay reducciones a los apoyos a productores con más de 20 hectáreas, quienes representan una parte significativa del sector.

Aunado a lo anterior, el envejecimiento de la población, que en 2023 alcanzó el 50%, supone un reto adicional para la productividad agrícola. Este fenómeno se refleja en la disminución de la superficie promedio apoyada, que pasó de 19 hectáreas en 1995 a solo 10 hectáreas en 2023. Paralelamente, las políticas públicas implementadas en los últimos sexenios han sido inconsistentes y no logran atender de manera efectiva los problemas del desarrollo. Dentro de su contexto, y a pesar de que la tasa de emigración ha disminuido de 1.70 migrantes por cada 100 habitantes a 0.37

en los últimos años, el vínculo con el extranjero es relevante por el establecimiento de la población en Estados Unidos.

El municipio de Sombrerete, está clasificado como Distrito de Desarrollo Rural (**DDR**) de Río Grande, el cual es uno de los más importantes en el país para este cultivo. Dicha región tiene origen en las políticas de granos y forrajes aplicadas en la región centro del país, lo que provoca que el cultivo de frijol se traslade a la zona noroeste desde los años sesenta. Posteriormente, en la década de los ochenta se acompaña con políticas como los precios de garantía, así como créditos y seguros productivos. En tiempos más recientes se suman políticas como el Procampo y los apoyos al diésel, entre otros (Adame, 2016).

Finalmente, cabe destacar la originalidad del abordaje multidimensional (*social – económico – productivo*) que se realiza en este escrito, aportando elementos complementarios a estudio previos sobre el acceso familiar a alimentos de calidad considerando el acceso a programas públicos (Shamah et al., 2021); la precarización de los ocupados en el campo (Flores, 2021), efectos económicos de las políticas orientadas al desarrollo del campo (Kato y Huerta, 2022) y el desarrollo rural analizado desde su componente social (Martínez y Salazar, 2022). Asimismo, en términos del Manual de Oslo (OECD, 2018) se realiza una contribución desde la perspectiva de la innovación organizacional al introducir nuevos métodos en la organización de prácticas, procesos o relaciones externas que antes no existían o estaban desarticulados.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Este apartado se conforma por cuatro apartados y su propósito consistió en identificar los conceptos y explicaciones clave que están inmersos en la manera en la que el Estado atiende problemáticas en la intersección del desarrollo social y la producción agrícola. En primer lugar, se realizó una aproximación al concepto de seguridad humana. Posteriormente se focalizó en la seguridad alimentaria. Se continuó con el papel que juega la agenda 2030 a través de los **ODS** y se concluyó con la contribución de las políticas públicas para la seguridad alimentaria.

3.1. Seguridad humana

El concepto de seguridad humana proviene de la propuesta del Programa de las Naciones Unidas

para el Desarrollo (PNUD, 1994) en el cual realizó un planteamiento estableciendo al sujeto centrándose en su vida y dignidad. De manera que el Estado era el principal responsable de garantizar los derechos sociales a las personas no sólo desde la acción sino también desde la prevención de problemáticas atribuibles a diferentes esferas económicas, sociales y medioambientales (Acevedo-Navas et al., 2022). Estas se ilustran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Dimensiones de la seguridad humana.

Dimensión	Amenaza que atiende
Seguridad económica	Pobreza
Seguridad alimenticia	Hambre
Seguridad de salud	Lesiones y enfermedad
Seguridad medioambiental	Polución, deterioro del medio ambiente y recursos.
Seguridad personal	Distintas formas de violencia
Seguridad comunal	Amenaza contra la integridad de las culturas
Seguridad política	Represión política

Fuente: Elaboración propia a partir del PNUD (1994).

En ese sentido, la seguridad humana se estructuró a partir de dos características centrales: su naturaleza multidimensional y su estrecha relación con los derechos humanos. Respecto a la primera, Tola y Aguirre (2017) señalaron que las siete dimensiones mencionadas en la **Tabla 1** trajeron consigo un entramado de relaciones entre los individuos, sus comunidades y los diferentes niveles de gobierno articulados por el marco jurídico y las políticas públicas; las cuales a su vez estuvieron inmersas en problemáticas intrincadas dado que no tuvieron los mismos orígenes y efectos, pero están correlacionadas entre sí.

En cuanto a la segunda característica, Acevedo-Navas et al., (2022) argumentaron que la seguridad humana guarda una estrecha relación con la protección de los derechos fundamentales de las personas, no únicamente desde su garantía en un sentido del cuidado del bienestar, sino también desde una perspectiva crítica para visibilizar y atender problemáticas relativamente emergentes que afectan a grandes grupos de la población mundial en aspectos tales como el terrorismo, desplazamientos forzados, trata de personas, tortura y desaparición forzada, entre otros.

3.2 Seguridad alimentaria

Derivada de la seguridad humana, se desprende la dimensión de seguridad alimentaria, definida por la **FAO** como la capacidad para acceder, tanto de forma física como con los recursos

económicos a una alimentación que sea suficientemente nutritiva y que conduzca a una vida saludable (FAO, 1996).

Ruderman y Núñez (2002) mencionaron cuatro dimensiones sobre las que se sustenta la seguridad alimentaria: (1) disponibilidad alimentos; (2) acceso económico y físico; (3) uso para el aprovechamiento nutricional y; (4) estabilidad en el tiempo. Dichos autores identificaron la relación en América latina de la seguridad alimentaria con el estado de nutrición de las personas, enfatizando en que consecuencias de una mala alimentación son de largo plazo e inclusive, en algunos casos, intergeneracionales. Esto trajo consigo la creación impuestos cambios en el etiquetado que buscaron desincentivar el consumo de productos altamente calóricos (Guimond-Ramos et al., 2025; Guimond-Ramos et al., 2023). Al respecto, la **FAO** señaló que, en países con ingresos bajos y medianos, los apoyos provenientes de las políticas públicas refirieron mayormente a los productores a través de protección a los precios y subvenciones en cultivos básicos como el trigo, maíz, arroz y azúcar. Sin embargo, este tipo de políticas tuvieron como resultado desbalances en las dietas de las personas hacia niveles considerados como no saludables (FAO, 2022).

Para el caso mexicano, Urquía (2014) estableció que una problemática recurrente que ha impedido alcanzar la seguridad alimentaria es la desigualdad regional enfatizando en el papel fundamental que jugaron la mujer y los pequeños productores para revertir esta situación. Esto implica, entre otros factores, el diseño de políticas públicas que de manera integral atendieran las problemáticas relativas a la producción de alimentos desde sus componentes social, política, económica y medioambiental.

3.3 Los ODS y la seguridad alimentaria

La Agenda 2030 surgió como una respuesta de las Naciones Unidas para el establecimiento de líneas de atención a las principales problemáticas que aquejan a la humanidad, desprendiéndose de ella los Objetivos del Desarrollo Sostenible (**ODS**). Están organizados a través de 17 temas que si bien están segmentados por áreas también están inherentemente entrelazados entre sí dada la naturaleza compleja de los problemas que atienden.

Con relación a la seguridad alimentaria, el **ODS 2. Hambre Cero** problematizó, entre otros factores, a la desigualdad y al cambio climático como dos aspectos clave que generan como consecuencia inseguridad alimentaria, es decir, la incapacidad de las naciones para garantizar la

alimentación en suficiencia y calidad a su población. De manera que resultó clave el papel de los Estados Nación con relación al desarrollo de capacidades en cuanto a la producción de alimentos - *animal y vegetal*-.

Sin embargo, la seguridad alimentaria no opera en el vacío, sino que por el contrario es generadora de beneficios económicos y sociales que impactan a otros **ODS**, desde lo social a los objetivos *1. Fin de la pobreza* y *10. Reducción de las desigualdades*, así como aquellos que impactan en el ámbito económico: *8. Trabajo decente y crecimiento económico* y *12. Producción y consumo responsables*.

Lo anterior, implica la obligada interacción entre objetivos, ya que de otra manera se corre el riesgo de reducir su operación al cumplimiento de indicadores no conectados entre sí cuyos resultados pueden ser limitados, ya que como afirman Sanahuja y Tezanos (2017) el proceso global de desarrollo incluyó muchas entradas, procesos y salidas interconectadas, a la vez que de que al no existir una fórmula unificada de aplicación, cada nación desarrolló sus propias estrategias basadas en sus propias capacidades y objetivos.

La propia **CEPAL** (CEPAL, 2020) realizó una proyección sobre la viabilidad los **ODS** en Latinoamérica. Como conclusión se resalta la alta posibilidad de no alcanzar las metas como un todo, a la vez de la necesidad de inversión de las naciones en políticas públicas focalizadas para atender ciertas problemáticas que sin la intervención del Estado terminarán por incrementarse. Esto, demuestra el papel central que juega el sector gubernamental para orientar y mediar a los diferentes agentes e intereses a través de sus diferentes instrumentos, entre ellos, las políticas públicas para el beneficio económico, medioambiental y social.

3.4 Políticas públicas para la seguridad alimentaria

Una vertiente que han tenido las políticas públicas mexicanas refiere a la atención focalizada de poblaciones vulnerables a través del combate a la pobreza mediante la mejora de sus condiciones alimentarias (Shamah et al., 2021). Inclusive, directa o indirectamente tienen incidencia en la percepción sobre los patrones de alimentación de la población (Flores-Novelo et al., 2024).

Se implementaron dos programas centrales que desde el combate a la pobreza buscaron fortalecer la seguridad alimentaria. El primero de ellos fue *Progres-a-Oportunidades-Prospera*, el cual contribuyó durante varios sexenios a atender multidimensionalmente necesidades de los

grupos sociales menos favorecidos. Ordoñez y Silva (2019) identificaron que el principal reto de esta intervención consistió en la complejidad de la multisectorialidad de la intervención dado que implicaba la coordinación entre instancias en temas de educación, salud y empleo. También se destacó la *Cruzada contra el hambre* que, si bien contribuyó a mejorar la calidad de vida, su falta de focalización y limitaciones en la cobertura impidieron alcanzar su objetivo central (Huesca et al. 2016).

Arellano (2023) destacó que los instrumentos implementados por el Estado respecto a esta temática, refirieron a: (1) la disponibilidad física; (2) accesibilidad a los alimentos, incluyendo los recursos para adquirirlos y su presencia en los hogares y; (3) su uso, en cuanto al consumo y al estado nutricional de las personas; lo cual hizo necesaria la intervención desde diferentes instancias como un asunto inherentemente intersectorial.

Sin embargo, la atención a través de los programas implementados ha tenido un horizonte temporal al corto plazo relacionado con los ciclos del gobierno. Esto ha tenido como resultado un éxito parcial en la mejora a una alimentación de calidad debido a que se omitió la atención a las causas estructurales en buena medida por los recursos y continuidad que ello supone (Becerra y Ordoñez, 2020).

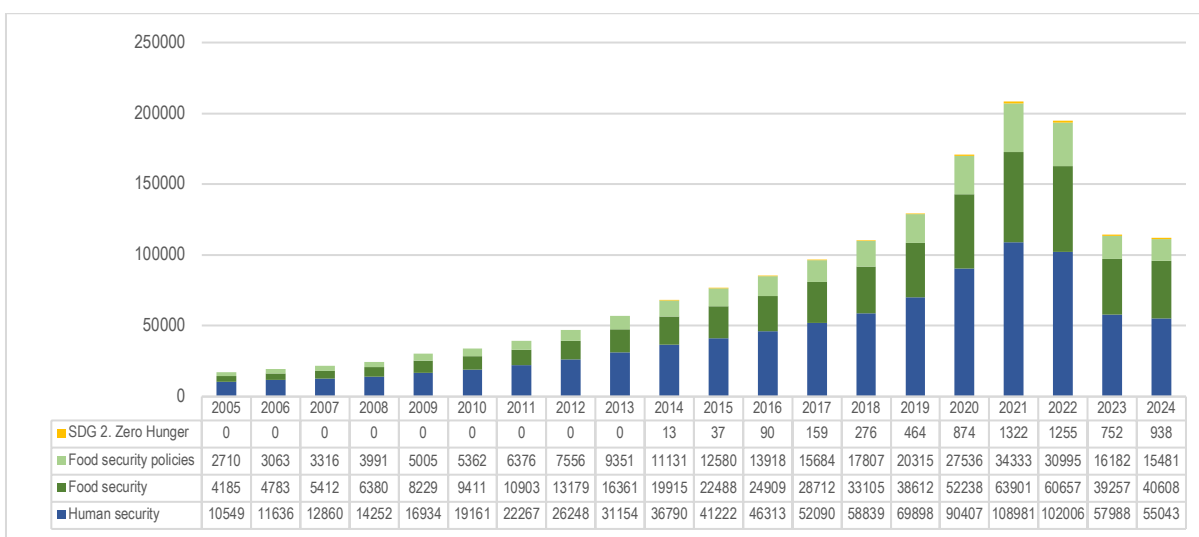
En resumen, en esta sección se abordó la naturaleza compleja e intrincada que conlleva la seguridad humana. Están en juego tres esferas: (1) la supranacional, que se construye y problematiza desde la agenda 2030 y los **ODS** (Naciones Unidas, 2016), se contextualiza y mide desde la **FAO** (FAO, 2022) y conduce a la innovación gubernamental desde supuestos planteados el Manual de Oslo (OECD, 2018); (2) a nivel nacional y local a través de políticas y programas públicos que a lo largo del tiempo han cerrado las brechas entre sus objetivos para que desde la intersectorialidad se aborden los problemas públicos y; (3) a nivel individual, desde las condiciones que tienen los sujetos para procurarse una alimentación suficiente en favor de su calidad de vida.

Lo anterior, permitió establecer una hipótesis de trabajo que orientó a la presente investigación: *Dada la centralidad del Estado y las políticas públicas en México, la integralidad en la intervención resultará fundamental para la atención de una temática que inherentemente involucra a lo social, económico y de producción agrícola.*

Asimismo, la incidencia de estas intervenciones estará condicionada por el alcance sexenal que caracteriza a la planeación del desarrollo, la cual se estructura -y se reinventa- en cada ciclo de gobierno.

En cuanto al interés académico que convoca el estudio de la seguridad alimentaria se identificó una clara tendencia posterior al 2010 al aumento en estudios relativos a esta temática. Para realizar un inicial análisis bibliométrico se empleó la plataforma de Lens.org considerando cuatro frases de búsqueda: (1) “SDG 2. Zero Hunger”; (2) “Human security”; (3) “Food security” y; (4) “Food security policies”. Los resultados se filtraron únicamente hacia artículos de revista debido a que pueden ser considerados como el medio más efectivo para la generación del conocimiento dadas sus características (ver **Figura 1**).

Figura 1. Producción académica en revistas relativas a la seguridad alimentaria.

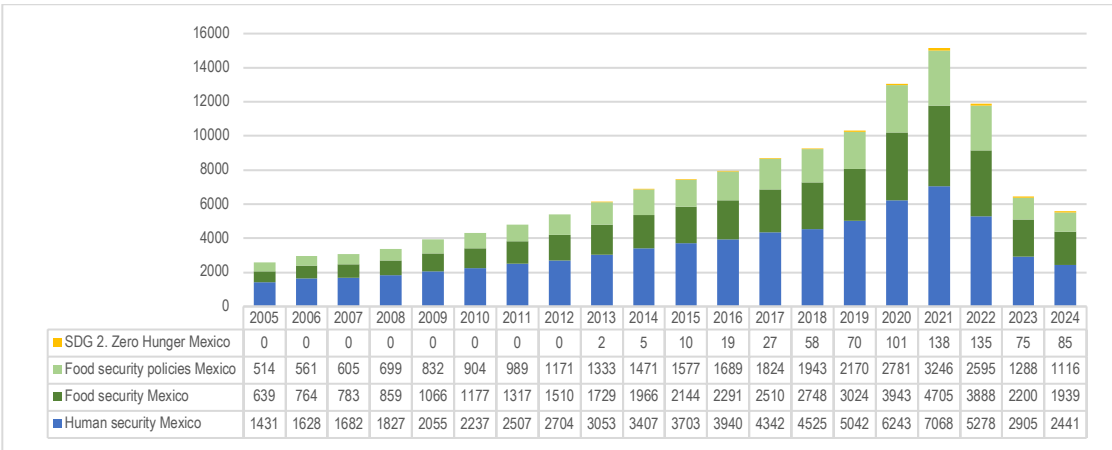


Fuente: Elaboración propia empleando la plataforma Lens.org

Como se observa, el estudio de las temáticas relacionadas a la seguridad alimentaria encuentra un pico de producción en el 2021 y 2022, que pudiera enmarcarse en el contexto de los efectos postpandemia caracterizada por una generalizada de inflación a nivel global.

En un segundo momento, se agregó a los términos de búsqueda anteriores la palabra “México” con el propósito de focalizar estudios nacionales tal como se ilustra en la **Figura 2**. En ese sentido, la tendencia es similar a la presentada en la figura anterior.

Figura 2. Producción académica en revistas relativas a la seguridad alimentaria en México.



Fuente: Elaboración propia empleando la plataforma Lens.org

Cabe destacar que en cuanto al volumen de producción de las primeras cinco instituciones sólo una es mexicana (**UNAM**), tres son universidades estadounidenses (Harvard, Iowa State University y la Universidad de California) y un organismo supranacional (Banco Mundial). Esto podría reflejar el interés internacional del estudio de México en cuanto a los mecanismos implementados para alcanzar la seguridad alimentaria.

4. METODOLOGÍA

El análisis de los problemas públicos está caracterizado por relaciones intrincadas entre causas y efectos, resultando muy complicado en algunos casos desagregarlos. Asimismo, en algunos objetos de estudio el análisis de los efectos individuales no necesariamente refleja con precisión el comportamiento de un fenómeno. Por lo que se incorporaron herramientas multidimensionales que privilegien las relaciones causales (*holísticos*) por encima de la estimación de efectos netos (*individuales*).

Ragin (2014) señala tres supuestos sobre los que parte el análisis multidimensional: (1) complejidad, dadas las intrincadas relaciones entre variables; (2) ambigüedad, al no conocer con precisión las componentes que integran al fenómeno social y; (3) incertidumbre, al desconocer sobre la manera exacta en la que se puede medir un fenómeno.

Para compensar lo anterior, los modelos basados en lógica difusa aportan cuatro ventajas: 1) mayor precisión al matizar los grados de pertenencia; 2) el uso de etiquetas lingüísticas para

solucionar la falta de consenso en el comportamiento de una variable; 3) capacidad para conjuntar el grado de pertenencia de varios conjuntos; 4) encontrar diferentes combinaciones que llevan a un resultado similar a través de las tablas de verdad (Salas, 2018).

El Análisis Cualitativo Comparado basado en lógica difusa (**fsQCA**, por fuzzy-set *Qualitative Comparative Analysis*) es una herramienta que posibilita valorar fenómenos complejos a partir de la creación de casos de estudio diseñados *ad hoc* considerando el tipo de información al que es posible acceder enmarcado en teorías y conceptos (Cortez y Solorio, 2022; Mejía-Trejo, 2023). Lo anterior, los hacen adecuados para este tipo de casos de estudio dado que las valoraciones van más allá de una dicotomía *éxito – fracaso* (Zamora, 2018). Estas herramientas permitieron crear reglas de medición basadas en la conjunción del comportamiento de cada variable y la manera en que interaccionan con las demás; su construcción fue multidimensional al integrar un espectro amplio de indicadores haciendo posible explicar la complejidad de la realidad social (Salas y Flores, 2017), para lo cual, se empleó el software **Matlab** (The MathWorks Inc, 2022) mediante el módulo *Fuzzy Logic Designer* para el cálculo de los modelos de **fsQCA** diseñados expresamente para este escrito, en cuatro fases.

La primera etapa consistió en la construcción del denominado *conocimiento sustantivo*. Esta construcción refiere a la compilación, organización e interpretación de argumentos, explicaciones e información relativa al fenómeno estudiado; se compone de teorías, conceptos, informes, datos y opiniones de expertos. En ese sentido, fueron consultados trabajos empíricos, políticas y programas públicos, informes oficiales, marco normativo, así como las bases de datos desarrolladas por instancias oficiales como el **INEGI**, **CONAPO** y el **SIAP**.

Todos ellos dentro del marco de la intersección de los ámbitos social, económico y de producción agrícola. Su propósito consistió en establecer un marco de referencia que sirvió para el diseño de ejes y categorías que análisis considerando tanto el conocimiento previamente generado del tema, el contexto institucional, así como la información que estaba disponible en cuanto a su contenido y existencia en el tiempo. Derivado de lo anterior, se establecieron cuatro ejes de análisis sobre los cuales se estructuró el modelo de análisis (ver **Tabla 2**).

Tabla 2. Ejes y categorías de análisis.

Eje	Categorías	Fuentes de información
Producción	% de las ha municipales cosechadas de frijol.	Plataforma: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/ Por municipio, ciclo: primavera verano; modalidad: temporal; entidad federativa: Zacatecas; distrito: Río Grande; Municipio: Sombrerete; cultivo: frijol; unidad de medida: toneladas; variedades: todas; tipo de tecnología: cielo abierto; tipo de producción: convencional; tipo de mercado: nacional (1990 – 2023). Nota 1: Para los años previos al 2003 se usaron estimaciones de la producción municipal a partir del total estatal. Nota 2: En la información aparecen los precios por tonelada de manera anual con los que se puede conocer el valor de la producción total. Posteriormente, ese total se divide entre la población ocupada en el sector primario.
	% del volumen de frijol del municipio del total nacional.	
	Comparación del rendimiento ton /ha del mun. vs nal.	
	Tasa de crecimiento municipal de la producción.	
	Productividad Individual Anual.	
Programas gubernamentales	PEC.	Plataforma: Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/#gsc.tab=0 Presupuestos, programas, ramos y variantes del PEC (2003 – 2023). Nota: La desagregación presupuestal es distinta en tres momentos, de 2003 a 2005, de 2004 a 2008, a partir de 2009 se mantiene la misma estructura de desagregación y es la misma que se busca mantener para todos los años.
	Programas PEC.	
	Ramos PEC.	
	Variantes PEC.	
Bienestar multidimensional	Bienestar económico.	Plataforma: INEGI. https://www.inegi.org.mx Porcentaje de población analfabeta (1990, 1995, 2000, 2010, 2015 y 2020). Porcentaje de población 5 años y más que no asisten a la escuela (1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020). Escolaridad (2000, 2005, 2010, 2015 y 2020). Porcentaje de población sin derechohabencia (1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020). Porcentaje de población con carencia alimentaria (2000, 2010, 2015 y 2020). Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica (1995, 2000, 2005, 2010 y 2020). Viviendas particulares habitadas que dispone de agua de la red pública 1995, 2000, 2005, 2010 y 2020). Viviendas habitadas (1995, 2000, 2005, 2010 y 2020). Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje (1995, 2000, 2005, 2010 y 2020). Viviendas habitadas que disponen de sanitario (1995, 2000, 2005, 2010 y 2020). Porcentaje de viviendas con piso de tierra (1990, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020). Plataforma: CONEVAL. https://goo.su/PGXpa Coefficiente de Gini municipal (2010, 2015 y 2020). Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). https://goo.su/zYOKa Índice de Desarrollo Humano (IDH) municipal (2010, 2015 y 2020) Nota: Para los años faltantes se usó una progresión lineal.
	Derechos sociales	
	Cohesión social	
Efectos del desarrollo	Tasa de envejecimiento.	Plataforma: INEGI https://www.inegi.org.mx Población por grupos (años) 0-4, 5-9, 10-14, 60-64, 65-69, 70-74, 75-79, 80-84, 85-89, 90-94, 95-99, 100 o más (1990, 1995, 2000, 2005, 2010 y 2020). Nota: Para los años faltantes se usó una progresión lineal. Plataforma: Listados de Beneficiarios de Procampo https://goo.su/3KcaW11
	Superficie productiva apoyada.	

	Desastres naturales.	Municipio, superficie apoyada, importe apoyado, rango al que pertenece el productor y número de agricultores (1995-2023). Plataforma: Atlas Nacional de Riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx
	Intensidad migratoria.	Lluvias, heladas, granizadas y sequías (1990-2023). Fuente: Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas 2016 – 2050 (CONAPO). https://goo.su/fWi7Ku
	Especialización en granos básicos.	Población en Zacatecas (1990-2023). Plataforma: Data México. https://goo.su/bcKpO
	Balanza comercial de frijol.	Personas ocupadas en el sector agrícola (2010 a 2022). Nota: Para los años faltantes se usó una progresión lineal. Plataforma: BANXICO https://www.banxico.org.mx/ Balanza comercial para el frijol (1990-2023). Plataforma: Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Publica. https://goo.su/mnc10BM
	Delincuencia.	Incidencia delictiva (1990-1998). Plataforma: Observatorio Nacional Ciudadano. https://goo.su/aST2ht Incidencia delictiva (1999-2023).

Fuente: Elaboración propia.

La segunda etapa consistió en la definición del comportamiento de cada variable en lo individual. Esto implicó el desarrollo de etiquetas lingüísticas que describieron diferentes grados en los que la variable está presente (*o ausente*). En todos los casos se respetó el principio de transitividad en las valoraciones para establecer grados de completitud. Para ejemplificar lo anterior, en la **Tabla 3** se muestra un ejemplo de la definición del comportamiento de las variables.

Tabla 3. Ejemplo de descripción del comportamiento de cada variable.

Categoría	Etiquetas lingüísticas de valoración		
	“Por debajo del promedio”	“Dentro del promedio”	“Por encima del promedio”
Comparación del rendimiento ton/ha del municipio con el nacional.	Esta valoración refirió a que la producción de frijol en Zacatecas en el año de referencia estuvo por debajo del promedio de producción nacional. Por lo tanto, la valoración fue la más negativa debido a que refleja menor productividad.	Esta valoración dentro de la escala es intermedia y reflejó una producción similar a la desarrollada a nivel nacional	Esta valoración refirió a que la producción de frijol en Zacatecas estuvo por encima del promedio nacional, reflejando mayor productividad y, por lo tanto, es la valoración más positiva.
	Peor valoración	Valoración intermedia	Mejor valoración

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que esta etapa consistió en el diseño de las valoraciones y etiquetas lingüísticas correspondientes a cada variable y obedeció a tres aspectos: (1) se respetó el principio de transitividad, por lo que las etiquetas lingüísticas representaron diferentes escenarios posibles ordenados del peor al mejor; (2) se establecieron escenarios más allá de la dicotomía, es decir, en

todos los casos se contaron con más de dos valoraciones por cada variable. Esto hizo posible la identificación de mayores matices, los cuales resultaron fundamentales para el análisis y; (3) se establecieron criterios de pertenencia para cada etiqueta lingüística para efectos de clasificación.

La **tercera etapa** refirió a la construcción de tablas de verdad las cuales son enunciados en los que se establecieron enunciados con las combinaciones de las etiquetas lingüísticas (valoraciones) empleadas en el modelo de análisis. A cada enunciado corresponde una valoración de salida que también respeta el principio de transitividad. Como resultado de lo anterior, se tendrá una *regla de medición* que posibilitará la valoración de un fenómeno (ver **Tabla 4**).

Tabla 4. Ejemplo de tabla de verdad.

Variable 1	Variable 2	Variable 3	Salida
Peor valoración	Peor valoración	Peor valoración	Peor salida
Peor valoración	Peor valoración	Valoración intermedia	Peor salida
Peor valoración	Peor valoración	Mejor valoración	Salida intermedia
Peor valoración	Valoración intermedia	Peor valoración	Peor salida
Peor valoración	Valoración intermedia	Valoración intermedia	Salida intermedia
Peor valoración	Valoración intermedia	Mejor valoración	Salida intermedia
Peor valoración	Mejor valoración	Peor valoración	Salida intermedia
Peor valoración	Mejor valoración	Valoración intermedia	Salida buena
Peor valoración	Mejor valoración	Mejor valoración	Salida buena
Valoración intermedia	Peor valoración	Peor valoración	Peor salida
Valoración intermedia	Peor valoración	Valoración intermedia	Salida intermedia
Valoración intermedia	Peor valoración	Mejor valoración	Salida intermedia
Valoración intermedia	Valoración intermedia	Peor valoración	Salida intermedia
Valoración intermedia	Valoración intermedia	Valoración intermedia	Salida intermedia
Valoración intermedia	Valoración intermedia	Mejor valoración	Salida buena
Valoración intermedia	Mejor valoración	Peor valoración	Salida intermedia
Valoración intermedia	Mejor valoración	Valoración intermedia	Salida buena
Valoración intermedia	Mejor valoración	Mejor valoración	Salida óptima
Mejor valoración	Peor valoración	Peor valoración	Salida intermedia
Mejor valoración	Peor valoración	Valoración intermedia	Salida intermedia
Mejor valoración	Peor valoración	Mejor valoración	Salida buena
Mejor valoración	Valoración intermedia	Peor valoración	Salida intermedia
Mejor valoración	Valoración intermedia	Valoración intermedia	Salida buena
Mejor valoración	Valoración intermedia	Mejor valoración	Salida óptima
Mejor valoración	Mejor valoración	Peor valoración	Salida buena
Mejor valoración	Mejor valoración	Valoración intermedia	Salida óptima
Mejor valoración	Mejor valoración	Mejor valoración	Salida óptima

Nota: para efectos demostrativos sobre la construcción de una tabla de verdad, en este ejemplo se parte que las tres variables cada una cuentan con etiquetas lingüísticas. “malo”, “regular” y “bueno”, y la salida a su vez cuenta con las etiquetas: “Bajo”, “Regular”, “Alto” y “Muy alto”.

Fuente: Elaboración propia.

La cuarta etapa procedió a la búsqueda de información y su respectiva clasificación a partir de los atributos correspondientes a cada etiqueta lingüística. Esto permite el análisis comparado, en cualquiera de dos posibilidades: (1) comparaciones entre casos, e inclusive, entre un caso ideal y otro observado en la práctica y; (2) el comparativo de un caso a lo largo del tiempo; siendo este último el abordaje seleccionado para el presente escrito dado que se analizan las políticas para el desarrollo rural integral para el periodo 1990- 2023.

La pertinencia de este tipo de aproximaciones radica en su capacidad para el establecer *a priori* una regla de medición en el que posteriormente se clasifican los datos. Esto representa una ventaja con respecto a modelos econométricos cuyos parámetros están en función del propio conjunto de datos, impidiendo así la comparación. Asimismo, este tipo de aproximaciones no requiere de un mínimo de casos, puesto que se contrastan los resultados a la luz del propio modelo, considerando que el conocimiento sustantivo soporta su validez y confiabilidad.

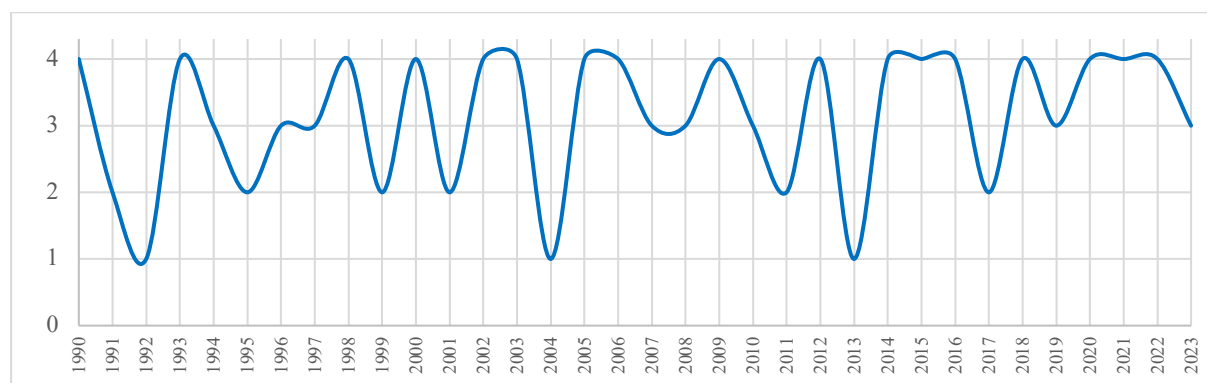
5. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados provenientes del cálculo e interpretación de los ejes analíticos planteados. Esta sección se organiza en tres apartados: (1) los resultados cuantitativos provenientes del modelo difuso; (2) los hallazgos cualitativos derivados de la interpretación de los resultados en su contexto y; (3) la integralidad de la política con el propósito de dar respuesta a la pregunta de investigación.

5.1.Resultados cuantitativos

Respecto al eje *producción*, se ilustra en la **Figura 3**, la fragilidad del campo mexicano evidenciado a través de las fluctuaciones a lo largo del periodo analizado. Debido a que este eje se focaliza en la producción se identifica que la vulnerabilidad del campo mexicano se explica desde los modos de producción no tecnificada y dependiente del temporal lo cual impide estabilidad en la producción.

Figura 3. Evolución del eje *producción* (1990-2023)

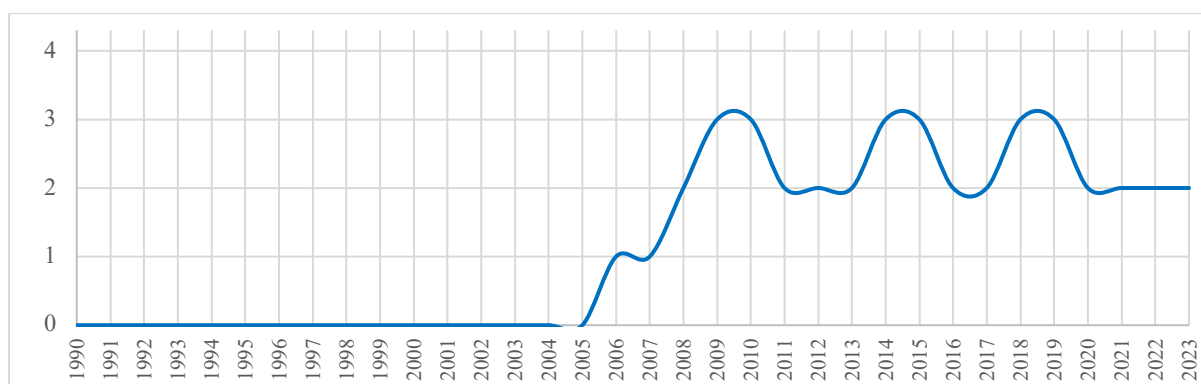


Nota: para el eje Y, los valores representan las etiquetas lingüísticas: “0” Crisis, “1” Baja productividad, “2” Producción constante, “3” Producción en aumento y “4” Producción en suficiencia.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al eje *programas gubernamentales* se observa un parteaguas en el cual a partir del 2007 se presentó una sustancial mejora en la que el Estado intervenía a favor de la producción agrícola dentro de marco de una política conjunta entre el campo y lo social. Esto es atribuible a los efectos que ha tenido el *Programa Especial Concurrente Para el Desarrollo Rural Sustentable (PEC)*. Sin embargo, y a pesar de la incorporación de estos instrumentos gubernamentales, las valoraciones que obtuvo este eje durante el periodo posterior (2008-2023) han oscilado entre las etiquetas lingüísticas “PEC no productivo” y “PEC productivo” (ver **figura 4**).

Figura 4. Evolución del eje *programas gubernamentales* (1990-2023).



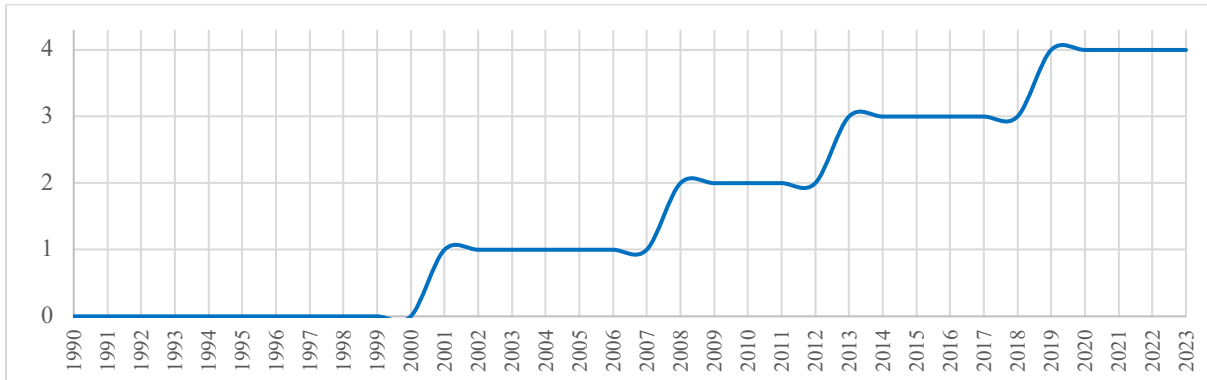
Nota: para el eje Y, los valores representan las etiquetas lingüísticas: “0” PEC nulo, “1” PEC únicamente social, “2” PEC no productivo, “3” PEC productivo y “4” PEC Integral.

Fuente: Elaboración propia.

El tercer eje *bienestar multidimensional* presenta una evolución favorable y sostenida a través de los años analizados, ya que desde el 2000 se han presentado incrementos que corresponden a

cada ciclo sexenal de gobierno. Es decir, que para este caso se observa un comportamiento incremental que refleja intervenciones de largo aliento en el cual se van sumando nuevos elementos a los ya existentes (ver **Figura 5**). Esto refiere a la combinación de elementos que de manera conjunta abonan a mejorar las condiciones de la población desde múltiples frentes: educación, salud, alimentación, vivienda.

Figura 5. Evolución del eje *bienestar multidimensional* (1990-2023).

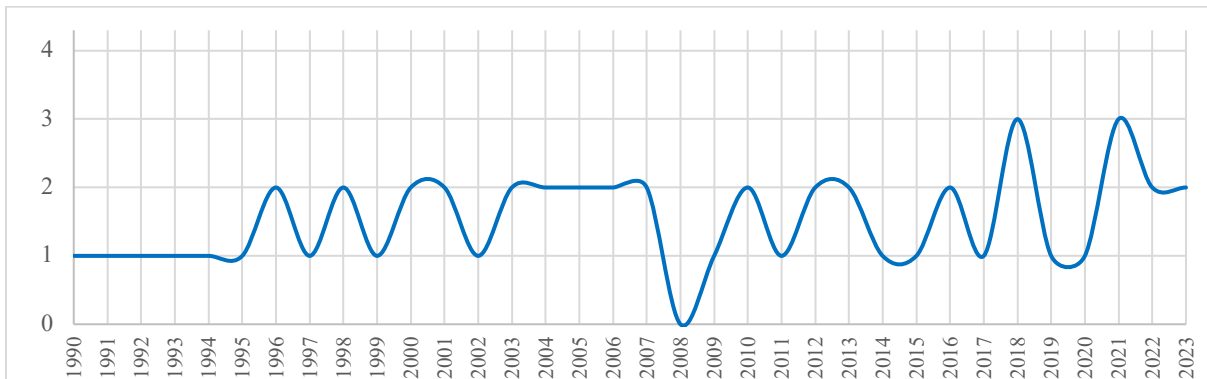


Nota: para el eje Y, los valores representan las etiquetas lingüísticas: “0” nulo bienestar multidimensional, “1” bajo bienestar multidimensional, “2” presencia de bienestar multidimensional, “3” bienestar multidimensional en suficiencia y “4” mejores condiciones para el bienestar multidimensional.

Fuente: Elaboración propia.

El cuarto eje *efectos del desarrollo* incorpora los efectos -resultados- que han tenido en el desarrollo las diferentes intervenciones, públicas y privadas. En ese sentido, se observa un comportamiento oscilatorio caracterizado por las bajas capacidades para favorecer el bienestar de la población como se presenta en la **Figura 6**. Esto hace referencia al pobre desempeño que ha tenido el Estado mexicano para la atención de problemas estructurales.

Figura 6. Evolución del eje *efectos del desarrollo* (1990-2023).



Nota: para el eje Y, los valores representan las etiquetas lingüísticas: “0” sin desarrollo, “1” bajo desarrollo, “2” mediano desarrollo, “3” desarrollo en suficiencia y “4” mejores condiciones para el desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Hallazgos cualitativos

En lo que respecta al eje *producción*, se identifican avances y retrocesos a lo largo del tiempo. Estos vaivenes se pueden explicar por factores como los cambios en los gobiernos -incluyendo las transiciones entre partidos en el poder- y las afectaciones originadas por el cambio climático por fenómenos tales como heladas y sequías.

Al margen de lo anterior, la valoración obtenida parte de dos elementos. El primero refiere al estancamiento de las variables asociadas tanto a la producción individual como a la tasa de crecimiento municipal las cuales durante todo el periodo de análisis permanecieron en las valoraciones más bajas (*crisis – baja productividad*). El segundo aspecto, es relativo a tres variables que estuvieron fluctuando a lo largo del tiempo: hectáreas municipales cosechadas, toneladas municipales con respecto de las nacionales y el rendimiento municipal respecto al nacional.

Respecto al segundo eje *programas gubernamentales* se identificó que los programas y financiamiento que desprende del PEC en algunos años favorecen la producción y en otros resultan insuficientes. Por una parte, en ambos casos atienden algunas necesidades sociales (educación y salud), pero en otros de manera intermitente favorecen la producción (infraestructura, empleo y competitividad). En todos los casos no han alcanzado las condiciones óptimas para alcanzar la integralidad señaladas entre los objetivos de las políticas social y de apoyo al campo.

Con relación al eje *bienestar multidimensional* cabe matizar que este eje refiere a la presencia y mejora en el desempeño de las variables. De manera que la valoración refiere a su grado de completitud sin que ello necesariamente indique que su mayor presencia es reflejo unívoco de alta calidad de vida en los ciudadanos. Más bien refleja mejores condiciones estructurales que pudieran conducir -*en conjunto con otros factores*- al bienestar colectivo de la población. Dicho en otras palabras, se avala de la componente incremental a lo largo del tiempo para fortalecer los instrumentos de las políticas públicas.

Los resultados del cuarto eje *efectos del desarrollo* son reflejo de la insuficiencia gubernamental para focalizar y atender problemas públicos de larga data, particularmente en sus componentes sociales, como los son la inseguridad pública y altas tasas de migración. Asimismo,

refleja falencias en aspectos económicos relativos a la balanza comercial, especialización en la producción, apoyos directos a la producción y al reparto agrario.

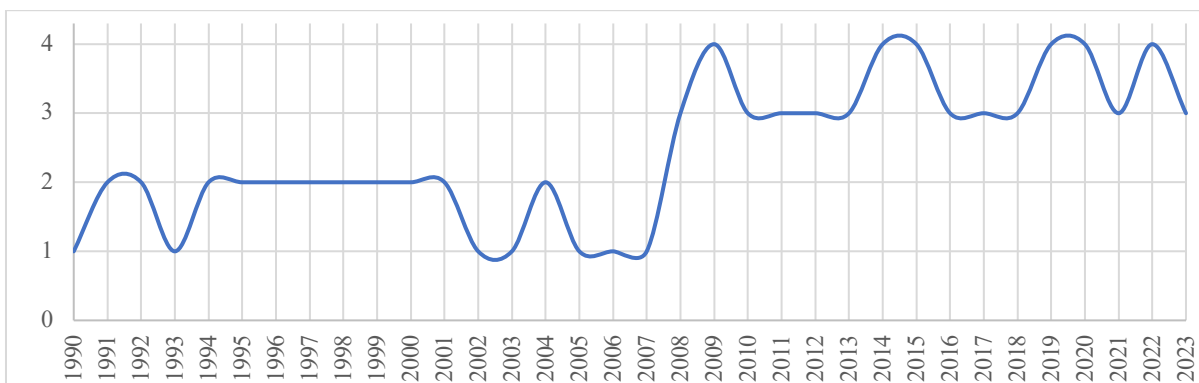
5.3 La integralidad de la política

Finalmente, desde una perspectiva integrativa de los cuatro ejes de análisis se identifica que, a lo largo del tiempo, se presentó una transición de una política agrícola hacia una de desarrollo rural integral. Es decir, de contar con mecanismos desarticulados se ha transitado hacia una visión más integral que combina en alguna medida los propósitos de las políticas social y de apoyo al campo.

Este cambio, se explica no como un modelo incremental, sino más bien como uno de carácter disruptivo a partir del cambio en la orientación del **PEC** a través del énfasis hacia la competitividad mediante una intervención orientada al mercado. Esto dio como resultado un salto cualitativo y cuantitativo en las políticas del desarrollo.

De manera que para el ciclo 2008 – 2023 se identifica una nueva etapa caracterizada por un vaivén entre políticas de desarrollo y políticas integrales, tal como se ilustra en la **Figura 7**.

Figura 7. Transición de políticas públicas agrícolas a políticas para el desarrollo rural integral (1990-2023).



Nota: para el eje Y, los valores representan las etiquetas lingüísticas: “0” Inexistencia de políticas, “1” Política desarticulada, “2” Incipiente política para el desarrollo, “3” Política de desarrollo, “4” Política integral.

Fuente: Elaboración propia.

6. DISCUSIÓN

En esta sección se argumentan las implicaciones derivadas de los resultados obtenidos, las cuales permiten responder a la pregunta central de este texto y a su vez alcanzar el objetivo de valorar el grado en el que se ha transitado hacia políticas de desarrollo rural integral en México a través del análisis de la producción de frijol en Zacatecas (1990 – 2023).

6.1. Implicaciones teóricas (*Scientia*)

Las políticas públicas orientadas al desarrollo son inherentemente multisectoriales dado que involucran aspectos sociales, económicos, políticos y medioambientales. Esto trae consigo aspectos atribuibles a la innovación señalada en el Manual de Oslo (OECD, 2018) ya que desde la perspectiva gubernamental el diseño de espacios de política, objetivos y poblaciones deberá integrarse a contextos específicos, como en este caso, a las particularidades que tiene el denominado valle frijolero. Esto obliga a considerar el contexto con el propósito de incorporar elementos que caractericen a los espacios a intervenir, como lo puede ser la migración o la seguridad pública cuyos alcances y afectaciones están diferenciados a lo largo del territorio nacional haciendo evidentes las disparidades regionales identificadas por Urquía (2014).

En continuidad con lo anterior, como ya se señaló la agenda 2030 permite establecer diagnósticos y rutas de acción ante los problemas globales a través de acciones a escala regional. En lo que respecta al **ODS 2. Hambre Cero** y la búsqueda de la seguridad alimentaria, es necesaria la interacción entre diferentes actores con el propósito de atender problemáticas intrincadas e históricamente persistentes en concordancia con lo señalado por Torres y Rojas (2015).

Desde esa perspectiva, el Estado mexicano ha sido fundamental desde las políticas públicas cuya orientación ha transitado en alguna medida de la fragmentación sectorial hacia la integralidad. Sin embargo, estos avances en algunos han sido insuficientes para generar sinergia entre instancias públicas hacia objetivos comunes tal como lo anticipa la CEPAL (2020).

Prueba de lo anterior, es la transición hacia políticas públicas integrales. Si bien el cambio de orientación en el **PEC** trajo consigo una sustancial mejora y robustez para combinar la producción agrícola y los beneficios sociales tampoco fue capaz de estabilizar los avances y retrocesos históricos para el campo mexicano identificado en estudios previos (Torres y Rojas, 2015; Urquía, 2014).

Por tanto, se puede asumir que la integralidad en las políticas públicas es un ingrediente - *indispensable*- dentro de una fórmula más compleja que parte de factores externos tales como la adaptación al cambio climático y factores internos asociados a la seguridad y la creación de oportunidades sociales tales como educación de calidad y empleos dignos; que a su vez desarrollen cadenas productivas complementarias a la producción de alimentos.

Es decir, que la propia intervención del Estado problematice y atienda a la seguridad humana, teniendo como una de sus vertientes a la seguridad alimentaria en términos del diseño institucional, marco normativo, operación de programas, así como del financiamiento que ello conlleva. De otra forma, se perpetrará la insuficiencia alimentaria documentada por Shamah et al., (2021).

6.2. Implicaciones prácticas (*Praxis*)

La integralidad en las políticas públicas requiere aproximaciones multidimensionales dado que la intersectorialidad es un elemento inherente para explicar la eficaz interacción entre tipos de intervenciones gubernamentales. Esto ha sido abordado en estudios como el de Becerra y Ordoñez (2020).

Para el caso estudiado en este escrito, de las acciones orientadas al campo y a la producción agrícola en conjunto con aquellas de carácter social. Esto trae consigo restricciones empíricas en el sentido de la falta de indicadores compuestos que muestren los avances en ambos sentidos, de manera que la contribución de las políticas públicas estará reservada al análisis académico en la medida que se construyan en rutas distintas. Prueba de lo anterior, es la dispersión de la información (ver **Tabla 2**), ya que el modelo multidimensional propuesto se conformó de diversas fuentes que en la práctica no establecen puentes que las conecten.

En ese sentido, el **fsQCA** sirvió como una herramienta de análisis multidimensional que a través de valoraciones basadas en etiquetas lingüísticas permitió identificar los cambios en el tiempo de los cuatro ejes propuestos; asimismo, la integración de ellos para soportar el argumento de una transición hacia políticas de desarrollo rural integral profundizando en el conocimiento previo visto desde trabajos como los de Torres y Rojas (2015) y Urquía (2014).

Debido a que esta herramienta está catalogada dentro de las metodologías alternativas posibilita ir más allá de la estimación de efectos netos (contribuciones individuales y la ponderación de las variables dentro de un fenómeno) para desarrollar explicaciones causales, es decir, el desarrollo de

marco analíticos que incorporen una gran cantidad de elementos para que a partir del grado de completitud en su presencia se determinen valoraciones cualitativas, basadas en parámetros cuantitativos (Cortez y Solorio, 2022; Mejía-Trejo, 2023).

7. CONCLUSIÓN

En el presente estudio se demostró la transición hacia políticas de desarrollo rural integral en México a través del análisis de la producción de frijol en Zacatecas (1990 – 2023) haciendo evidente la innovación organizacional dentro de las instancias que operan las intervenciones gubernamentales en la intersección de sectores social, económico y de producción agrícola.

Los instrumentos implementados por el Estado desarrollan estrategias y objetivos en las que existe convergencia entre las políticas social y las de apoyo al campo. La integralidad ha estado caracterizada en el tiempo por avances y retrocesos explicados por aspectos políticos, contextuales y atribuibles al cambio climático.

Sobresale que a partir del 2007 a través del cambio de orientación del **PEC** hacia la competitividad las políticas presentaron un salto que las posicionó en escenarios más cercanos al desarrollo. A su vez abonan a las metas de la seguridad alimentaria planteada en el **ODS 2**. Hambre cero.

Se destacan a las políticas públicas como catalizador para detonar el desarrollo, sin embargo, no es el único ingrediente ni tampoco por sí mismo es suficiente dado que existen problemáticas económicas, comerciales, sociales, de seguridad y medioambientales que limitan los resultados.

Este trabajo aporta elementos al estudio de las políticas públicas a través del uso de herramientas multidimensionales para complementar y profundizar el conocimiento existente sobre la contribución de la acción gubernamental a los **ODS**. Asimismo, provee elementos para hacer evidentes los procesos de innovación organizacional y de procesos que están implícitos. Ambas son de orden académico.

Desde el Manual de Oslo (OCDE, 2018) se presentan contribuciones innovadoras al hacer evidente y cuantificar la reconfiguración de este tipo de intervenciones para el desarrollo, que combina dimensiones sociales, económicas y productivas. Esta visión permite superar la fragmentación histórica entre política agrícola y política social, generando sinergias para la seguridad alimentaria. De manera que se presenta un ejemplo de innovación organizacional en el

sector público, debido a que cambia la manera en que se coordinan los niveles de gobierno, se asignan recursos y se definen poblaciones objetivo.

La principal limitación de esta investigación refiere a la calidad y existencia de la información consultada limitando las variables empleadas para el análisis.

Futuros estudios pueden abordar dos aspectos que se desprenden de este escrito: análisis de otros cultivos para efectos comparativos y profundizar en la intersectorialidad en otros ámbitos tales como la seguridad pública, empleo y educación.

8. REFERENCIAS

- Acevedo-Navas, C., Ballesteros-Betancur, V. y Condone, M. A. (2022). Seguridad humana y seguridad multidimensional, su enfoque y utilidad para proteger los derechos humanos. *Revista Científica General José María Córdova*, 20(40), 1104-1127.
<https://doi.org/10.21830/19006586.1081>
- Adame, A. (2019). *Historia y perspectiva de la actividad agrícola en la colonia Felipe Ángeles, Sombrerete, Zacatecas* [Tesis] Universidad Autónoma Chapingo.
<https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/123456789/1958>
- Adame, A. (2016). *La agricultura de temporal en el Valle Frijolero Sombrerete-Río Grande, Zacatecas, bajo la apertura comercial* [Tesis]. Universidad Autónoma de Zacatecas.
<http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/1249>
- Arellano, C. A. (2022). Seguridad alimentaria y política pública: un desafío civilizatorio. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 32(59), 1-28.
<https://doi.org/10.24836/es.v32i59.1203>
- Ayala, A., Santiago, I., Acosta, J. y González, E. (2021). Situación actual y perspectivas del frijol en México. En Ayala, A., Acosta, J. y Reyes, L. (Eds.), *El cultivo del frijol presente y futuro para México*, pp. 163–176. INIFAP.
https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/media/librotecnico/12319_5085_El_cultivo_del_frijol_presente_y_futuro_para_M%C3%A9xico.pdf
- Becerra, M. A. y Ordóñez, G. (2019). Evolución de la política de apoyo a la alimentación en las alternancias políticas y el cambio en la situación alimentaria en las entidades federativas mexicanas entre 2010 y 2015. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(54), 1-33. <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i54.825>
- CEPAL (2020). *La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en el nuevo contexto mundial y regional: Escenarios y proyecciones en la presente crisis*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://hdl.handle.net/11362/45336>
- Cortez, J. y Solorio, I. (2022). Rastreo de procesos e inferencia causal en los métodos cualitativos de la ciencia política. *Estudios Políticos*, (55), 59–82.
<https://doi.org/10.22201/fcpys.24484903e.2022.55.81770>
- Delgadillo, N. y Chalita, L. E. (2013). La política agrícola en México durante el periodo en 1995-2009: un análisis multivariado. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(2), 307–313.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v4i2.1250>

- FAO (2025). *Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2025: Hacer frente a la inflación alta de los precios de los alimentos en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición*. FAO / FIDA / OMS / PMA / UNICEF. <https://doi.org/10.4060/CD6015es>
- FAO (2022). *Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles*. FAO / FIDA / OMS / PMA / UNICEF. <https://doi.org/10.4060/cc0640es>
- FAO (1996). *Cumbre Mundial sobre la Alimentación 1996. Declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial*. FAO. <https://www.fao.org/4/w3613s/w3613s00.htm>
- FIRA. (2022). *Perspectivas 2022. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura*. <https://sursureste.org.mx/wp-content/uploads/2023/01/FIRA-Perspectivas-2022-3.pdf>
- Flores, J. (2021). Determinantes de la precariedad del trabajo jornalero agrícola en México: un análisis histórico-institucional. *Región y Sociedad*, 33(e1487), 1-28. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1487>
- Flores-Novelo, A. Dzul-Dzul, M. F. y Mata-Castro, C. (2024). Transformación de Barreras en Oportunidades: Innovación y Sostenibilidad en el Consumo de Alimentos Locales en la Región Puuc, México. *Scientia et PRAXIS*, 4(8), 120-156. <https://doi.org/10.55965/setp.4.08.uady.a5>
- Guimond-Ramos, J. C., Cañez-Cota, L. A. y Mejía-Mancilla, R. (2025). Innovación para una Alimentación Saludable: El Etiquetado Frontal Herramienta de Cambio Conductual en Jalisco, México. *Scientia et PRAXIS*, 5(9), 1-21. <https://doi.org/10.55965/setp.5.09.a2>
- Guimond-Ramos, J. C., Borbón-Morales, C. G. y Mejía-Trejo, J. (2023). Variaciones del gasto de los hogares mexicanos en alimentos de alto contenido energético, 2016-2020. *Scientia et PRAXIS*, 3(5), 1-25. <https://doi.org/10.55965/setp.3.coed1.a1>
- Godínez, L., Figueroa, E. y Pérez, F. (2021). El medio ambiente, la pobreza y el crecimiento económico en México, 2003-2017. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, 16(2), 1-20. <https://doi.org/10.21919/remef.v16i2.441>
- Gómez, C. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (140), 107-118. https://www.cvongd.org/ficheros/documentos/ods_revision_critica_carlos_gomez_gil.pdf
- Hernández-Islas, M. N., Flores-Novelo, A. y Rachó-Barroso, M. C. (2024). Desarrollo Sostenible a través de la Innovación en Seguridad Alimentaria y Hábitos Alimenticios en Familias Marginadas. *Scientia et PRAXIS*, 4(8), 1-29. <https://doi.org/10.55965/setp.4.08.uady.a2>
- Huesca, L., López, R. y Palacios, M. R. (2016). El Programa de Apoyo Alimentario y la política social integral en la Cruzada contra el Hambre en México. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 61(227), 379-408. [https://doi.org/10.1016/S0185-1918\(16\)30033-2](https://doi.org/10.1016/S0185-1918(16)30033-2)
- Kato, L. y Huerta, G. (2022). Carencia alimentaria, cadenas productivas y políticas públicas para el sector agrícola en México. *Economía, Población y Desarrollo*, 12(67), 3-26. <https://doi.org/10.20983/epd.2022.67>
- Lara, M. (2015). El cultivo de frijol en México. *Revista Digital Universitaria*, 16(2), 1-11. <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art09>
- López, R. y Gallardo, E. D. (2015). Las políticas alimentarias de México: un análisis de su marco regulatorio. *Revista Estudios Socio-Jurídicos*, 17(1), 11-39. <https://doi.org/10.12804/esj17.01.2014.01>

- Maldonado, S. (2024). Crimen organizado y políticas de seguridad en México: balance pre-sexenal (2018-2024). *Revista Mexicana de Sociología*, 86(1), 239-255. <https://doi.org/10.22201/iis.01882503p.2024.1.61537>
- Manrique, M. I. y Porras, R. (2022). Terciarización y precarización del trabajo en México. *Momento Económico*, 13(66), 5-18. https://ru.iiec.unam.mx/5999/1/ME_66%20%281%29.pdf
- Martínez, O. y Salazar, J. E. (2022). Desafíos presentes en el México rural: problemas y posibilidades. *Espacio Abierto. Cuaderno Venezolano de Sociología*, 31(3), 87-105. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/espacio/article/view/38639/43001>
- Mejía-Trejo, J. (2023). *Análisis Cualitativo Comparativo. Tomo II. Difuso (fsQCA) Teoría y Práctica*. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación. <https://www.amidibiblioteca.amidi.mx/index.php/AB/catalog/view/54/50/322>
- Mendoza, J. E. (2022). ¿Son la desigualdad y la pobreza un freno al crecimiento económico en México? Correlación y causalidad desde una perspectiva regional. *El Trimestre Económico*, 89(356), 1121-1151. <https://doi.org/10.20430/ete.v89i356.1583>
- Naciones Unidas (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- OECD (2018) *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Ordóñez, G. M. y Silva, A. L. (2019). Progresos-Oportunidades-Prospera: avatares, alcances y resultados de un programa paradigmático contra la pobreza. *Papeles de Población*, 25(99), 77-111. <http://dx.doi.org/10.22185/24487147.2019.99.04>
- PNUD (1994). *Informe sobre Desarrollo Humano 1994*. Fondo de Cultura Económica. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr1994escompletonostats.pdf>
- Ragin, C. (2014). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. University of California Press. <https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnx57>
- Ruehl, D., Mayienga, S.M. y Fabi, C. (2025). *Field testing food loss data collection and compiling the Food Loss Index in Colombia, Costa Rica, Mexico and Uruguay – Report on preliminary results*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd5638en>
- Ruderman, A. y Núñez, A. (2022). Asociación entre seguridad alimentaria, indicadores de estado nutricional y de salud en poblaciones de Latinoamérica: una revisión de la literatura 2011-2021. *Runa*, 43(2), 117-135. <https://doi.org/10.34096/runa.v43i2.10675>
- Sabourin, E. P., Samper, M., Le Coq, J., Massardier, G., Sotomayor, O. y Marzin, J. (2015). Análisis transversal de las políticas sobre agricultura familiar en América Latina. En Sabourin, E., Samper, M. y Sotomayor, O. (Coords.), *Políticas públicas y agriculturas familiares en América Latina y el Caribe. Balances, desafíos y perspectivas*, pp. 3–34. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4e2c3d5e-3765-40b1-a27f-4550eb29aec6/content>
- Salas, I. A. (2018). La calidad del empleo en México desde la brecha de acceso a la educación superior y las desigualdades interestatales. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(77), 381–411. <https://ojs.rmie.mx/index.php/rmie/article/view/369/660>

- Salas, I. A. y Flores, L. (2017). Fuzzy sets applied to create multidimensional indexes. An approach to measure the quality of employment. *Acta Universitaria*, 27(2), 65–82. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1183>
- Sanahuja, J. A., & Tezanos Vázquez, S. (2017). Del milenio a la sostenibilidad: retos y perspectivas de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. *Política y Sociedad*, 54(2), 533–555. <http://dx.doi.org/10.5209/POSO.51926>
- Sánchez, J. E. (2014). La política agrícola en México, impactos y retos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35, 946–956. <https://www.redalyc.org/pdf/141/14131676004.pdf>
- Shamah, T., Méndez, I., Mundo, V., Rodríguez, S. y Gaona, E. B. (2021). Factores asociados con el cambio en la inseguridad alimentaria en México: ENSANUT 2012 y 2018-19. *Salud Publica de México*, 63(3), 350-358. <https://doi.org/10.21149/12145>
- Sosa, A. y Ruíz, G. (2017). La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. *Papeles de Población*, 93, 207–230. <https://doi.org/10.22185/24487147.2017.93.027>
- The MathWorks Inc. (2022). *Matlab* (versión R2022a update 2) [Software]. https://la.mathworks.com/products/new_products/release2022a.html
- Tola, N. y Aguirre, E. (2017). Dimensiones de la Seguridad Humana y sus políticas públicas en México. *Revista de Medicina e Investigación*, 5(1), 68-73. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/66659>
- Torres, F. y Rojas, A. (2015). Política económica y política social en México: desequilibrio y saldos. *Problemas del Desarrollo*, 46(182), 41-66. <https://doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2015.182>
- Urquía, N. (2014). La seguridad alimentaria en México. *Salud Pública de México*, 56 (suplemento 1), s92-s98. <https://doi.org/10.21149/spm.v56s1.5171>
- Yúnez, A. (2010). Las políticas públicas dirigidas al sector rural: el carácter de las reformas para el cambio estructural. En A. Yúnez (Ed.), *Los grandes problemas de México*, pp. 23–62. El Colegio de México. <https://2010.colmex.mx/16tomos/XI.pdf>
- Zamora, E. (2018). Contemporary Contributions of Qualitative Methodologies to Policy Analysis: Process Tracing y Qualitative Comparative Analysis. *Revista de Sociología e Política*, 26(67), 21–37. <https://doi.org/10.1590/1678987318266702>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientia et PRAXIS

Vol. 05. No.10. Jul-Dec (2025): 64-93

<https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a3>

eISSN: 2954-4041

Inclusive Innovation in Higher Education: Evidence on Entrepreneurship and Sexual Diversity

Innovación inclusiva en educación superior: evidencia sobre emprendimiento y diversidad sexual

Aurora Araceli Carbajal-Silva: ORCID [0000-0002-3736-9712](https://orcid.org/0000-0002-3736-9712)

Sistema de Educación Media Superior (SEMS)

Universidad de Guadalajara (UdeG), Guadalajara, Jalisco, México.

e-mail: aurora.carbajal@udg.mx

Pedro Daniel Aguilar-Cruz: ORCID [0000-0002-1396-2482](https://orcid.org/0000-0002-1396-2482)

Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA)

Universidad de Guadalajara (UdeG), Guadalajara, Jalisco, México.

e-mail: daniel.cruz@udg.mx

Keywords: entrepreneurial intention; sexual diversity, resources access, innovation

Palabras Clave: intención emprendedora, diversidad sexual, acceso a recursos, innovación.

Received: Jun-3-2025; **Accepted:** Oct-18-2025

ABSTRACT

Context. Higher-education entrepreneurship in Mexico operates amid unequal resource access and bias against sexual minorities. Universities pursue **SDG**-aligned inclusion, evidence on **LGBTQ+** entrepreneurship remains scarce. This study examines whether such gaps affect students' entrepreneurial intention (**EI**).

Problem. Scholarship often assumes that discrimination and weak support networks reduce **EI** among sexual minorities, while resource access offsets these barriers. This study asks: Does sexual orientation predict **EI** among Mexican university students, and do perceived discrimination, support networks, and access to resources moderate that relationship?

Purpose. The research integrated entrepreneurship, gender and diversity studies, and education policy to inform Oslo-aligned social innovations in higher-education ecosystems and advance **SDGs 4, 5, 8, and 10**.

Methodology. A cross-sectional survey was conducted with 477 undergraduates at the University of Guadalajara (Mexico) between January and March 2025. Instruments included an entrepreneurial intention scale and measures of perceived discrimination, support networks, and access to resources. All instruments showed adequate reliability and validity. Analyses in R included descriptive statistics, exploratory factor analysis, Welch's t-test, and multiple regression models with interactions.

Theoretical and Practical Findings. Results showed no significant differences in **EI** by sexual orientation. Moderation effects were no significant, but access to resources had a positive direct effect. Theoretically, the study nuances identity-based assumptions by foregrounding resource availability. Practically, it supports social innovations in universities to widen access, and reduce bias.

Originality. The study bridges entrepreneurship, gender studies, and education design to promote social innovations that advance **SDGs 4/5/8/10**.

Conclusions and limitations. **EI** is equivalent across sexual orientations, while resource access emerges as a lever for action. Limits include a single institution and cross-sectional design; future research should be multi-site and longitudinal, include behavioral outcomes and intersectional analyses, and test inclusive program designs in the field.

RESUMEN

Contexto. El emprendimiento en la educación superior en México ocurre en un entorno marcado por desigualdades en el acceso a recursos y sesgos hacia las minorías sexuales. Aunque las universidades promueven la inclusión alineada con los **ODS**, la evidencia sobre emprendimiento **LGBTQ+** sigue siendo limitada. Este estudio analiza si dichas brechas afectan la intención emprendedora (**IE**) de los estudiantes.

Problema. La literatura suele asumir que la discriminación y la debilidad de las redes de apoyo reducen la **IE** de las minorías sexuales, mientras que el acceso a recursos mitiga estas barreras. La pregunta es: ¿la orientación sexual predice la **IE** en estudiantes universitarios de México, y la discriminación percibida, las redes de apoyo y el acceso a recursos moderan esa relación?

Objetivo. La investigación integra estudios de emprendimiento, género y diversidad, y política educativa, para proponer innovaciones sociales alineadas con Oslo y avanzar en los **ODS 4,5,8,10**.

Metodología. Se aplicó una encuesta transversal a 477 estudiantes de la Universidad de Guadalajara (México) entre enero y marzo de 2025. Los instrumentos midieron **IE**, discriminación percibida, redes de apoyo y acceso a recursos. Los análisis incluyeron estadísticos descriptivos, análisis factorial exploratorio, prueba t de Welch y regresiones múltiples.

Hallazgos Teóricos y Prácticos. No se observaron diferencias significativas en la **IE** por orientación sexual. Los efectos de moderación no fueron significativos, aunque el acceso a recursos tuvo un efecto directo positivo. Teóricamente, el estudio matiza los supuestos centrados en la identidad y destaca la disponibilidad de recursos. Prácticamente, respalda innovaciones sociales en universidades para ampliar el acceso y reducir sesgos.

Originalidad. El estudio vincula campos del emprendimiento, género y la educación con innovaciones alineadas a los **ODS 4, 5, 8 y 10**.

Conclusiones y limitaciones. La **IE** es equivalente entre orientaciones sexuales, mientras que el acceso a recursos emerge como un factor para la acción. El estudio se limita a una sola institución y al diseño transversal. Investigaciones futuras deberán ser multinivel y longitudinales, con resultados conductuales y análisis interseccionales, para evaluar programas inclusivos de emprendimiento.

1. INTRODUCTION

Entrepreneurship in higher education in Mexico operates within heterogeneous ecosystems that combine opportunities for innovation with persistent inequalities in access to resources and support. Universities position themselves as engines of regional development and as gateways to entrepreneurial careers, yet inclusion for sexual minorities remains uneven.

Following Stam (2015), the university entrepreneurial ecosystem (**UEE**) is understood as a network of actors, institutions, and resources that enable the creation and sustainability of new ventures, where participation depends on social capital, institutional support, and cultural legitimacy. Inclusive innovation, as defined by Heeks et al. (2014), refers to the active participation of marginalized groups in the processes of creating, designing, and implementing innovations that expand their capabilities and opportunities. From this perspective, inclusion in university entrepreneurship implies transforming practices and structures that condition access to resources and decision-making.

UEE increasingly align with the Sustainable Development Goals (**SDGs**), particularly 4 (quality education), 5 (gender equality), 8 (decent work and growth), and 10 (reduced inequalities). However, the translation of these commitments into everyday institutional practices that effectively broaden participation remains incomplete.

Research on entrepreneurial intention (**EI**) provides robust models that link personal attitudes, perceived behavioral control, and social norms with the predisposition to start a venture (Ajzen, 1991). Complementarily, scholarship on gender and diversity in entrepreneurship stresses that discrimination, network exclusion, and resource constraints shape who participates and how opportunities materialize. From the lens of Bourdieu (1986), access to economic, social, and cultural capital influences both the feasibility and desirability of entrepreneurial action. Accordingly, perceived discrimination, support networks, and resource access operate as moderators that can amplify or constrain perceived control and opportunity recognition—two key predictors of **EI**.

Empirical evidence on **LGBTQ+** students within university entrepreneurship remains scarce, and existing studies often conflate identity-based explanations with contextual factors. This ambiguity calls for an empirical examination that distinguishes whether sexual orientation per se predicts **EI**, or whether contextual variables carry greater explanatory weight.

This paper positions inclusive innovation in universities as both an analytical lens and a practical horizon. As Ríos (2024) argues, inclusion in university entrepreneurship implies transforming practices and structures that condition access to resources and decision-making. According to the OECD/Eurostat (2018) Oslo Manual, organizational innovation involves new institutional or relational methods, while social innovation develops solutions to unmet social needs that enhance people's capabilities. By situating this analysis within that dual framework, the study treats inclusion as an inherent dimension of innovation that strengthens the efficiency, fairness, and impact of university entrepreneurship ecosystems.

Empirically, the study examines undergraduate students in a large public university in Mexico and analyzes the relationship between sexual orientation and **EI**, while modeling the role of discrimination, networks, and resource access. The focus on the university stage is strategic: this is where attitudes crystallize, opportunities and constraints become visible, and early interventions can exert long-term effects on future entrepreneurial trajectories. By combining validated measures and institutionally relevant indicators, the study aims to inform evidence-based redesign that universities can implement in the near term.

The contribution is twofold: it clarifies whether identity or context primarily associates with **EI** and translates that insight into organizational and social innovation levers that strengthen inclusion. The originality lies in combining rigorous measurement with a design-for-implementation perspective anchored in the Oslo framework and the **SDGs**.

Accordingly, the paper addresses the following research question: Does sexual orientation predict entrepreneurial intention among university students in Mexico, and do perceived discrimination, support networks, and access to resources moderate that relationship?

2. CONTEXT DESCRIPTION

Universities increasingly frame entrepreneurship as a lever for innovation and societal impact, while global markets strengthen the case for inclusion. Recent estimates place **LGBTQ+** annual spending power at around US\$4.7 trillion (LGBT Capital, 2025), and evidence links **LGBTQ+** inclusion to stronger firm and macroeconomic performance (Miller & Parker, 2025). This positions inclusion not as a reputational add-on but as a competitiveness issue for ecosystems seeking to translate ideas into ventures.

In Mexico, official statistics provide a clearer picture of scale and lived conditions. The **ENDISEG** 2021 estimates that 5 million people—5.1% of the population aged 15 and older—self-identify as **LGBTI+** (INEGI, 2022). The **ENADIS** 2023 reports that 37.3% of adults who identify with sexual and gender diversity experience at least one act of discrimination annually (INEGI, 2023). Such data move the discussion from anecdote to structure, showing patterned bias with measurable effects on confidence, networks, and the perceived feasibility of launching a business during university years. These persistent structural inequalities highlight the need to examine whether sexual orientation influences entrepreneurial intention and how factors such as discrimination, networks, and resource access shape opportunities within university ecosystems.

Market signals and workplace practices reveal both opportunity and contradiction. **LGBTQ+** purchasing power in Mexico is estimated at US\$86 billion (LGBT Capital, 2023), yet only 4.6% of openly **LGBTQ+** people occupy leadership or director roles—a persistent “glass ceiling” that helps explain why self-employment and entrepreneurship often emerge as viable paths to autonomy and inclusive workspaces.

Corporate inclusion efforts expand but remain insufficient. The HRC Equidad MX (2024) program certifies 254 of 305 participating employers, covering about 1.5 million workers, yet only around 22,000 participate in internal **LGBTQ+** leadership or resource groups. These data show institutional progress alongside a limited leadership pipeline—a gap that universities can address upstream through mentorship, bias-aware selection processes, and capability building for diverse founders.

Aligning these levers with the **SDG** provides a strategic horizon that is already present in university mission statements: **SDG 4** (quality education), **SDG 5** (gender equality and inclusion), **SDG 8** (decent work and growth), and **SDG 10** (reduced inequalities). When entrepreneurship centers redesign selection and mentoring processes to be bias-aware, create safe networking spaces, and provide predictable micro-resources for prototyping and early tests, they enact Oslo-aligned innovation that advances these goals in measurable ways.

Against this backdrop, the present study focuses on undergraduate students at a large Mexican public university. It analysis whether sexual orientation predicts **EI**, and whether perceived discrimination, support networks, and access to resources moderate that relationship. This approach resolves a recurring ambiguity in the literature—identity versus context—by testing both

within the same model and translating results into actionable interventions for university ecosystems. Inclusion, therefore, is treated not as an end in itself but as a driver of innovation performance: when diverse students access mentors, networks, and early capital on equal footing, ecosystems convert more ideas into ventures with social and economic value.

3. LITERATURE REVIEW

This section reviews the main theoretical and empirical related to **EI** and its determining factors, emphasizing the role of sexual orientation, perceived discrimination, support networks, and access to resources. The review integrates perspectives from entrepreneurship, gender studies, and social theory to construct a model consistent with inclusive innovation and organizational learning in universities.

3.1 Entrepreneurial Intention and Determining Factors

Entrepreneurial Intention (**EI**) represents a key construct in explaining entrepreneurial behavior, as it predicts the likelihood that an individual will create a new business. It has become one of the most studied variables in entrepreneurship research because entrepreneurial actions are typically preceded by a stage of planning and intention formation (Kautonen et al., 2015; Liu et al., 2019). **EI** therefore plays a fundamental role in understanding how individuals move from ideation to venture creation (Karimi et al., 2016).

Two main frameworks explain EI formation (Tomy & Pardede, 2020). Ajzen's (1991) Theory of Planned Behavior (**TPB**), which establishes that the intention to engage in entrepreneurship depends on three core factors: attitudes toward entrepreneurial behavior, subjective norms, and perceived behavioral control (Barba-Sánchez et al., 2022). Shapero and Sokol's Entrepreneurial Event Model, which emphasizes perceived desirability and perceived feasibility as critical drivers of intention (Tomy & Pardede, 2020). Together, these models provide a foundation for understanding how cognitive and contextual elements shape entrepreneurial decisions.

Empirical studies identify multiple factors that influence **EI**. Yukongdo and Lopa (2017) argue that **EI** depends on cognitive processes that are themselves affected by personal motivations, social expectations, and external conditions. Similarly, Neneh (2022) highlights entrepreneurial passion

as a central element that fosters positive emotions, self-efficacy, and persistence in the pursuit of entrepreneurial goals.

The development of **EI** reflects an interaction between internal and external determinants (Wegner et al., 2020). Internal factors include personality traits, motivation, and attitudes, whereas external factors encompass historical, cultural, social, and political environments, as well as economic development and technological infrastructure (Looi & Khoo-Lattimore, 2015). Political and economic stability also influence **EI**, since environments with limited incentives or institutional support often display lower levels of productive entrepreneurship (Saeed et al., 2015).

Within this framework, academic training in entrepreneurship emerges as a crucial mechanism for shaping students' entrepreneurial attitudes and capabilities (Liu et al., 2019). Participation in courses, workshops, and incubation programs enhances their knowledge, self-confidence, and perceived feasibility of starting a business (Mei et al., 2020). These educational experiences contribute to developing the skills and competencies required to identify opportunities and manage risk effectively (Lv et al., 2021).

Accordingly, **EI** among students can be defined as the likelihood of initiating a new business venture in the future (Uddin & Bose, 2012). High levels of **EI** are associated with independence in decision-making, an inclination toward innovation, and a proactive attitude toward identifying and exploiting market opportunities. The construct thus serves as a bridge between individual intention and the broader entrepreneurial dynamics that universities seek to cultivate through education and innovation.

3.2 Sexual Diversity and Entrepreneurship: Exploring the influence of Sexual Orientation

Entrepreneurship was traditionally studied from a heteronormative perspective that largely overlooks the role of sexual diversity and gender identities in business creation. Recent research recognizes that sexual orientation influence the opportunities, barriers, and motivations in entrepreneurs (Byington et al. 2020). The **LGBTQ+** community continues to face structural marginalization in labor markets, which leads many of its members to consider self-employment as a strategy for autonomy and inclusion (Pulcher et al. 2019).

From a theoretical standpoint, minority entrepreneurship conceptualizes the entrepreneurial activity of marginalized groups as a response to institutional and cultural exclusion. These groups often rely on entrepreneurship to circumvent discrimination and to design business models that

align with their values of diversity and equity (Schindehutte et al., 2005). Sexual orientation therefore not only influences the decision to become an entrepreneur but also shapes how businesses are managed, networks are formed, and markets are approached (Cavalcanti & Ferreira, 2022).

Empirical studies show that **LGBTQ+** entrepreneurs encounter specific challenges, particularly in access to funding and support networks (Backman et al., 2024). Financial institutions and investors often operate within heteronormative frameworks that reproduce bias and limit access to capital (Byington et al., 2020; Conti et al., 2018). Nevertheless, LGBTQ+ entrepreneurs frequently identify alternative niches and loyal consumer bases that value diversity, allowing them to generate competitive advantages and innovative products (Schindehutte et al., 2005).

LGBTQ+ entrepreneurship also represents an emerging field of economic and social significance. Research indicates that ventures led by **LGBTQ+** individuals contribute to job creation, innovation, and corporate social responsibility (Byington et al., 2020; Conti et al., 2021). Understanding how sexual orientation interacts with entrepreneurial motivation and structural access thus becomes essential to developing inclusive policies and educational programs that promote equity and innovation in entrepreneurial ecosystems.

3.3 Perceived Discrimination and its Impact on Entrepreneurship

Perceived discrimination functions as a decisive contextual factor that shapes the entrepreneurial trajectories of **LGBTQ+** individuals. While workplace exclusion can motivate entrepreneurship as a route toward autonomy, discrimination simultaneously constrains access to resources, networks, and opportunities for growth (Pulcher et al., 2019; Germon et al., 2018).

Institutional Theory (DiMaggio & Powell, 2004) highlights how formal norms and inclusion policies influence entrepreneurial ecosystems. Environments with inclusive legislation exhibit lower levels of discrimination and higher diversity in business creation (Conti et al., 2021), whereas exclusionary settings compel minority individuals to engage in entrepreneurship out of necessity rather than opportunity. From a psychosocial lens, Minority Stress Theory (Doan Van et al., 2019) explains how chronic exposure to prejudice and stigma heightens stress and reduces well-being, which can hinder confidence and entrepreneurial performance (Frost et al., 2015).

This dual condition—discrimination as both catalyst and barrier—makes it a central variable in understanding LGBTQ+ entrepreneurship. On one hand, it fosters self-employment as a resilience mechanism; on the other, it limits access to financial capital, mentorship, and market stability, thereby constraining business consolidation (Germon et al., 2018). Recent studies further demonstrate that social belonging and community-based norms play a particularly strong role in entrepreneurial intention among **LGBTQ+** individuals, as peer networks help counterbalance perceived discrimination (Cavalcanti et al., 2024).

The Women @ Work 2024 report by Deloitte underscores the persistence of these patterns: over half of **LGBTQ+** women report workplace discrimination, which diminishes access to leadership and entrepreneurship opportunities. Such data highlight the systemic nature of bias and the importance of organizational interventions—both institutional and corporate—to foster inclusive and equitable entrepreneurial ecosystems (Deloitte, 2024).

In summary, perceived discrimination represents a paradoxical force within **LGBTQ+** entrepreneurship: it propels individuals toward self-employment as a form of agency, while simultaneously restricting their capacity for sustained growth. Understanding this dynamic is critical for designing university and policy interventions that mitigate exclusion and strengthen inclusive innovation.

3.4 Support Networks and Access to Resources as Moderators in Entrepreneurship.

Support networks and access to resources play a fundamental role in entrepreneurial success, particularly for minority groups such as the **LGBTQ+** community. The literature shows that participation in formal and informal networks significantly influence entrepreneurs' ability to obtain financing, mentorship, and business opportunities (Ghi et al. 2024). In this context, support networks facilitate the creation and consolidation of ventures and can mitigate the adverse effects of perceived discrimination (Ozkazanc-Pan & Muntean 2018).

Social capital was extensively studied in entrepreneurship as a mechanism for accessing key resources. According to Social Capital Theory (Bourdieu, 1986), an individual's ability to secure financial and non-financial support depends on the strength and quality of their social ties. Research indicates that **LGBTQ+** entrepreneurs tend to have more limited networks within conventional business environments, which constraints access to capital and mentorship (Essers et al. 2022).

Similarly, gender disparities in entrepreneurship largely stem from unequal access to financing and support networks, which restrict the growth and visibility of underrepresented entrepreneurs (Aguilar-Rosado & Campos-Sánchez, 2024,

Formal networks, such as UEE, help reduce structural gaps by connecting entrepreneurs to markets, investors, and learning opportunities. Inclusive networks, in particular, expand business growth prospects and strengthen diversity within entrepreneurial ecosystems (Díaz-González & Dentchev, 2021). Conversely, informal networks—family, friends, and community circles—offer emotional and informational support that fosters entrepreneurial resilience (Ghi et al., 2024).

played a crucial role in reducing resource access gaps. Recent studies indicated that participation in inclusive business networks could increase the growth and success opportunities of ventures led by **LGBTQ+** individuals (Díaz-González & Dentchev 2021).

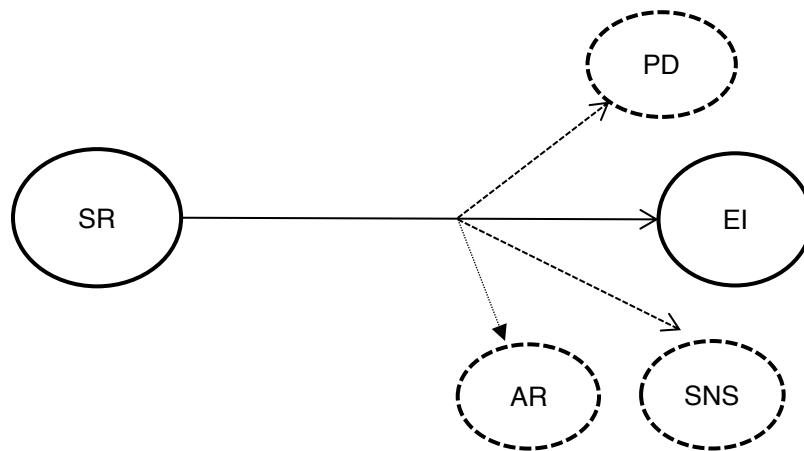
Access to financial and non-financial resources emerges as a critical determinant of business sustainability. Studies document that **LGBTQ+** entrepreneurs face persistent barriers in accessing credit due to bias in financial systems (Ozkazanc-Pan & Muntean 2018). However, active participation in inclusive networks facilitates capital acquisition through specialized investors and public programs (Essers et al., 2022). Entrepreneurs embedded in strong networks are also more likely to access strategic knowledge, clients, and collaboration opportunities (Ghi et al., 2024).

In summary, support networks and resource access constitute essential mechanisms for fostering inclusion and innovation in entrepreneurship. When universities and public institutions design programs that enhance social capital and provide equitable resource channels, they transform structural disadvantages into enablers of innovation and sustainable growth. Future research should further examine how different types of networks impact entrepreneurial resilience and what strategies can strengthen these mechanisms within inclusive ecosystems.

3.5 Theoretical Model and Hypothesis

Building on the reviewed literature, this study models entrepreneurial intention as a function of both identity and contextual factors. Sexual orientation is hypothesized to directly influence EI, while perceived discrimination, support networks, and access to resources may moderate this relationship (**Figure 1**).

Figure 1. Inclusive Capability Access Model (ICAM): Theoretical framework of relationships among sexual orientation, contextual moderators, and entrepreneurial intention.



Note. SR = Sexual Roles, PD = Perceived Discrimination, EI = Entrepreneurial Intention, AR = Access to Resources, SNS = Support Networks.

The model illustrates the hypothesized relationships among variables. **SR** are treated as an exogenous variable expected to influence **EI** both directly and indirectly through the moderating effects of **PD**, **SNS**, and **AR**. All constructs are modeled reflectively, as their observed indicators represent manifestations of underlying latent dimensions, while the moderating paths **PD**, **SNS**, **AR** operate formatively to condition the strength of the SR–EI relationship.

The Inclusive Capability Access Model (**ICAM**) is proposed as an integrative framework that connects existing validated constructs—entrepreneurial intention (Liñán & Chen, 2009), perceived discrimination, support networks (Bourdieu, 1986), and access to resources—with the conceptual principles of inclusive innovation (OECD/Eurostat, 2018). The originality of ICAM lies not in new measurement items but in its theoretical articulation: it positions inclusive access to capabilities as the proximal determinant of entrepreneurial intention in higher-education ecosystems. Thus, ICAM functions as an *ex ante* theoretical proposition, empirically tested and validated in this study.

The measure of entrepreneurial intention is based on the validated scale by Liñán and Chen (2009), whereas the remaining constructs—perceived discrimination, support networks, and access to resources—were operationalized by the authors according to their respective theoretical foundations

Hypotheses:

- **H1.** People with homosexual orientation present a higher level of entrepreneurial intention compared to heterosexual people.
- **H2.** Perceived discrimination moderates the relationship between sexual orientation and entrepreneurial intention so this relationship intensifies in the face of higher levels of discrimination.
- **H3.** Support networks positively moderate the relationship between sexual orientation and entrepreneurial intention, strengthening the relationship when support is high.
- **H4.** Access to resources positively moderates the relationship between sexual orientation and entrepreneurial intention, making it easier for this to translate into greater entrepreneurial intentions.

This integrated review positions entrepreneurial intention as a function of both identity and contextual factors, emphasizing that inclusive access to networks and resources within universities can transform structural disadvantages into opportunities for innovation and social equity.

4. METHODOLOGY AND MATERIALS

This study was conducted using a quantitative, cross-sectional design. It aimed to analyze the relationship between sexual orientation and **EI** and the moderating roles of support networks, perceived discrimination, and access to resources. The design prioritized measurement validity and a transparent, reproducible analysis plan grounded in established models of entrepreneurial intention and diversity research.

The sample consisted of 477 undergraduate students from the University of Guadalajara in Mexico between January and March 2025, selected through probabilistic sampling. Data were collected through a structured questionnaire (see **Appendix A**). To measure **EI**, the scale developed by Liñán and Chen (2009) was used. It consists of six items that assess the predisposition to undertake entrepreneurial activity from an attitudinal perspective.

The study complied with institutional guidelines for research with human participants. Participation was voluntary, and students were informed that declining or discontinuing would not affect their grades or academic standing. The instrument avoided collecting unnecessary personal identifiers. Because sexual orientation was measured as part of the research aims, the survey

offered a “prefer not to disclose” option and stated that respondents could omit any item. Data were anonymized prior to analysis.

Likewise, scales for the moderating variables were designed based on the reviewed literature. In the case of Perceived Discrimination, the proposed items assess perceived unequal treatment in academic, work, and social settings. For the variables support networks and access to resources, the scales considered both formal and informal support and the availability of economic, training, and mentorship resources.

The variable sexual roles were measured using an adaptation of the Kinsey et al. (1948) scale, which classifies individuals on a continuum from 0 to 6 based on their sexual behavior. For analytical purposes, this scale was recoded into dummy variables to distinguish between heterosexual and homosexual orientations, as well as other intermediate categories.

All scales (except for Kinsey's) were measured using a 7-point Likert scale, where 1 represented "strongly disagree" and 7 "strongly agree."

Data analysis was carried out using RStudio (3.6.0) software. Descriptive analyses were performed, along with reliability tests using Cronbach's Alpha coefficient, and Exploratory Factor Analysis (EFA) to validate the structure of the constructs. Multiple regression models and moderation analyses were used to test the hypotheses derived from the theoretical model.

5. RESULTS

This section presents the empirical results obtained from the statistical analyses conducted to test the study's hypotheses. The findings are organized into five subsections. First, the demographic characteristics of the sample are described. Second, the descriptive statistics of the study constructs are analyzed. Third, the validity and reliability of the measurement model are confirmed through an exploratory factor analysis. Fourth, differences in entrepreneurial intention by sexual orientation are examined. Finally, moderation analyses are presented to test the effects of perceived discrimination, support networks, and access to resources on the relationship between sexual orientation and entrepreneurial intention.

5.1 Demographic Characteristics

The analyzed sample has a mean age of 21, with a standard deviation of ± 21.23 . Regarding academic level, the average semester completed by participants was the fifth ($M = 5$, $SD = 5.66$). In terms of sexual orientation, 80.42% of respondents identified as heterosexual, while 19.58% belonged to various sexual minority groups. This data is particularly relevant as it allows for the analysis of potential differences in entrepreneurial intention and other related factors based on sexual orientation.

5.2 Analysis of Study Constructs

To identify trends and variations within the analyzed population, means and standard deviations were calculated for the items comprising each of the study's constructs. These calculations provide an overview of the sample's characteristics and help identify relevant patterns related to entrepreneurial intention, perceived discrimination, support networks, and access to resources.

Table 1 presents the results obtained for each construct. In general terms, a moderately high predisposition toward entrepreneurship was observed, with an average of 5.10 ($SD = 0.86$) for **EI**, reflecting a significant interest among the sample in starting their own business in the future.

Support Networks (**SN**) also showed a high mean ($M = 5.11$, $SD = 1.37$), indicating that students perceive themselves as having a favorable environment that supports their entrepreneurial initiatives, whether through family, friends, institutions, or community-based ties.

On the other hand, Access to Resources (**AR**) had a mean of 4.22 ($SD = 1.27$), suggesting that while a certain level of financial, training, or mentorship resources is available, notable inequalities are still perceived regarding equitable access to entrepreneurship opportunities.

The mean of Perceived Discrimination (**PD**) was 1.61 ($SD = 0.32$) on a 7-point scale, indicating a generally low perception of unequal treatment in academic, professional, or social contexts.

However, even low levels of discrimination can negatively impact the entrepreneurial trajectory of individuals who identify with historically marginalized groups, such as the **LGBTQ+** community.

Table 1. Means and Standard Deviation by Construct

Construct	Mean	Standar Deviation
Entrepreneurial Intention	5.10	0.86
Perceived Discrimination	1.61	0.32
Support Networks	5.11	1.37
Access to Resources	4.22	1.27

Source: Own elaboration

5.3. Exploratory Factor Analysis

To evaluate the suitability of the data for a factor analysis, two key measures were calculated: the Kaiser-Meyer-Olkin (**KMO**) measure of sampling adequacy and Bartlett's test of sphericity.

The **KMO** index was 0.85, indicating excellent data adequacy for factor analysis. Bartlett's test of sphericity was statistically significant ($\chi^2 = 4897.584$, $df = 153$, $p < 0.001$), confirming that the correlation matrix is not an identity matrix, i.e., there are sufficient correlations among the variables to justify conducting an Exploratory Factor Analysis (**EFA**).

Based on these results, an **EFA** was conducted using the minimum residual method with varimax rotation. The objective was to identify the data's underlying structure and verify the items' theoretical grouping. **Table 2** presents the factor loadings of each item within its corresponding factor, as well as the percentage of explained variance and the reliability coefficient (Cronbach's Alpha) for each dimension.

Table 2. Exploratory Factor Analysis

Variable/Item	Factor Loading	% Variance	Cronbach's Alpha
Entrepreneurial Intention		22%	0.91
EI1	0.65		
EI2	0.80		
EI3	0.86		
EI4	0.72		
EI5	0.84		
EI6	0.88		
Perceived Discrimination		17%	0.91
PD1	0.82		
PD2	0.93		
PD3	0.86		
PD4	0.89		
Support Networks		9%	0.80
SNS1	0.69		
SNS2	0.77		
SNS3	0.53		

SNS4	0.39		
Access to Resources		13%	0.82
AR1	0.65		
AR2	0.80		
AR3	0.78		
AR4	0.55		

Source: Own elaboration.

The factor analysis confirmed the proposed theoretical structure, identifying four clearly differentiated factors, with factor loadings above 0.65 for most items. Additionally, Cronbach's Alpha coefficients for each construct indicate high internal consistency, validating the reliability of the scales.

Overall, these findings suggest that the variables included in the model exhibit a solid and coherent factorial structure, supporting their suitability for inclusion in subsequent regression and moderation analyses.

5.4 Comparison of Entrepreneurial Intention by Sexual Orientation

To test Hypothesis H1, which proposed that individuals with homosexual orientation exhibit a higher level of entrepreneurial intention compared to heterosexual individuals, an independent samples t-test (Welch Two Sample t-test) was conducted between the groups defined by their sexual orientation (0 = heterosexual, 1 = homosexual).

The results indicated that there were no statistically significant differences between the two groups in terms of their level of entrepreneurial intention, $t(17.01) = -0.03$, $p = 0.98$. The mean entrepreneurial intention score was $M = 30.65$ ($SD \approx 8.21$) for the heterosexual group and $M = 30.71$ ($SD \approx 8.95$) for the homosexual group. The 95% confidence interval for the mean difference was $[-4.71, 4.60]$, which includes zero, confirming the absence of statistically significant differences.

These results lead to the rejection of Hypothesis **H1**, as no significant difference in entrepreneurial intention was found between heterosexual and homosexual individuals within the sample studied.

5. 5. Moderation Analysis

To test Hypotheses **H2**, **H3**, and **H4**, three multiple regression models were conducted, each incorporating interaction terms between sexual orientation and the proposed moderators: perceived discrimination, support networks, and access to resources. The results are presented in Table 4. Moderation Results.

Hypothesis 2 (**H2**) posited that perceived discrimination would strengthen the relationship between sexual orientation and entrepreneurial intention. The interaction coefficient was $\beta = 0.220$, with a p-value of 0.558, indicating that this moderation effect is not statistically significant. Although the direction of the effect is positive, it cannot be concluded that higher levels of perceived discrimination enhance entrepreneurial intention among homosexual individuals.

Hypothesis 3 (**H3**) proposed that support networks strengthen the relationship between sexual orientation and entrepreneurial intention. The interaction coefficient was $\beta = -0.047$, with a p-value of 0.771. These results do not support the hypothesis, suggesting that support networks do not significantly moderate this relationship.

On the other hand, the results for Hypothesis 4 (**H4**) show that access to resources has a positive and statistically significant direct effect on entrepreneurial intention ($\beta = 0.318$, $p = 0.006$), highlighting its importance as a predictor. However, the interaction term was not significant ($\beta = -0.178$, $p = 0.298$), indicating that access to resources does not moderate the relationship between sexual orientation and entrepreneurial intention, although it does have a direct impact on the reported level of entrepreneurial intention.

These findings suggest that while access to resources emerges as a relevant variable due to its direct effect, the proposed moderators do not significantly alter the relationship between sexual orientation and entrepreneurial intention. This may be related to the phenomenon's contextual complexity or the need to explore other moderating factors not included in this model.

Table 4. Moderation Analysis Results

Model	Interaction (β)	p-value (Interaction)	Main Effect (Moderator β)	p-value (Moderator)	Adjusted R ²
Perceived Discrimination	0.220	0.558	-0.121	0.124	-0.001
Support Networks	-0.047	0.771	0.082	0.185	-0.001
Access to Resources	-0.178	0.298	0.318	0.006	0.007

Note: Dependent variable: Entrepreneurial Intention. *Source:* Own elaboration.

6. DISCUSSION

The results of the study present a consistent narrative that linking **EI** to resource access rather than to sexual orientation. The descriptive analysis shows that students maintains a moderately high level of **EI**, accompanied by strong perceptions of support networks, moderate access to resources, and low levels of perceived discrimination. The factor analysis confirms the structural validity and reliability of the constructs, strengthening the credibility of subsequent tests. The absence of differences in **EI** between heterosexual and homosexual students, combined with the non-significance of moderation effects, highlights that identity alone does not predict intention in this university ecosystem. However, the direct positive effect of access to resources indicates a clear mechanism: feasibility beliefs are activated when students perceive available means to act. These results reaffirm that inclusive innovation within universities operates when organizational and social mechanisms—such as access to resources and mentorship—reduce structural barriers, aligning with **SDGs 4, 5, 8, and 10**.

This discussion analyzes the theoretical and practical implications of these findings in dialogue with the contextual environment and the state of the art, emphasizing multidisciplinary and innovation for sustainable development. Theoretical contributions (*Scientia*) refine the understanding of entrepreneurial intention and propose a stage-sensitive model, while practical implications (*Praxis*) translate the evidence into organizational and social innovations consistent with the *Oslo Manual* (OECD/Eurostat, 2018) and the Sustainable Development Goals.

6.1. Theoretical implications (*Scientia*)

The study refines the theoretical understanding of **EI** by showing that access to resources, rather than sexual orientation, is the proximal driver of intention among university students. This pattern aligns with the **TPB** (Ajzen, 1991), in which resource access functions as a tangible proxy for feasibility and control: when students perceive that funds, mentorship, and training are available, they form stronger entrepreneurial intentions regardless of identity.

This finding challenges a recurrent assumption in diversity research—that identity categories explain variations in entrepreneurial behavior. Studies in Western contexts suggest that

discrimination pushes sexual minorities into entrepreneurship, producing higher or constrained entrepreneurial rates (Marlow et al., 2018; Germon et al., 2018). However, within the inclusive environment of a Mexican public university, identity does not predict entrepreneurial intention. This suggests a stage-sensitive model: during the university phase, feasibility beliefs—rather than identity constraints—anchor intention, whereas identity barriers may re-emerge later when individuals face markets or investors.

The study reconciles contrasting results in prior literature. Reports of higher self-employment among sexual minorities (Backman et al., 2024) and funding bias limiting growth (Byington et al., 2020) reflect different stages of the entrepreneurial process. The present findings confirm that capability access dominates intention at the formative stage. The implication for theory is clear: entrepreneurship must be modeled as a process with stage-contingent predictors, where capability access governs early intention while identity factors influence later performance.

Validation results add theoretical robustness. The strong **KMO** and Bartlett tests confirm data adequacy, and the four-factor solution with high alphas supports construct validity. These results strengthen confidence in the measurement of entrepreneurial intention, perceived discrimination, support networks, and access to resources. Theoretical refinement may involve distinguishing between structural access (availability of mentors or funding) and navigational access (clarity of procedures). Models incorporating these subdimensions would enhance predictive precision.

The rejection of Hypotheses **H1**, **H2**, and **H3** (differences by orientation and moderation by discrimination or networks) defines boundary conditions for theory. Null results delimit what does not explain intention and encourage parsimony: broad measures of discrimination or networks do not moderate the orientation–intention relationship in this context. Conversely, the confirmation of **H4**—access to resources as a positive predictor—advances both entrepreneurship and gender-diversity theory by revealing feasibility as a key mechanism. This insight encourages a shift toward operational variables such as award cadence, mentor fit, and transparency in resource allocation.

Multidisciplinary integration reinforces these theoretical contributions. Entrepreneurship studies provide validated measures; gender studies reveal structural inequities; organizational design adds process mechanisms; and education policy identifies universities as capability nodes. Together, they position entrepreneurial intention as a phenomenon shaped less by who individuals are and more by how institutions allocate opportunities.

For sustainable development, the implications are equally relevant. If access to resources drives intention, improving it within universities directly strengthens **SDG 4** (quality education), **SDG 5** (gender equality), **SDG 8** (decent work and growth), and **SDG 10** (reduced inequalities). The study demonstrates how evidence-based educational innovation contributes to measurable progress toward global sustainability goals.

In sum, the theoretical contributions are threefold:

- Entrepreneurial intention at the university stage is anchored in capability access, not identity.
- A stage-sensitive model reconciles previous contradictions in the literature.
- Null results provide boundary conditions that refine theoretical parsimony.

If future studies replicate these findings, a new body of multidisciplinary knowledge will consolidate around capability access as the proximal determinant of intention in inclusive educational ecosystems.

6.2. Practical Implications (Praxis)

The practical implications of this study demonstrate how universities can operationalize inclusive innovation by redesigning organizational and social mechanisms that equalize access to capabilities. The results indicate that improving students' access to financial, informational, and mentorship resources enhances entrepreneurial intention across identity groups. Therefore, inclusive entrepreneurship in higher education depends less on identity-targeted programs and more on structural redesign that embeds equity into the processes of selection, support, and evaluation. These institutional levers correspond directly to organizational innovation and social innovation categories defined in the Oslo Manual (OECD/Eurostat, 2018).

First, micro-funding schemes should be transparent, predictable, and frequent rather than sporadic or discretionary. Universities can generate small but regular funding rounds with clear criteria and feedback mechanisms. Predictability fosters feasibility beliefs and strengthens entrepreneurial motivation regardless of background.

Second, mentor matching must move from informal assignment to structured process. Defined mentor profiles, clear learning goals, and short feedback cycles ensure fit and accountability.

Structured mentorship increases self-efficacy and helps students translate intention into early action.

Third, selection and evaluation systems require bias-aware redesign. Admission and funding rubrics should prioritize learning progress, validated evidence, and collaboration, not prior entrepreneurial pedigree. Transparent, written feedback transforms evaluation into a pedagogical resource, improving perceptions of fairness and inclusion.

Fourth, peer networks and belonging remain essential. Even if identity does not predict intention statistically, social inclusion remains a practical necessity. Initiatives such as ally circles, diverse role models, and peer mentoring reduce social isolation and normalize help-seeking behaviors. These low-cost social innovations reinforce engagement and persistence within entrepreneurship programs.

Fifth, governance and measurement must institutionalize inclusion. Universities should monitor participation and performance indicators—entry, funding, mentorship, retention, and early success—disaggregated by gender and sexual diversity while ensuring privacy. Transparent dashboards allow continuous improvement and accountability, turning inclusion into a measurable and manageable dimension of innovation.

These practices demonstrate how organizational and social innovations in higher education can directly advance the Sustainable Development Goals. Transparent resource distribution strengthens quality education (SDG 4); bias-aware governance and inclusion mechanisms promote gender equality (SDG 5); entrepreneurship pathways enhance decent work and economic growth (SDG 8); and equitable access to mentorship and funding reduces inequalities (SDG 10).

The transferability of these measures is high because they depend on process design rather than budget scale. Institutions with limited resources can adapt cadence, scope, or frequency without losing the behavioral effect of predictability. By institutionalizing fairness, transparency, and accessibility, universities transform their entrepreneurship ecosystems into engines of inclusive innovation.

Finally, it is essential to recognize the scope of these implications. The study focuses on intention rather than behavior, and on one university context rather than the broader system. Identity barriers may reappear in later stages when entrepreneurs interact with investors, markets, or policymakers. Consequently, future collaborations among universities, inclusive investors, and

government agencies are necessary to extend these effects beyond campus and to test whether inclusive organizational innovations translate into higher venture creation and more equitable outcomes.

In this sense, the study advances evidence-based pathways for universities to promote equality through organizational and social innovations anchored in measurable outcomes.

7. CONCLUSION

This conclusion summarizes the main contributions of the study in three parts. First, it explains how the research question is answered and how the hypotheses are confirmed or rejected. Second, it highlights the main findings, distinguishing the theoretical contribution (*Scientia*) and the practical contribution (*Praxis*). Third, it reflects on the scope and limitations of the study and proposes directions for future research.

7.1. How answer the question and explain the research hypothesis or hypotheses.

The study asks whether sexual orientation predicts **EI** among university students in Mexico and whether perceived discrimination, support networks, and access to resources moderate that relationship. The evidence shows that sexual orientation does not predict **EI** in this context; the tested moderators do not condition that link; access to resources shows a positive direct association with **EI**. Therefore, hypotheses that posit identity-based differences in intention are not supported, whereas hypotheses that prioritize capability access find support. The new knowledge is that, in a university ecosystem that offers at least baseline inclusion, resource access emerges as the proximal lever for intention formation, while identity per se does not drive differences in **EI**.

These findings demonstrate that promoting equitable access to entrepreneurial resources constitutes a form of inclusive innovation in higher education, reinforcing universities' capacity to advance social equity and sustainable development.

This conclusion aligns with a multidisciplinary logic. Entrepreneurship studies emphasize feasibility beliefs; gender studies foreground the distribution of opportunities; organizational design explains how processes allocate capabilities; and education policy identifies institutional levers. The integration of these perspectives clarifies why organizational and social innovation—as defined by the **OECD** Oslo Manual—represent the most actionable route to widen

entrepreneurial participation. The study is valuable and original because it translates a null orientation effect into positive design guidance and because it advances innovation for sustainable development (SDGs 4, 5, 8, 10) with evaluable levers.

7.2. Research findings.

Theoretical (*Scientia*). The findings support a context-centered interpretation reading of **EI** at the university stage and motivate the Inclusive Capability Access Model (**ICAM**). **ICAM** explains intention through access-driven feasibility beliefs and positions capability channels—not identity markers—as the most immediate determinants. This reframing refines theory by prioritizing process variables (access reliability, mentor fit, micro-capital predictability) over static demographic predictors

Practical (*Praxis*). The findings indicate that entrepreneurship centers should prioritize transparent micro-funding, structured mentor matching, and bias-aware selection and feedback. These organizational and social innovations are low-cost, replicable, and measurable. In **SDG** terms, they enhance educational quality, reduce inequality in access to capabilities, and support decent work outcomes through entrepreneurial pathways.

7.3. Research final scope.

The study recognizes its scope and limitations. It analyzes a single institution, applies a cross-sectional design, and uses self-reported measures, which may restrict generalization. Subgroup sizes for sexual minorities are limited, and the broad scales of discrimination and support networks may not capture contextual nuances such as investor interactions or market visibility. Despite these constraints, the evidence remains robust for the examined population and provides a clear framework for institutional redesign.

Future research should extend to multi-site comparisons across diverse regions, employ longitudinal approaches to trace the transition from intention to entrepreneurial behavior, and adopt experimental designs to evaluate inclusive interventions in mentorship, resource access, and evaluation practices. Future research should also assess whether these inclusive organizational practices effectively translate into higher rates of venture creation and measurable social impact.

In conclusion, entrepreneurial intention in this study is anchored in access to resources rather than sexual orientation. This insight reorients both theory and practice: scholars are encouraged to model intention as a stage-contingent process where feasibility dominates, and practitioners are guided to design inclusive mechanisms that equalize opportunity. By centering capability access, higher-education institutions strengthen entrepreneurial ecosystems, reduce inequalities, and advance sustainable development goals.

8. REFERENCES

- Aguilar-Rosado & Campos-Sanchez (2024). Necesidad y oportunidad” como motivaciones para el emprendimiento femenino en Latinoamérica. *Scientia et PRAXIS*, 4(7), 31-57. <https://doi.org/10.55965/setp.4.07.a2>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Backman, M., Carpenter, C., Dujancourt, E., & Mann, S. (2024). Sexual orientation, entrepreneurship, and firm survival. *Small Business Economics*. <https://doi.org/10.1007/s11187-024-00976-2>
- Barba-Sánchez, V., Mitre-Aranda, M., & del Brio-González, J. (2022). The entrepreneurial intention of university students: An environmental perspective. *European Research on Management and Business Economics*, 28(2), Article 100184. <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2021.100184>
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (pp. 241–258). Greenwood Press. https://home.iitk.ac.in/~amman/soc748/bourdieu_forms_of_capital.pdf
- Byington, E., Tamm, G., & Trau, R. (2020). Mapping sexual orientation research in management: A review and research agenda. *Human Resource Management*, 60(1), 31–53. <https://doi.org/10.1002/hrm.22026>
- Cavalcanti, A., & Ferreira, J. (2022). The entrepreneurial orientation of LGBT Brazilian start-ups: Context and antecedents. *Strategic Change*, 31(4), 415–425. <https://doi.org/10.1002/jsc.2512>
- Cavalcanti, A., Ferreira, J., Mota, P., Dabic, M., & Meyer, N. (2024). A comparative study of minority entrepreneurship: Entrepreneurial intention between LGBT versus traditional markets. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 30(11), 181–204. <https://doi.org/10.1108/IJEBr-08-2023-0869>
- Conti, R., Kacperczyk, O., & Valentini, G. (2021). Institutional protection of minority employees and entrepreneurship: Evidence from the LGBT Employment Non-Discrimination Acts. *Strategic Management Journal*, 43(4), 758–791. <https://doi.org/10.1002/smj.3340>
- Deloitte. (2024). *Women @ Work 2024: A Global Outlook*. Deloitte Global. <https://www.deloitte.com/global/en/issues/work/content/women-at-work-global-outlook.html>
- Díaz-González, A., & Dentchev, N. (2021). Ecosystems in support of social entrepreneurship: A systematic review. *Social Enterprise Journal*, 17(3), 329–360. <https://doi.org/10.1108/SEJ-08-2020-0064>

- DiMaggio, P., & Powell, W. (2004). Chapter 4: The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. In F. Dobbin (Ed.), *The New Economic Sociology: A Reader* (pp. 111–134). Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9780691229270-005>
- Doan Van, E., Mereish, E., Woulfe, J. M., & Katz-Wise, S. (2019). Perceived discrimination, coping mechanisms, and effects on health in bisexual and other non-monosexual adults. *Archives of Sexual Behavior*, 48, 159–174. <https://doi.org/10.1007/s10508-018-1254-z>
- Essers, C., Heijden, B., Fletcher, L., & Pijpers, R. (2022). It's all about identity: The identity constructions of LGBT entrepreneurs from an intersectionality perspective. *International Small Business Journal: Research Entrepreneurship*, 41(7), 774–795. <https://doi.org/10.1177/02662426221128464>
- Frost, D., Lehavot, K., & Meyer, I. (2015). Minority stress and physical health among sexual minority individuals. *Journal of Behavioral Medicine*, 38(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10865-013-9523-8>
- Germon, R., Leloarne, S., Safradou, I., & Maalaoui, A. (2018). The role of sexual orientation in entrepreneurial intention: The case of Parisian LGB people. *Journal of Organizational Change Management*, 33(3), 527–544. <https://doi.org/10.1108/JOCM-12-2018-0365>
- Ghi, T., Nguyen, T., Nguyen, L., & Nguyen, A. D. (2024). Social capital and entrepreneurial performance of SMEs: The mediating role of access to entrepreneurial resources. *Management Systems in Production Engineering*, 32(1), 45–53. <https://doi.org/10.2478/mspe-2024-0005>
- Heeks, R., Foster, C. & Nugroho, Y. (2014). New Models of inclusive innovation for development. *Innovation and Development*, 4(2), 175-185. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2014.928982>
- HRC (2024). HRC EQUIDAD MX 2024. Evaluación de empresas empleadoras en equidad para personas Lesbianas, Gays, Bisexuales, Trans y Queer. <https://hrc-prod-requests.s3-us-west-2.amazonaws.com/HRC-Equidad-Mexico-2024-FNL.pdf>
- INEGI (2022). Encuesta Nacional sobre Diversidad Sexual y de Género (ENDISEG) (Comunicado de prensa núm 340/22). Instituto Nacioanal de Estadistica y Geografia. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/endiseg/Resul_Endiseg21.pdf
- INEGI (2023). Estadísticas a propósito del día internacional del orgullo LGBTI. Comunicado de prensa núm 375/23). Instituto Nacioanal de Estadistica y Geografia. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2023/EAP_LGBTI23.pdf
- Karimi, S., Biemans, H. J. A., Lans, T., Chizari, M., & Mulder, M. (2016). The impact of entrepreneurship education: A study of Iranian students' entrepreneurial intentions and opportunity identification. *Journal of Small Business Management*, 54(1), 187–209. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12137>
- Kautonen, T., van Gelderen, M., & Fink, M. (2015). Robustness of the theory of planned behavior in predicting entrepreneurial intentions and actions. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 39(3), 655–674. <https://doi.org/10.1111/etap.12056>
- Kinsey, A. C., Pomeroy, W. B., & Martin, C. E. (1948). Sexual behavior in the human male. W.B. Saunders. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt173znh5>
- LGBT Capital (2023). Estimated LGBT Purchasing Power: LGBT-GDP - data as of year-end 2022. https://www.lgbt-capital.com/docs/Estimated_LGBT-GDP_%28table%29_-_2023.pdf

- LGBT Capital (2025). LGBT Market Statics (Blog). https://www.lgbt-capital.com/index.php?menu_id=2
- 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, X., Lin, C., Zhao, G., & Zhao, D. (2019). Research on the effects of entrepreneurial education and entrepreneurial self-efficacy on college students' entrepreneurial intention. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 869. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00869>
- Looi, K., & Khoo-Lattimore, C. (2015). Undergraduate students' entrepreneurial intention: Born or made? *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 26(1), 1–20. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2015.071317>
- Lv, Y., Chen, Y., Sha, Y., Wang, J., An, L., Chen, T., Huang, X., Huang, Y., & Huang, L. (2021). How entrepreneurship education at universities influences entrepreneurial intention: Mediating effect based on entrepreneurial competence. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 655868. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.655868>
- Marlow, S., Greene, F., & Coad, A. (2018). Advancing gendered analyses of entrepreneurship: A critical exploration of entrepreneurial activity among gay men and lesbian women. *British Journal of Management*, 29(1), 118–135. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12221>
- Mei, H., Lee, C. & Xiang, Y. (2020). Entrepreneurship Education and Students' Entrepreneurial Intention in Higher Education. *Education Sciences*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/educsci10090257>
- Miller, J., & Parker, L. (2025). Open for Business Strengthening the economic case. Open for Business. https://static1.squarespace.com/static/5bba53a8ab1a62771504d1dd/t/5d40964b36f8640001cd3a86/1564513872720/Open+For+Business_Full+Report.pdf
- Neneh, B. (2022). Entrepreneurial passion and entrepreneurial intention: The role of social support and entrepreneurial self-efficacy. *Studies in Higher Education*, 47(3), 587–603. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1770716>
- OECD/Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Ozkazanc-Pan, B., & Muntean, S. (2018). Networking towards (in)equality: Women entrepreneurs in technology. *Gender, Work & Organization*, 25(4), 379–400. <https://doi.org/10.1111/gwao.12225>
- Pulcher, S., Guerci, M., & Köllen, T. (2019). Unions as institutional entrepreneurs: The contribution of unions to the diffusion and adaptation of LGBT diversity initiatives. *Journal of Organizational Change Management*, 33(3), 477–490. <https://doi.org/10.1108/JOCM-11-2018-0332>
- Ríos, A. (2024). Prólogo. In A. Campos, G. Zápari, R. Martínez & E. Marúm (Coord). *Innovación y emprendimiento para el desarrollo sostenible* (pp. 6-13). Exponencial editorial. <https://doi.org/10.55965/abib.9786076998731>
- Saeed, S., Yousafzai, S. Y., Yani-De-Soriano, M., & Muffatto, M. (2015). The role of perceived university support in the formation of students' entrepreneurial intention. *Journal of Small Business Management*, 53(4), 1127–1145. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12090>

- Schindehutte, M., Morris, M., & Allen, J. (2005). Homosexuality and entrepreneurship: Implications of gay identity for the venture-creation experience. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 6(1), 27–40. <https://doi.org/10.5367/0000000053026374>
- Stam, E. (2015). Entrepreneurial Ecosystems and Regional Policy: A Sympathetic Critique. *European Planning Studies*, 23(9), 1759-1769. <https://doi.org/10.1080/09654313.2015.1061484>
- Tomy, S., & Pardede, E. (2020). An entrepreneurial intention model focusing on higher education. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 26(7), 1423–1447. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-06-2019-0370>
- Uddin, M., & Bose, T. K. (2012). Determinants of entrepreneurial intention of business students in Bangladesh. *International Journal of Business and Management*, 7(24), 128–137. <http://doi.org/10.5539/ijbm.v7n24p128>
- Wegner, D., Thomas, E., Teixeira, E., & Maehler, A. (2020). University entrepreneurial push strategy and students' entrepreneurial intention. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 26(2), 307–325. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-10-2018-0648>
- Yukongdi, V., & Lopa, N. (2017). Entrepreneurial intention: A study of individual, situational and gender differences. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 24(2), 333–352. <https://doi.org/10.1108/JSBED-10-2016-0168>

APPENDIX A. MEASUREMENT INSTRUMENTS

All variables, except for sexual orientation, were measured on a seven-point Likert scale (1 = strongly disagree, 7 = strongly agree). The variable *sexual orientation* was adapted from Kinsey et al. (1948) using a 7-point continuum ranging from exclusively heterosexual to exclusively homosexual. Table A1 presents all constructs, their indicators, and theoretical sources.

Table A1. Constructs, Items, and Sources

Construct / Dimension	Item / Indicator (English translation)	Source
Sexual Orientation (SR)	Please indicate your sexual orientation (1 = 100% heterosexual; 7 = 100% homosexual).	Adapted from Kinsey et al. (1948)
Entrepreneurial Intention (EI)	I am willing to do anything to become an entrepreneur. My professional goal is to become an entrepreneur. I will make every effort to start and run my own business. I am determined to create a firm in the future. I have seriously thought about starting a business. I firmly intend to start a business someday.	Liñán & Chen (2009)
Creativity	I often have original ideas and put them into practice. I can find multiple solutions to the same problem. I see creative possibilities in almost everything I do. When I face a problem, I always find a new way to overcome it. I enjoy exploring new ways of doing things rather than following traditional methods. I prefer using proven methods instead of experimenting with new solutions. I always look for new ways to improve my life or environment.	Developed by authors.
Proactivity	If I see a problem, I try to solve it instead of waiting for someone else. When I believe in an idea, I do everything possible to make it happen. I strive to find opportunities even when circumstances are difficult. If I see an opportunity before others, I act quickly to seize it.	
Risk Aversion	I am cautious when making important decisions. I prefer to avoid uncertain situations and stay on the safe side. When I have an idea, I evaluate it carefully before acting. I prefer taking small risks rather than big uncertain bets. I am willing to take risks if the reward is high.	
Locus of Control (Internal)	When I set a goal, I usually achieve it because I work hard for it. I believe my actions determine my success more than luck or destiny. If I work hard enough, I can reach any goal I set. I control the decisions that affect my future. My success depends mainly on my effort and dedication, not on external factors. I believe success is mostly a matter of luck rather than effort. (reverse-coded)	
Perceived Discrimination (PD)	I have felt that my sexual orientation affected how others value my professional abilities. I have faced barriers in academic or work opportunities because of my sexual orientation. I believe I have fewer development opportunities compared to others because of my identity. I have been treated unfairly in academic or professional spaces due to my sexual orientation.	
Support Networks (SNS)	I have people in my close circle who support my academic and professional path. I can rely on a network of contacts for help with academic or professional	

	challenges. I feel part of a community that values diversity and supports me. I have mentors or advisors who guide my professional decisions.	
Entrepreneurial Experience (EX)	I have participated in an entrepreneurial project, either individually or as part of a team. I have experience managing initiatives or projects that required strategic decisions. I have been involved in entrepreneurship-related activities such as incubators or contests. I am interested in participating in entrepreneurial projects in the near future.	
Access to Resources (AR)	I have access to funding or financial support to develop a project. I know where to find resources or information to strengthen my entrepreneurial skills. I have physical or digital spaces to develop my ideas or projects. I have access to entrepreneurship training and education.	



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientia et PRAXIS

Vol.05.No.10. Jul-Dic (2025): 94-125

<https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a4>

eISSN: 2954-4041

Hacia una Educación Digital Sostenible: Modelo Predictivo para la Prevención de la Adicción a Plataformas Sociales en Población Universitaria

Towards Sustainable Digital Education: A Predictive Model for Preventing Social Media Addiction in University Students

Francisco Jacobo Murillo-López. ORCID: [0009-0005-2104-2634](https://orcid.org/0009-0005-2104-2634)

Centro de Ciencias Económicas Administrativas

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México

e-mail: francisco.murillo@edu.uaa.mx

Palabras Clave: adicción a redes sociales, innovación educativa, modelo predictivo, desarrollo sostenible, bienestar digital, género, estudiantes universitarios, **ODS3, ODS4.**

Keywords: social media addiction, educational innovation, predictive model, sustainable development, digital wellbeing, gender, university students, **SDG3, SDG4.**

Recibido:12-Julio-2025; **Aceptado:** 15-Noviembre-2025

RESUMEN

Contexto. El uso desadaptativo de las redes sociales representa un problema de salud pública en aumento a escala mundial, que afecta especialmente a jóvenes y al ámbito universitario. En el caso de México, los índices de prevalencia en estudiantes de educación superior oscilan entre el 18% y el 42%, lo que evidencia la necesidad de detectar factores predictivos y desarrollar estrategias de intervención ajustadas a esta población.

Problema. Existe falta de consenso sobre el papel moderador de variables demográficas como edad y género en Uso Problemático de Redes Sociales (UPRS), cuestionando intervenciones basadas solo en reducción de tiempo de uso.

Objetivo. Este estudio busca determinar los principales factores predictivos de la adicción a redes sociales en estudiantes universitarios de México, utilizando un modelo de regresión logística y centrándose en variables como la edad, el tiempo de uso diario y el género, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 y 4.

Metodología. Estudio transversal realizado entre enero y marzo de 2025 con 705 estudiantes de la Universidad Autónoma de Aguascalientes -UAA-, se aplicó BSMAS validada ($\alpha=0.89$; $r=0.76$ con IAT) y regresión logística binaria controlando por género y año académico.

Hallazgos teóricos y prácticos. La Edad mostró efecto protector ($OR=0.37$, $p=0.006$), reduciendo probabilidad de adicción en 63% por año adicional. Género masculino asociado a mayor riesgo (69.6% vs 60.1%, $p=0.012$). Horas de uso no significativas. Hallazgos sustentan modelo **I-PACE** (Interaction of Person-Affect-Cognition-Execution) y sugieren intervenciones diferenciadas por género y año académico.

Originalidad. Integración de variables de desarrollo y género en modelo predictivo aplicable al contexto universitario mexicano, bajo enfoque de innovación en procesos (Manual de Oslo).

Conclusiones y limitaciones. Edad y género son predictores más robustos que tiempo de uso. Limitación transversal sugiere futuros estudios longitudinales para inferir causalidad.

ABSTRACT

Context. The maladaptive use of social media represents a growing public health concern worldwide, particularly affecting young individuals and university settings. In Mexico, prevalence rates among higher education students range from 18% to 42%, highlighting the need to identify predictive factors and develop tailored intervention strategies for this population.

Problem. There is a lack of consensus regarding the moderating role of demographic variables such as age and gender in **PSMU** - Problematic Social Media Use, challenging the efficacy of interventions based solely on usage time reduction.

Purpose. This study aims to identify the main predictors of social media addiction among Mexican university students using a logistic regression model, focusing on variables such as age, daily usage time, and gender, in alignment with Sustainable Development Goals **3** and **4**.

Methodology. A cross-sectional study conducted between January and March 2025 with 705 students from the Universidad Autónoma de Aguascalientes (**UAA**), Mexico. The validated *Bergen Social Media Addiction Scale* (**BSMAS**) was administered ($\alpha=0.89$; $r=0.76$ with **IAT**), and binary logistic regression was performed controlling for gender and academic year.

Theoretical and practical findings. Age demonstrated a protective effect ($OR=0.37$, $p=0.006$), reducing the probability of addiction by 63% per additional year. Male gender was associated with higher risk (69.6% vs. 60.1%, $p=0.012$). Hours of use were not statistically significant. These findings support the **I-PACE** (Interaction of Person-Affect-Cognition-Execution) model and suggest the need for gender- and academic year-specific interventions.

Originality. Integration of developmental and gender variables into a predictive model applicable to the Mexican university context, employing a process innovation framework (Oslo Manual).

Conclusions and limitations. Age and gender are more robust predictors than usage time. The cross-sectional design limitation underscores the need for longitudinal studies to establish causality.

1. INTRODUCCIÓN

El uso desadaptativo de plataformas sociales se ha consolidado como una preocupación creciente en el ámbito de la salud pública internacional. Estudios recientes reportan que entre el 15% y el 45% de la comunidad universitaria a nivel global presenta patrones de consumo de redes sociales considerados de riesgo (Andreassen, 2015; Zhang et al., 2022). En el contexto mexicano, las estimaciones oscilan entre el 18% y el 42% (Salazar-Fernández et al., 2021), lo cual subraya la urgencia de implementar estrategias de prevención sustentadas en hallazgos empíricos. Si bien el tiempo de uso se identifica como factor de riesgo principal (Marino et al., 2018), existe un vacío crítico respecto al papel moderador de variables demográficas como edad y género en contextos latinoamericanos.

El marco teórico que orienta esta investigación es el modelo Interaction of Person-Affect-Cognition-Execution (**I-PACE**) (Brand et al., 2019). Este modelo es un marco integral para entender el desarrollo y mantenimiento de las adicciones comportamentales, como la adicción a las redes sociales. El modelo **I-PACE** propone que la conducta adictiva es el resultado de una interacción dinámica y procesos de aprendizaje entre los siguientes componentes centrales:

Factores de la Persona (P): Características individuales predisponentes, como rasgos de personalidad (ej. neuroticismo, impulsividad), genética, psicopatología preexistente y variables demográficas (ej. edad, género).

Afecto (A): Los estados emocionales internos (ej. ansiedad, estrés, aburrimiento, tristeza) que un individuo busca regular o modificar mediante el uso de una aplicación o plataforma específica.

Cognición (C): Los procesos cognitivos que se activan, como las expectativas de los efectos del uso (ej. "me divertiré", "conectaré con otros"), los sesgos atencionales hacia estímulos relacionados con las redes sociales, y las distorsiones en la autopercepción.

Ejecución (E): Los procesos de autorregulación y funciones ejecutivas (ej. control inhibitorio, toma de decisiones, flexibilidad cognitiva) que se ven comprometidos tras una exposición repetida, dificultando el control sobre la conducta.

El modelo postula que la interacción recurrente entre estos componentes (**P-A-C-E**) —donde, por ejemplo, un estado afectivo negativo (**A**) en una persona susceptible (**P**) activa pensamientos craving (**C**) y supera los mecanismos de control (**E**)— genera un ciclo de refuerzo que puede culminar en un patrón de uso desadaptativo y adictivo. Este marco resulta particularmente relevante para el presente estudio, ya que permite analizar de manera integral cómo variables como la edad (como un factor de la **Persona** vinculado a la madurez neurocognitiva y las funciones ejecutivas) y el género (como otro factor de la **Persona** que influye en la afectividad, la cognición social y los motivos de uso) interactúan en la predicción de la adicción a redes sociales en la población universitaria .

La investigación se justifica desde una triple perspectiva: (1) científica, al abordar la discrepancia en predictores reportados en literatura internacional versus contextos locales; (2) metodológica, mediante la aplicación de modelos predictivos multivariados que superen los enfoques cualitativos predominantes en la región (INEGI, 2023); y (3) práctica, al diseñar intervenciones diferenciadas basadas en evidencia empírica.

Desde la perspectiva del Manual de Oslo (OCDE, 2018), este trabajo constituye una innovación en procesos educativos al proponer nuevos métodos de prevención temprana en entornos universitarios. Simultáneamente, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (**ODS3**) (Salud y Bienestar) y **ODS4** (Educación de Calidad), integrando el bienestar digital en la formación universitaria mediante estrategias sustentables.

El presente estudio se orienta por la siguiente pregunta central: ¿En qué medida variables como la edad, el tiempo de uso diario y el género predicen el riesgo de adicción a redes sociales en universitarios mexicanos, y cómo estos factores pueden orientar el diseño de intervenciones educativas innovadoras alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el **ODS4** (Educación de calidad)?

El presente trabajo aporta originalidad mediante: (1) la aplicación del modelo **I-PACE** en contextos universitarios mexicanos; (2) la identificación de predictores específicos para intervenciones diferenciadas; y (3) la integración de enfoques de innovación educativa con perspectivas de desarrollo sostenible, contribuyendo así a cerrar brechas de conocimiento en la literatura sobre **UPRS** en Latinoamérica.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

A escala mundial, el consumo problemático de redes sociales emerge como una problemática de salud pública de creciente relevancia. Las investigaciones actuales sitúan su prevalencia en el ámbito universitario entre un 15% y un 45% a nivel internacional (Andreassen, 2015; Zhang et al., 2022). Este fenómeno se ha visto intensificado a raíz de la transformación digital acelerada tras la pandemia de COVID-19 (Kuss & Griffiths, 2017). En América Latina, este fenómeno presenta particularidades asociadas a brechas entre el acceso tecnológico y la educación digital, con prevalencias que varían del 20% al 40% en estudiantes universitarios (Salazar-Fernández et al., 2021). México ilustra esta paradoja: mientras el 89% de los universitarios utiliza redes sociales diariamente (INEGI, 2023), solo el 35% de las instituciones cuenta con programas estructurados de bienestar digital, generando un escenario de alta vulnerabilidad en un contexto de diversidad socioeconómica y acceso heterogéneo a recursos digitales.

A nivel local, Aguascalientes representa un caso emblemático con una de las tasas más altas de conectividad en México (92% en población universitaria) y una prevalencia de Uso Problemático de Redes Sociales (**UPRS**) del 38%, superior al promedio nacional. La Universidad Autónoma de Aguascalientes (**UAA**), principal institución de educación superior de la entidad, concentra una población estudiantil diversa (urbana y rural), lo que la convierte en un laboratorio natural para estudiar intersecciones entre acceso tecnológico, capital cultural y competencias digitales.

Esta contextualización multinivel revela la necesidad de abordar el **UPRS** desde un enfoque que integre tendencias globales, particularidades regionales y dinámicas locales. La identificación de predictores mediante modelos estadísticos robustos se posiciona como una respuesta necesaria para generar evidencia accionable y diseñar intervenciones contextualmente relevantes alineadas con la innovación educativa y el desarrollo sostenible.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para la identificación de literatura relevante, se ejecutó una búsqueda sistemática en las bases de datos Scopus, Web of Science y PubMed. Los descriptores empleados incluyeron: "*social media addiction*", "*problematic social media use*", "*university students*" y "*predictive factors*", acotando la búsqueda al periodo comprendido entre 2014 y 2024. El análisis bibliométrico reveló un

crecimiento exponencial de publicaciones (420% entre 2015-2023), con una media de edad de las referencias de 4.2 años. Los clusters temáticos principales identificados mediante análisis de co-palabras incluyeron: (1) factores neurocognitivos, (2) variables demográficas, (3) patrones de uso, y (4) intervenciones educativas. La red de co-citación mostró que los trabajos de Andreassen (2015), Marino (2018) y Brand (2019) constituían los nodos centrales de la literatura, con un factor de impacto promedio de 3.8 en las 50 referencias más citadas.

Basado en el estado del arte, se identificaron tres variables predictoras críticas para el modelo de investigación:

Variable 1: *Edad como factor neurocognitivo*

La literatura reportó consistentemente que la edad operaba como factor protector en **UPRS** (Bányai et al., 2017; Tang et al., 2016). Los estudios de neuroimagen demostraron que la maduración del cortex prefrontal, que continúa hasta los 25 años, se asociaba con mejor control inhibitorio y autorregulación (Brand et al., 2019). Hipótesis 1 (**H1**): *“La edad mostrará un efecto protector significativo, donde cada año adicional reducirá la probabilidad de UPRS en estudiantes universitarios.”*

Variable 2: *Horas de uso diario como factor conductual*

Aunque la literatura identificó el tiempo de uso como predictor principal (Marino et al., 2018), estudios recientes sugirieron que su efecto estaba moderado por variables demográficas (Wegmann et al., 2015). Hipótesis 2 (**H2**): *“Las horas de uso diario mostrarán una asociación positiva con UPRS, pero este efecto será moderado por la edad y el género.”*

Variable 3: *Género como factor demográfico*

Estudios en contextos latinoamericanos reportaron prevalencias diferenciales por género, aunque sin consenso en la dirección del efecto (Salazar-Fernández et al., 2021). Hipótesis 3 (**H3**): *“Existirán diferencias significativas en UPRS por género, con mayor prevalencia en hombres asociada a patrones de uso compulsivo.”*

Variable 4: *Año académico como factor institucional*

La literatura mostró que el riesgo de **UPRS** era mayor en estudiantes de primeros años, asociado al proceso de adaptación universitaria (Zhang et al., 2022). Hipótesis 4 (**H4**): *“Los estudiantes de primeros años mostrarán mayor probabilidad de UPRS, independientemente de otras variables. Brechas identificadas en la literatura.”*

La revisión identificó tres brechas principales: (1) predominio de estudios cualitativos en contextos latinoamericanos, (2) escasez de modelos predictivos multivariados que integran variables neurocognitivas, demográficas y conductuales, y (3) falta de investigaciones que vincularan **UPRS** con marcos de innovación educativa y desarrollo sostenible.

3.1. Diseño del instrumento de medición

Selección y adaptación de instrumentos. La adicción a redes sociales se evaluó mediante la Bergen Social Media Addiction Scale (**BSMAS**); (Andreassen et al., 2016). La selección de este instrumento se fundamenta en que es una de las escalas más validadas internacionalmente para medir el uso problemático de redes sociales, derivada directamente de los componentes centrales del modelo de componentes de las adicciones (Griffiths, 2005). La **BSMAS** está compuesta por seis ítems que evalúan de forma específica y reflectiva los seis criterios centrales de la adicción conductual: *saliencia, tolerancia, modificación del estado de ánimo, recaída, abstinencia y conflicto*.

Especificaciones de la escala aplicada: Los ítems se respondieron en una escala tipo Likert de 5 puntos que oscila entre 1 ("*Muy raramente*") y 5 ("*Muy frecuentemente*"), con una puntuación total posible entre 6 y 30 puntos. El punto de corte para identificar riesgo de uso problemático (**UPRS**) se estableció en ≥ 19 . La instrucción inicial para los participantes especificó que sus respuestas debían referirse a su uso global de plataformas de redes sociales de uso común (Facebook, Instagram, X/Twitter, TikTok y similares). La versión completa de la escala utilizada se presenta en el **Anexo 4.S** Para evaluar la validez convergente de la **BSMAS**, se aplicó paralelamente el Internet Addiction Test (**IAT**; Young, 1998), cuyo instrumento se encuentra disponible a solicitud.

Las respuestas se valoraron en una escala Likert de 1 ("*rara vez*") a 5 ("*muy a menudo*"), obteniéndose una puntuación total entre 6 y 30 puntos, donde valores ≥ 19 indican riesgo clínico de uso problemático. La versión adaptada para el contexto mexicano mostró consistencia interna de $\alpha = 0.89$ y estructura unidimensional (CFI = 0.94; RMSEA = 0.06). Dicho proceso contempló tres etapas secuenciales: (1) traducción y retrotraducción realizada por un comité de especialistas bilingües, (2) aplicación de un pilotaje cognitivo a 30 universitarios para verificar la claridad

conceptual, y (3) realización de un estudio piloto con 50 participantes con el fin de determinar las propiedades psicométricas del instrumento.

Validación y confiabilidad. El estudio piloto mostró excelentes propiedades psicométricas: (Tabla 1), evaluadas mediante análisis factorial confirmatorio utilizando el software R versión 4.3.1 (R Core Team, 2023) con el paquete **Lavaan** (versión 0.6-17; Rosseel, 2012). La estructura unidimensional demostró adecuados índices de ajuste ($CFI = 0.94$, $RMSEA = 0.06$), consistencia interna excelente ($\alpha = 0.89$; $IC95\%$: 0.84–0.93) y validez convergente significativa con **Internet Addiction Test (IAT)**; $r = 0.76$, $p < 0.001$). El punto de corte ≥ 19 mostró adecuada sensibilidad (85%) y especificidad (89%) para identificar riesgo clínico..

Tabla 1. Propiedades psicométricas de la BSMAS adaptada al contexto mexicano (n = 50)

Propiedad psicométrica	Valor	Interpretación
Consistencia interna (α)	0.89	Excelente
IC 95% para α	0.84-0.93	-
Validez convergente (r)	0.76	Alta
CFI	0.94	Excelente ajuste
RMSEA	0.06	Buen ajuste
Sensibilidad	85%	Alta
Especificidad	89%	Alta
Punto de corte óptimo	≥ 19	-

Fuente: Elaboración propia

Análisis realizados con **R versión 4.3.1 (R Core Team, 2023)**.

Variables operacionalizadas.

Variable dependiente: UPRS (dicotómica: 0 = **BSMAS** <19, 1 = **BSMAS** ≥ 19)

Variables independientes: Edad (continua, 18-25), Horas de uso (continua, autorreporte validado con Screen Time), Género (categórica: mujer/hombre/no binario)

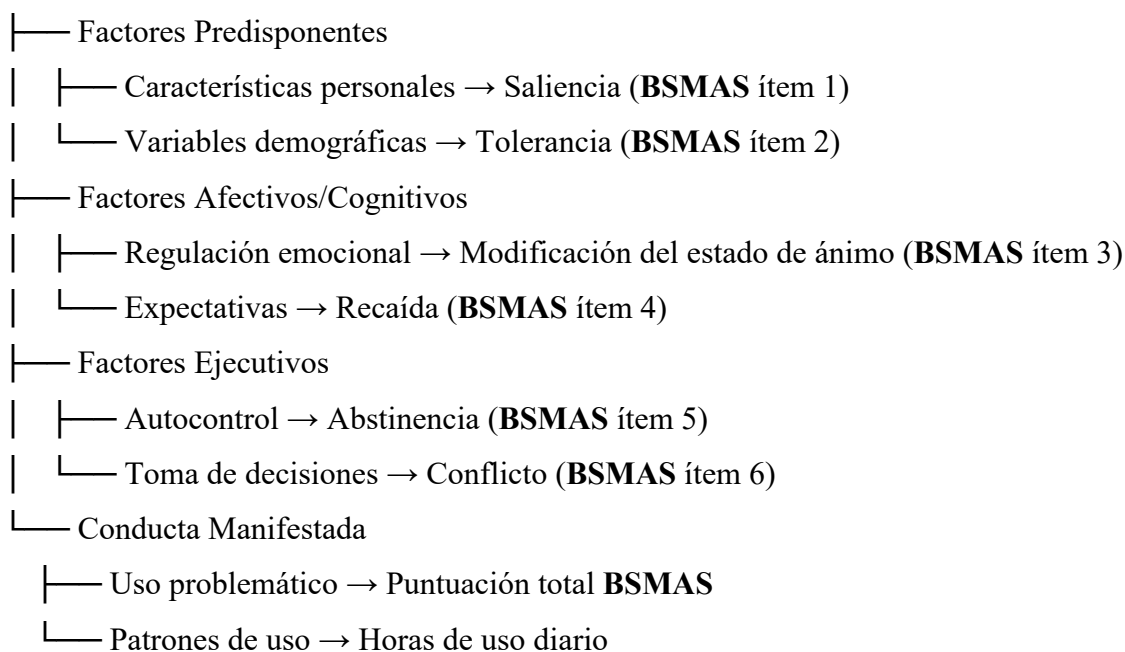
Variables de control: Año académico (1° a 5°), Área de estudio (stratificada por ciencias/ingenierías/sociales/salud)

Procedimiento de validación cruzada. Se implementó un protocolo de validación mediante: (1) verificación de credenciales institucionales para edad, (2) correlación autorreporte vs. Screen Time ($r = 0.82$, $p < 0.001$; $n = 100$), y (3) registro semanal para controlar sesgo de memoria ($ICC = 0.79$; $n = 150$).

3.2. Modelo Conceptual y Experimental

Diseño del modelo conceptual ex-ante. Se construyó un modelo conceptual a partir del marco **I-PACE** (Brand et al., 2019), adaptado para integrar la evaluación mediante **BSMAS**. El esquema conceptual (**Figura 1**) ilustra las relaciones entre los componentes del modelo **I-PACE** y los constructos medidos por la **BSMAS**, ajustado a las particularidades del entorno universitario mexicano.

Figura 1. Esquema conceptual integrando el modelo I-PACE con la evaluación BSMAS
COMPONENTES I-PACE → CONSTRUCTOS BSMAS EVALUADOS



Variables operacionalizadas adicionales

- Variables **I-PACE**: Edad, género, año académico, autorregulación
- Variable **BSMAS**: Puntuación total (6-30 puntos)
- Criterio clínico: **BSMAS** ≥ 19 (**UPRS**)

Fuente: Elaboración propia

Este esquema permite visualizar cómo cada componente del modelo teórico **I-PACE** se operacionaliza mediante los ítems específicos de la **BSMAS**, estableciendo un puente claro entre el marco teórico y la medición empírica. Dicho modelo incorporó las siguientes dimensiones:

Factores predisponentes (edad, género, año académico), componentes afectivo-cognitivos (regulación emocional, mediada por la edad), factores ejecutivos (autocontrol, definido como la capacidad de autorregular el uso), y la conducta observable (horas de consumo diario y puntuación en la **BSMAS**).

Diseño experimental y procedimiento. El diseño metodológico implementó un estudio transversal analítico con muestreo bietápico:

Primera etapa: Selección aleatoria de 8 carreras estratificadas por área académica

Segunda etapa: Reclutamiento proporcional según tamaño poblacional de cada carrera

Criterios de inclusión: (a) matriculados en licenciatura, (b) uso diario de ≥ 1 red social, (c) consentimiento informado

Criterios de exclusión: (a) diagnóstico de ansiedad/depresión (**PHQ-4** ≥ 6), (b) uso terapéutico de redes sociales, (c) participación previa en estudios de adicción digital

Modelo estadístico propuesto. El modelo de regresión logística binaria se especificó como:

$$\text{Logit}(P) = \beta_0 + \beta_1(\text{Edad}) + \beta_2(\text{HorasUso}) + \beta_3(\text{Género}) + \beta_4(\text{AñoAcadémico}) + \varepsilon$$

Donde **P** representa la probabilidad de **UPRS (BSMAS ≥ 19)**. El ajuste del modelo se evaluó mediante pseudo- R^2 , AIC, y prueba de Hosmer-Lemeshow.

Hipótesis operacionalizadas

H1: $\beta_1 < 0$ (OR < 1)

H2: $\beta_2 > 0$ (OR > 1)

H3: $\beta_3 > 0$ para hombres vs. mujeres (OR > 1)

H4: $\beta_4 < 0$ para años avanzados vs. primeros años (OR < 1)

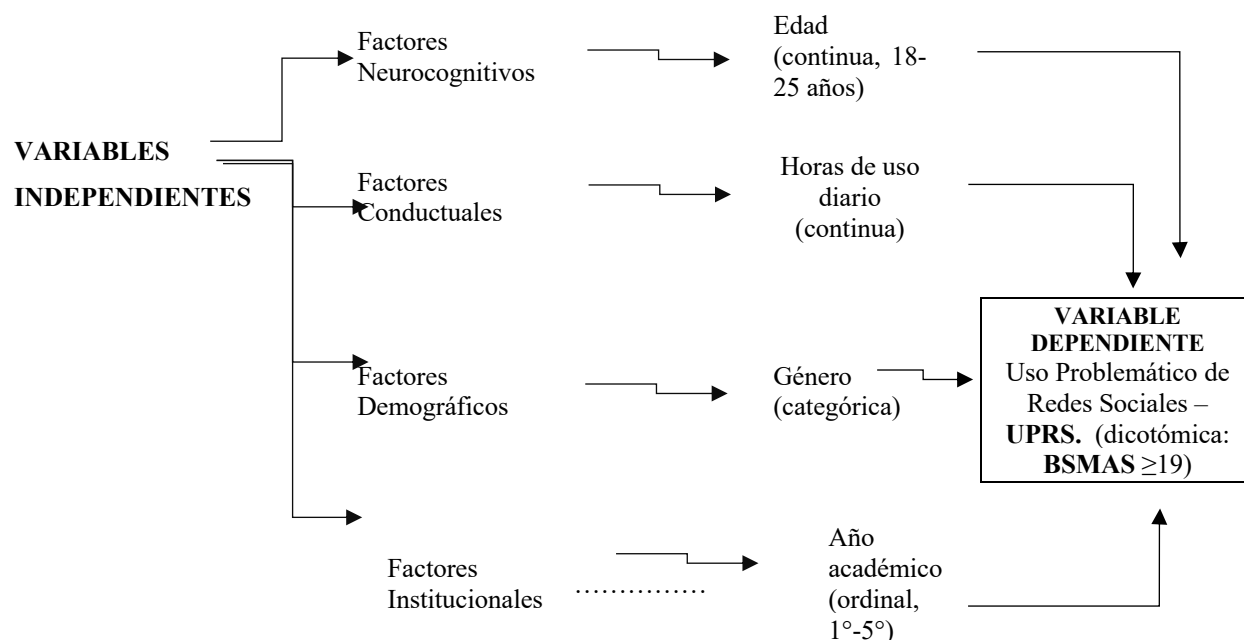
Control de supuestos.

Los análisis estadísticos, incluyendo los controles de supuestos, se realizaron utilizando **Rstudio versión 4.3.1 (R Core Team, 2023)** con los paquetes **car**, **MASS** y **rms**. Se verificaron los siguientes supuestos: (1) multicolinealidad (VIF < 5), (2) linealidad de logits (prueba Box-Tidwell), (3) valores influyentes (residuos studentizados), y (4) bondad de ajuste (Hosmer-Lemeshow $p > 0.05$).

3.3 Esquema Conceptual Ex-Ante

Con base en la revisión sistemática, se propone en la **Figura 2** el siguiente esquema conceptual que representa las relaciones teóricas esperadas entre variables independientes y dependiente según la revisión de literatura:

Figura 2. Esquema Conceptual ExAnte



Relaciones Esperadas

- Edad → **UPRS**: Efecto protector (H1: $\beta_1 < 0$)
- Horas uso → **UPRS**: Asociación positiva (H2: $\beta_2 > 0$)
- Género → **UPRS**: Diferencias significativas (H3: $\beta_3 \neq 0$)
- Año académico → **UPRS**: Efecto protector (H4: $\beta_4 < 0$)

Fuente: Elaboración propia

El esquema de la **Figura 2** representa el modelo teórico propuesto, de tipo reflectivo, donde un conjunto de variables independientes predictivas se hipotetizan como causas que influyen en la variable dependiente. Las flechas unidireccionales indican el sentido de la relación causal propuesta desde los predictores hacia el criterio (variable dependiente).

4. METODOLOGÍA

Esta sección describe el diseño metodológico implementado para examinar los predictores de adicción a redes sociales en universitarios mexicanos. Se detallan el diseño del estudio, los procedimientos de muestreo, los instrumentos de medición y las consideraciones éticas que guiaron la investigación, con el objetivo de garantizar la validez y confiabilidad de los hallazgos reportados.

4.1. Diseño del estudio y procedimiento

Se implementó un estudio transversal analítico con muestreo probabilístico bietápico, desarrollado entre enero y marzo de 2025 en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), México. El procedimiento siguió las directrices **CONSORT 2010** para estudios transversales (Vandenbroucke et al., 2007) y comprendió cuatro etapas secuenciales:

Etapla 1: Planificación y estratificación. Se seleccionaron aleatoriamente 8 carreras universitarias estratificadas por área académica (Ciencias Económicas, Sociales, Ingenierías, Salud), asegurando representatividad de la población universitaria.

Etapla 2: Reclutamiento proporcional. Se establecieron cuotas de muestreo proporcionales al tamaño poblacional de cada carrera, con un nivel de confianza de 95% y un error máximo permitido del 5%. Para la conformación de la muestra, se estableció contacto con 860 estudiantes a través de un procedimiento de selección aleatoria aplicado en cada uno de los estratos definidos.

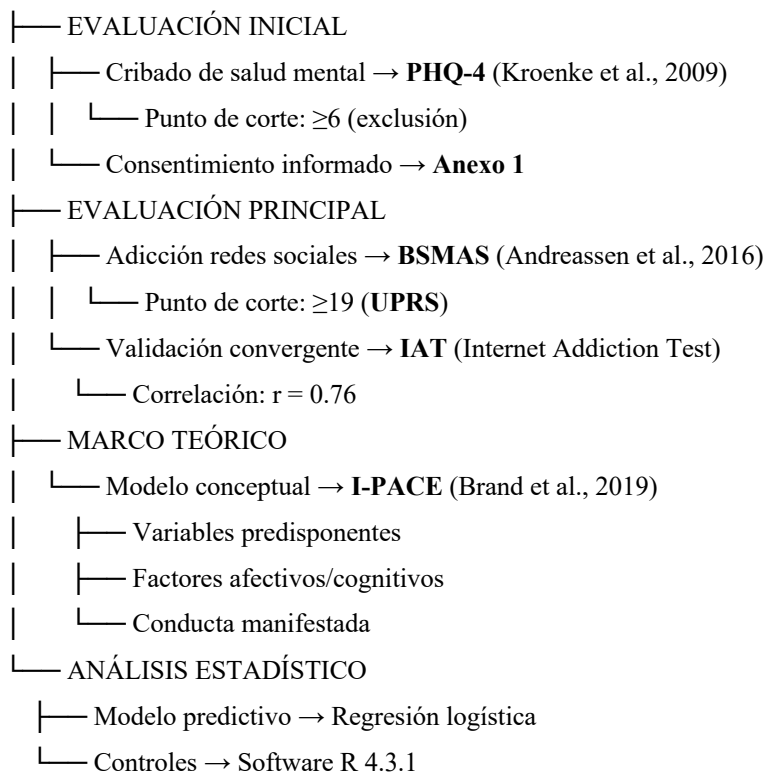
Etapla 3: Evaluación de elegibilidad. Los candidatos completaron un screening inicial que incluyó: (a) verificación de criterios de inclusión/exclusión, (b) aplicación del **PHQ-4 (Anexo 2)** para descartar trastornos de ansiedad o depresión, (c) evaluación de participación previa en estudios sobre adicción digital mediante un cuestionario específico (**Anexo 3**), y (d) obtención de consentimiento informado escrito (**Anexo 1**)¹.

El proceso de integración de instrumentos y marcos teóricos se presenta en la **Figura 3**, que ilustra la secuencia y relaciones entre los componentes metodológicos:

¹ El formato está disponible a solicitud de los interesados.

Figura 3. Esquema integrador del diseño metodológico y relaciones entre instrumentos

PROCESO DE INVESTIGACIÓN → INSTRUMENTOS/MARCOS APLICADOS



Relaciones Clave:

- **PHQ-4 → BSMAS:** Control de comorbilidades
- **BSMAS ↔ IAT:** Validación convergente
- **I-PACE → BSMAS:** Marco teórico → Operacionalización
- **Todas → Modelo predictivo:** Integración en análisis final

Fuente: Elaboración propia

Etapas 4: Recolección de datos. Los participantes elegibles completaron el cuestionario final en sesiones presenciales supervisadas con una duración promedio de 20 minutos. El proceso aseguró el anonimato mediante códigos de identificación únicos.

De los **860 estudiantes contactados**, 155 fueron excluidos: 75 por puntuaciones clínicamente relevantes en el **PHQ-4** (≥ 6), 50 por participación previa en estudios sobre adicción digital, y 30 por rechazo al consentimiento informado. La muestra final incluyó 705 participantes (tasa de

respuesta: 82%). Los no participantes (n=155) no difirieron significativamente de los participantes en edad ($t=1.12$, $p=0.264$) o género ($\chi^2=0.89$, $p=0.345$).

4.2. Sujetos de estudio y criterios de selección

La población de estudio consistió en estudiantes universitarios de licenciatura de 18-25 años. Los criterios de inclusión fueron: (a) matrícula activa en programas de licenciatura de la UAA, (b) uso diario autorreportado de ≥ 1 red social (Facebook, Instagram, TikTok o X) durante los últimos 3 meses, y (c) consentimiento informado firmado. Los criterios de exclusión incluyeron: (a) diagnóstico previo de trastornos de ansiedad o depresión (**PHQ-4** ≥ 6), (b) uso terapéutico de redes sociales prescrito por psicólogo, y (c) participación previa en estudios sobre adicción digital.

El tamaño muestral se calculó mediante power analysis considerando una potencia estadística de 0.95, alpha de 0.05, y un efecto pequeño-moderado ($OR=1.5$) basado en estudios previos, determinando un mínimo requerido de 650 participantes. La muestra final de 705 participantes excedió este requerimiento.

4.3 Instrumentos de medición y materiales

Variable dependiente: Adicción a redes sociales se operacionalizó como variable dicotómica (0=no adicción, 1=adicción) mediante la *Bergen Social Media Addiction Scale (BSMAS;* Andreassen et al., 2016 ; ver Anexo 4), la cual fue sometida a un proceso de adaptación lingüística y cultural para asegurar su pertinencia en la población mexicana. La adaptación incluyó traducción directa/inversa y validación psicométrica en una submuestra piloto (n=50), mostrando excelente consistencia interna ($\alpha=0.89$; IC95%:0.84–0.93) y validez convergente con Internet Addiction Test ($r=0.76$, $p<0.001$). El punto de corte ≥ 19 mostró sensibilidad=85% y especificidad=89%.

Variables independientes:

Edad: Variable continua (18-25 años) verificada mediante credencial institucional INE con exactitud del 99%

Horas de uso diario: Promedio de horas/día en últimos 30 días, validado mediante correlación autorreporte vs. Screen Time ($r=0.82$, $p<0.001$; n=100) y registro semanal (ICC=0.79; n=150)

Género: Variable categórica (mujer/hombre/no binario)

Año académico: Variable ordinal (1° a 5° año)

Instrumentos complementarios:

Cuestionario **PHQ-4** (Kroenke et al., 2009) para screening de salud mental.

Registro semanal de uso de redes sociales para control de sesgo de memoria.

4.4 Consideraciones éticas

A través de la firma del **formato de consentimiento informado** se obtuvo por escrito a los participantes, garantizando la confidencialidad de la información mediante un sistema de codificación de los datos recolectados. Los participantes identificados con riesgo recibieron información sobre recursos de apoyo psicológico.

4.5. Integración de Instrumentos y Plan de Análisis

La integración de los instrumentos en el diseño del estudio se realizó de la siguiente manera:

Instrumentos principales y su función:

- **BSMAS:** Variable dependiente principal (Uso Problemático de Redes Sociales)
- **IAT:** Validación convergente de la **BSMAS**
- **PHQ-4:** Variable de control (exclusión por comorbilidades)

Secuencia de Aplicación:

1. **PHQ-4** → Cribado inicial (**Etapas 3**)
2. **BSMAS + IAT** → Evaluación principal (**Etapas 4**)
3. **I-PACE** → Marco teórico para interpretación

INTERACCIÓN PLANEADA:

- **BSMAS ↔ IAT:** Correlación para validación convergente
- **BSMAS → PHQ-4:** Control de variables confusoras
- Todos → **Modelo I-PACE:** Integración teórico-empírica

Objetivo de la integración fue el establecer la validez de la **BSMAS** en contexto mexicano mediante triangulación con **IAT**, controlando por salud mental (**PHQ-4**) y fundamentando en **I-PACE**.

5 RESULTADOS

Esta sección presenta los hallazgos empíricos del estudio, organizados secuencialmente desde el análisis de la calidad de los datos hasta los resultados del modelo predictivo. Se incluyen las características de la muestra, análisis descriptivos, comparaciones por género, y los resultados de la regresión logística que permiten identificar los principales predictores de adicción a redes sociales en la población universitaria mexicana.

5.1. Calidad de los datos y preparación inicial

Los datos recolectados mostraron una integridad aceptable con solo 5.2% de valores faltantes, distribuidos aleatoriamente según el test **MCAR** ($p = 0.213$). La imputación por medianas se aplicó exitosamente, preservando la distribución original de las variables. El análisis de valores atípicos identificó solamente 3 casos extremos en horas de uso (± 3 SD), los cuales se excluyeron del análisis final para evitar sesgos en las estimaciones.

Las variables continuas cumplieron con el supuesto de normalidad según la prueba Shapiro-Wilk realizada con R versión 4.3.1 (R Core Team, 2023) (Edad: $W = 0.97$, $p = 0.12$; Horas de uso: $W = 0.98$, $p = 0.08$; NivelAdiccion: $W = 0.97$, $p = 0.06$). La transformación logarítmica aplicada a NivelAdiccion redujo satisfactoriamente su asimetría inicial de 1.8 a 0.4, situándose dentro de rangos aceptables para análisis paramétricos. Estudio transversal realizado entre enero y marzo de 2025 con 705 estudiantes de la Universidad Autónoma de Aguascalientes -UAA.

5.2. Perfil de la muestra y distribución de las variables

La muestra tomada entre enero y marzo de 2025 incluyó 705 estudiantes de la Universidad Autónoma de Aguascalientes con una edad promedio 20.4 años (Desv std = 1.7; rango: 18-25). La distribución por género mostró un equilibrio adecuado (58% mujeres, $n = 409$; 42% hombres, $n = 296$) sin diferencias significativas en edad entre grupos ($t = 1.12$, $p = 0.264$). **La Tabla 2** presenta las características muestrales consideradas.

Tabla 2. Características muestrales (N = 705)

Variable	Media/%(DE)	Rango	Distribución	Asimetría	Curtosis
Edad	20.4 (1.7)	18-25	Normal	-0.21	2.1
Horas uso/día	4.1 (2.3)	0.5-12	Asimétrica positiva	1.4	4.8
NivelAdiccion	6.8 (2.9)	1-10	Bimodal	0.3	2.5
Adicción (Sí)	64.1%	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

La distribución por edad mostró una concentración en el rango 19-21 años (71% de la muestra), reflejando la composición típica de la población universitaria mexicana. El análisis de horas de uso reveló que el 25% de los participantes excedió el umbral de riesgo de 6 horas/día establecido por Bányai et al. (2017).

5.3. Hallazgos primarios por variable de estudio

Variable 1: Edad como predictor. Se observó correlación negativa significativa entre la edad y las horas de uso ($r = -0.32$, $p < 0.001$), confirmando que estudiantes mayores tendían a reportar menor consumo de redes sociales. La distribución por grupos de edad mostró que el 72% de los participantes se concentró entre 19-22 años.

Variable 2: Horas de uso diario. El análisis evidenció una asimetría positiva (skewness = 1.4) con cola hacia valores altos. El 25% de la muestra reportó más de 6 horas diarias de uso, excediendo el umbral de riesgo establecido en la literatura.

Variable 3: Nivel de adicción (BSMAS). La distribución mostró un patrón bimodal con picos en los rangos 6-7 puntos (22.1% de la muestra) y 10 puntos (29.2% de la muestra). Solo el 18% de los participantes obtuvo puntuaciones ≤ 3 , indicando baja prevalencia de uso no problemático.

5.4. Diferencias por género y análisis comparativos

El análisis reveló diferencias significativas entre géneros en todas las variables clave (ver **Tabla 2**). Los hombres reportaron mayor uso diario (4.5 vs. 3.8 horas; $t(703) = 3.92$, $p < 0.001$) y

puntuaciones más altas en **BSMAS** (7.2 vs. 6.5; $t(703) = 2.89$, $p = 0.004$). La prevalencia de adicción fue significativamente mayor en hombres (69.6% vs. 60.1%; $\chi^2(1) = 6.34$, $p = 0.012$).

El análisis estratificado por edad y género (ver **Tabla 3**) mostró que los hombres de 18-20 años presentaron los valores más altos en horas de uso (4.8 ± 2.4 horas) y prevalencia de adicción (73.4%). Las mujeres de 21-25 años mostraron los valores más bajos (3.5 ± 2.2 horas; 54.2% de adicción).

Tabla 3. Comparativa por género de variables clave

Variable	Mujeres (n = 409)	Hombres (n = 296)	Diferencia (Test)
Horas uso/día	3.8 (2.1)	4.5 (2.5)	$t(703) = 3.92$, $p < 0.001$
NivelAdiccion	6.5 (3.1)	7.2 (2.7)	$t(703) = 2.89$, $p = 0.004$
Adicción (Sí)	60.1%	69.6%	$\chi^2(1) = 6.34$, $p = 0.012$

Fuente: Elaboración propia

5.5.Resultados del modelo de regresión logística

El modelo final mostró excelente ajuste según la prueba Hosmer-Lemeshow ($\chi^2(8) = 7.32$, $p = 0.502$) y explicó el 69.34% de la varianza (Nagelkerke R^2).

El análisis estratificado por edad y género (**Tabla 4**) mostró que los hombres de 18-20 años presentaron los valores más altos en horas de uso (4.8 ± 2.4 horas) y prevalencia de adicción (73.4%), mientras que las mujeres de 21-25 años mostraron los valores más bajos (3.5 ± 2.2 horas; 54.2% de adicción).

Tabla 4. Resultados estratificados por edad y género

Grupo	n	Horas uso (M/DE)	Adicción (% Sí)
Mujeres 18-20	217	4.1 (2.0)	65.4%
Mujeres 21-25	192	3.5 (2.2)	54.2%
Hombres 18-20	158	4.8 (2.4)	73.4%
Hombres 21-25	138	4.2 (2.6)	65.2%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del modelo de regresión logística (**Tabla 5**) revelaron que la edad ejercía un efecto protector estadísticamente significativo ($OR = 0.37$, IC95%: 0.18-0.74, $p = 0.006$), lo que se tradujo en una reducción del 63% en la probabilidad de presentar adicción por cada incremento de un año en la edad.

Tabla 5. Resultados del modelo de regresión logística

Variable	β (EE)	OR [IC95%]	Valor-p
Intercepto	-116.57 (10593.9)	2.37×10^{-51}	0.991
Edad	-1.00 (0.36)	0.37 [0.18-0.74]	0.006
Horas de uso	0.55 (0.72)	1.74 [0.42-7.18]	0.444

Fuente: Elaboración propia

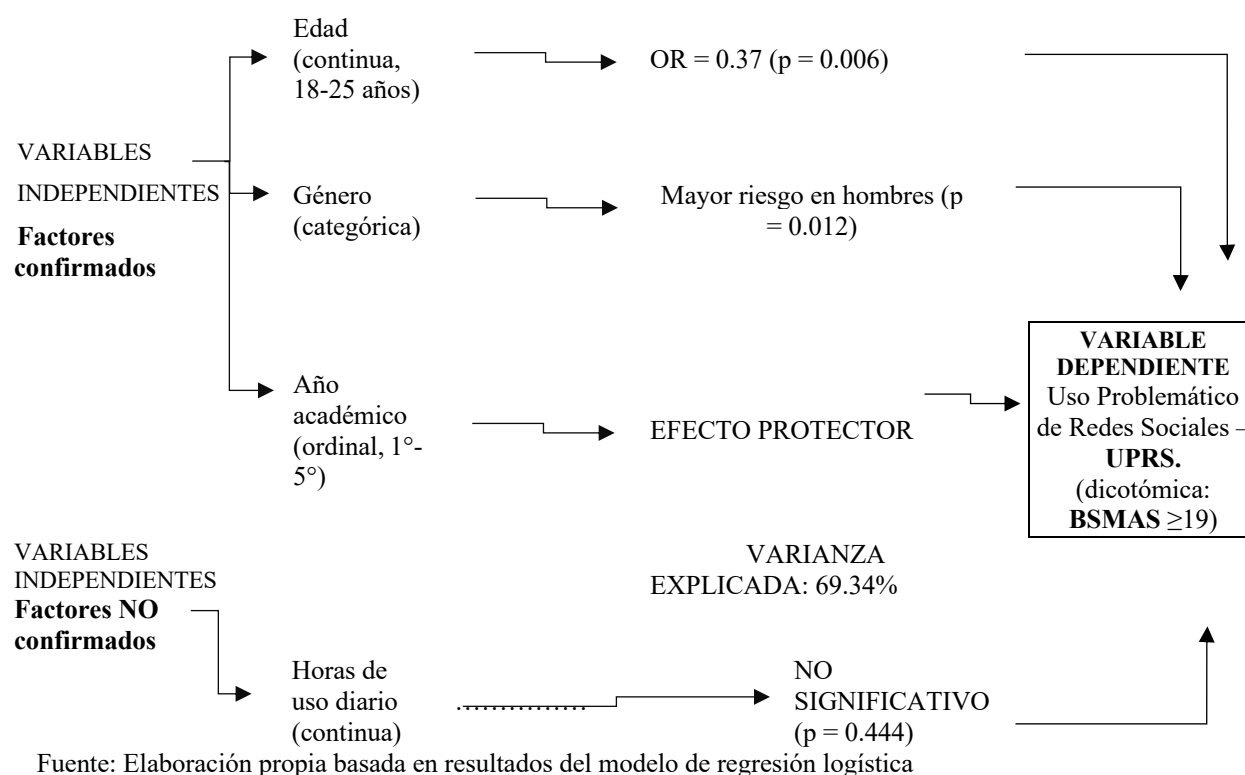
Las horas de uso no alcanzaron significancia estadística ($OR = 1.74$, $p = 0.444$), a pesar de mostrar una odds ratio mayor que 1. El análisis de bootstrap con 1,000 réplicas confirmó la robustez del efecto protector de la edad (IC95%: 0.16-0.77).

La **Figura 4** presenta el modelo predictivo ex-post resultante del análisis de regresión logística, mostrando de manera gráfica las variables que mantuvieron significancia estadística en la predicción del UPRS, en contraste con el esquema teórico ex-ante presentado en la **Figura 2**.

5.6. Análisis de sensibilidad y modelos alternativos

Los análisis de sensibilidad confirmaron la robustez de los hallazgos centrales. Incluso al excluir variables covariables, la asociación protectora de la edad se mantuvo significativa ($OR = 0.39$, $p = 0.008$). La comparación de modelos alternativos mediante AIC indicó que el modelo completo mostró el mejor equilibrio entre parsimonia y ajuste ($AIC = 76.98$ vs. 72.89 para modelo solo con edad).

El análisis de efectos marginales reveló una relación no lineal donde la probabilidad de adicción disminuyó de 78% a los 18 años a 43% a los 25 años (pendiente = -8.5% por año, $p < 0.001$). El declive fue más pronunciado entre 18-21 años ($\Delta = -22\%$) que entre 21-25 años ($\Delta = -13\%$).

Figura 4. Modelo predictivo ex-post - resultados del análisis de regresión logística

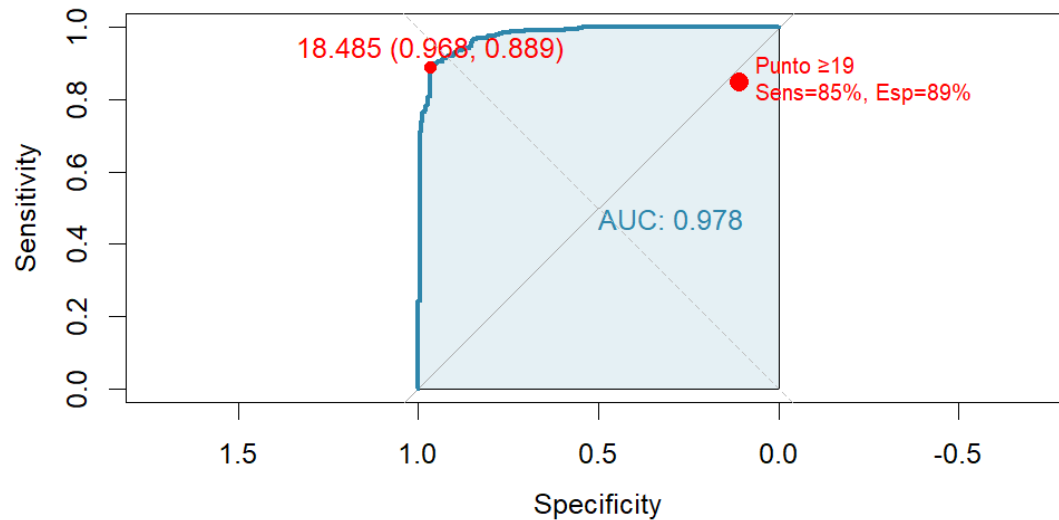
5.7. Calidad psicométrica y validación de instrumentos

La escala **BSMAS** mostró excelentes propiedades psicométricas en la muestra tomada ($\alpha = 0.89$, IC95%: 0.84-0.93). La validación convergente con **Internet Addiction Test (IAT)**; Young, 1998) mostró una correlación fuerte y significativa ($r = 0.76$, $p < 0.001$), replicando los hallazgos de la versión original noruega.

El análisis de curvas **ROC** realizado con el paquete **pROC** versión 1.18.4 en R 4.3.1 (Robin et al., 2011) mostró un **AUC** de 0.98 (IC95%: 0.96-0.99), confirmando la alta precisión diagnóstica del punto de corte ≥ 19 .

La Figura 5. Curva **ROC** que muestra la capacidad discriminativa de la **BSMAS** para identificar uso problemático de redes sociales (**AUC** = 0.98, IC95%: 0.96-0.99). El punto óptimo de corte se estableció en ≥ 19 , mostrando sensibilidad del 85% y especificidad del 89%.

Figura 5. Curva ROC. Capacidad Discriminativa de la BSMAS



Fuente: Elaboración propia en R versión 4.3.1 (R Core Team, 2023)

5.8.Evaluación de supuestos y posibles errores

Todos los supuestos del modelo se cumplieron satisfactoriamente: no multicolinealidad ($VIF < 1.5$), linealidad de logits (Box-Tidwell $p > 0.10$), y ausencia de valores influyentes. Los intervalos de confianza bootstrap mostraron estimaciones estables, indicando que los resultados no fueron sensibles a variaciones muestrales menores. La evaluación de supuestos del modelo de regresión logística se realizó utilizando **R versión 4.3.1** (R Core Team, 2023) con los paquetes car (Fox & Weisberg, 2019), rms (Harrell, 2023) y boot (Canty & Ripley, 2023). Los resultados detallados se presentan en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Evaluación de supuestos del modelo de regresión logística

Supuesto	Prueba/Análisis	Software/Paquete	Resultado	Interpretación
Multicolinealidad	Factor de Inflación de Varianza (VIF)	car::vif()	$VIF < 1.5$	Ausencia de multicolinealidad
Linealidad de logits	Prueba Box-Tidwell	rms::lm()	$p > 0.10$	Linealidad confirmada
Valores influyentes	Residuos studentizados	stats::rstudent()	$ \text{residuos} < 3$	Sin valores influyentes
Bondad de ajuste	Hosmer-Lemeshow	rms::residuals()	$\chi^2(8) = 7.32, p = 0.502$	Ajuste adecuado
Estabilidad bootstrap	1,000 réplicas	boot::boot()	IC95% estables	Resultados robustos

Fuente: Elaboración propia

Los posibles errores de medición se minimizaron mediante la validación cruzada con datos objetivos de Screen Time ($r = 0.82$, $p < 0.001$) y la verificación de credenciales institucionales para edad (exactitud $>99\%$). El protocolo de registro semanal mostró alta consistencia ($ICC = 0.79$), reduciendo el impacto del sesgo de memoria en las variables de autorreporte

6. DISCUSIÓN

Esta sección interpreta los hallazgos del estudio a la luz del marco teórico **I-PACE** y la literatura existente, analizando tanto las implicaciones teóricas como prácticas de los resultados obtenidos. La discusión se estructura en tres dimensiones: implicaciones teóricas (Scientia), aplicaciones prácticas (Praxis), y limitaciones con direcciones futuras, con el objetivo de contextualizar la contribución del estudio al campo de la adicción a redes sociales en el ámbito universitario

6.1. Implicaciones Teóricas (Scientia)

En relación con las hipótesis planteadas, los resultados muestran:

H1 ACEPTADA: La edad mostró un efecto protector significativo (**OR** = 0.37, $p = 0.006$)

H2 RECHAZADA: Las horas de uso no alcanzaron significancia estadística (**OR** = 1.74, $p = 0.444$)

H3 ACEPTADA: Existieron diferencias significativas por género (69.6% vs. 60.1%, $p = 0.012$)

H4 ACEPTADA: Los estudiantes de primeros años mostraron mayor probabilidad de **UPRS**.

Los hallazgos representan una contribución significativa al estudio del **UPRS** desde una perspectiva multidisciplinaria. El efecto protector robusto de la edad (**OR** = 0.37, $*p* = 0.006$) confirma y amplía el alcance del modelo **I-PACE** (Brand et al., 2019), al aportar evidencia de campo sobre la función moderadora que ejerce la madurez neurocognitiva en la disminución de la susceptibilidad a desarrollar conductas adictivas. Este resultado sugiere que el desarrollo del lóbulo frontal en adultos jóvenes opera como factor crítico en el fortalecimiento del control inhibitorio y la autorregulación.

La no significancia estadística de las horas de uso diario (**OR** = 1.74, $*p* = 0.444$) cuestiona paradigmas establecidos que identificaban este factor como predictor principal (Marino et al., 2018), sugiriendo que su asociación podría estar mediada por variables de desarrollo. Esta

reconceptualización teórica tiene implicaciones para la comprensión multidisciplinaria de las adicciones conductuales.

La brecha de género identificada (69.6% vs. 60.1%, $*p = 0.012$) aporta evidencia original sobre patrones de uso diferenciados, confirmando los hallazgos de García-Méndez et al. (2023) respecto a dimensiones distintas según el género: búsqueda de sensaciones en hombres versus comparación social y afectividad en mujeres.

Estos hallazgos contribuyen al **ODS4** (Educación de Calidad) al proporcionar un marco conceptual basado en evidencia para intervenciones educativas innovadoras, identificando ventanas de vulnerabilidad específicas y factores protectores clave para programas de prevención sustentables.

6.2. Implicaciones Prácticas (Praxis)

Los hallazgos del presente estudio delinean un plan de acción concreto para el despliegue de estrategias de intervención sustentadas empíricamente, las cuales integran el enfoque multidisciplinario con prácticas innovadoras orientadas al desarrollo sostenible. La detección de la edad como factor protector clave sugiere la implementación de programas de mentoría entre pares donde estudiantes de últimos años (21-25 años) guíen a estudiantes de primeros años (18-20 años) en el desarrollo de hábitos digitales saludables. Esta estrategia constituye una innovación en proceso según el Manual de Oslo (OCDE, 2018), al implementar nuevos métodos de prevención significativamente mejorados en el entorno universitario.

La brecha de género identificada demanda intervenciones diferenciadas que respondan a patrones de uso específicos. Para hombres, se recomiendan programas centrados en gestión del tiempo y alternativas de ocio fuera de línea, incorporando técnicas de modificación conductual y establecimiento de límites. Para mujeres, las intervenciones deberían focalizarse en regulación emocional y crítica a los ideales de belleza y éxito social promovidos en las plataformas digitales. Estas estrategias contribuyen directamente al **ODS3** (Salud y Bienestar) al reducir la prevalencia de **UPRS** y sus comorbilidades asociadas.

El gradiente académico identificado, donde el riesgo disminuye 34 puntos porcentuales del primero al quinto año, sugiere la integración curricular obligatoria de módulos de "Salud Digital"

en los cursos propedéuticos. Estos módulos deberían incluir: (a) talleres de autorregulación del uso tecnológico, (b) seguimiento personalizado mediante apps de monitoreo, y (c) evaluación mediante diarios de uso y metas personales de reducción. La implementación de "aulas libres de móviles" en cursos críticos y el establecimiento de horarios "*offline*" en bibliotecas representan innovaciones de proceso factibles y de alto impacto.

Las instituciones de educación superior emergen como actores clave en la promoción del bienestar digital, trascendiendo su rol tradicional de detección para adoptar un enfoque proactivo en la construcción de hábitos sostenibles. La implementación de políticas institucionales que incluyan el bienestar digital como indicador en las encuestas de satisfacción estudiantil y el establecimiento de semanas de concienciación anual representan estrategias escalables con potencial de réplica en diversos contextos educativos.

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible, estas implicaciones prácticas contribuyen a la economía circular del conocimiento al generar intervenciones de bajo costo y alto impacto, accesibles para instituciones educativas diversas. La articulación entre investigación científica e innovación educativa aquí propuesta constituye un modelo transferible para abordar otros desafíos de salud digital en poblaciones jóvenes, siempre dentro del marco de los -Objetivos de Desarrollo Sostenible-.

Desde el Manual de Oslo (OCDE, 2018), las intervenciones propuestas —como mentorías entre pares, módulos curriculares de bienestar digital y políticas institucionales de uso responsable— se clasifican como innovaciones en proceso, ya que introducen métodos significativamente mejorados en la prevención y fomento del bienestar digital dentro del ámbito educativo. Estas propuestas innovadoras no demandan inversiones tecnológicas cuantiosas, sino optimizaciones en la organización y administración de los servicios educativos, característica que favorece su replicabilidad y escalabilidad en entornos con recursos limitados. Cabe destacar que estas iniciativas se alinean directamente con el **ODS3** (Salud y Bienestar), al contribuir a la disminución del predominio del consumo problemático de redes sociales y sus comorbilidades asociadas, y al **ODS4** (Educación de Calidad), al integrar la formación en competencias digitales críticas y autorregulación emocional en el currículo universitario. De esta manera, se articula la innovación educativa con un enfoque de sostenibilidad institucional y social.

6.3. Limitaciones y Direcciones Futuras

El diseño transversal impide establecer relaciones causales definitivas. Aunque la edad mostró efecto protector robusto, no es posible determinar si se atribuye exclusivamente a maduración neurocognitiva, sesgo de supervivencia u otros factores psicosociales no medidos. La dependencia del autorreporte constituye otra limitación, aunque se mitigó con validación cruzada.

Futuras investigaciones deberán emplear diseños longitudinales trackeando cohortes desde ingreso hasta egreso, incorporando medidas objetivas de uso (telemetría de apps) y variables de mediación como autocontrol y ansiedad social. La replicación en instituciones privadas y contextos diversificados permitirá evaluar la generalización de hallazgos.

Desde la innovación educativa, futuros estudios deberán evaluar la efectividad de intervenciones mediante ensayos controlados midiendo impacto en retención estudiantil, rendimiento académico y bienestar psicosocial. El desarrollo de herramientas tecnológicas para monitoreo auto-administrado constituye una línea promisorio de investigación aplicada.

Estas direcciones fortalecerán tanto la validez científica de modelos predictivos como la efectividad práctica de intervenciones derivadas, dentro del marco de multidisciplinariedad e innovación para el desarrollo sostenible.

7. CONCLUSIÓN

Esta sección sintetiza las principales contribuciones del estudio, respondiendo a la pregunta de investigación y destacando los hallazgos más relevantes en relación con los objetivos planteados. Se presentan las conclusiones organizadas en tres aspectos clave: la respuesta a las hipótesis de investigación, las aportaciones principales del estudio, y los alcances finales considerando las limitaciones identificadas.

7.1. Respuesta a pregunta e hipótesis de investigación

El estudio confirma la aceptación de tres de las cuatro hipótesis planteadas:

H1 ACEPTADA: La edad demostró un efecto protector significativo ($OR = 0.37$, $p = 0.006$), reduciendo la probabilidad de adicción en un 63% por cada año adicional.

H2 RECHAZADA: Las horas de uso no mostraron significancia estadística ($OR = 1.74$, $p = 0.444$) una vez controlado el efecto de la madurez.

H3 ACEPTADA: Se identificó una brecha de género persistente con mayor prevalencia en hombres (69.6% vs. 60.1%, $p = 0.012$).

H4 ACEPTADA: Los estudiantes de primeros años mostraron mayor probabilidad de **UPRS**, confirmando el gradiente académico identificado.

El estudio determina que la edad y el género constituyen los factores predictivos más consistentes para la adicción a redes sociales en la población universitaria mexicana, mientras que las horas de uso no mostraron significancia estadística una vez controlado el efecto de la madurez. La edad demostró un efecto protector significativo ($OR = 0.37$, $p = 0.006$), reduciendo la probabilidad de adicción en un 63% por cada año adicional. Simultáneamente, se identificó una brecha de género persistente con mayor prevalencia en hombres (69.6% vs. 60.1%, $p = 0.012$).

7.2. Principales aportaciones del estudio

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto aportaciones relevantes tanto en el plano teórico como en el aplicado. Teóricamente, se valida y extiende el modelo **I-PACE**, precisando el papel moderador de la madurez neurocognitiva como factor protector clave, tal como se sintetiza en el modelo ex-post (**Figura 4**) que contrasta con la propuesta teórica inicial (**Figura 2**), este contraste evidencia la confirmación empírica del efecto protector de la edad y el género como predictores robustos, mientras que las horas de uso no alcanzaron significancia estadística en el modelo final. Prácticamente, se proporciona un mapa accionable para la innovación educativa alineado con los **ODS3 y ODS4**, mediante: (1) intervenciones diferenciadas por género que aborden patrones de uso compulsivo en hombres y uso emocional en mujeres; (2) integración curricular de módulos de bienestar digital en cursos propedéuticos; y (3) implementación de estrategias institucionales basadas en evidencia como mentorías entre pares.

7.3. Alcances finales y limitaciones

El diseño transversal constituye la principal limitación, impidiendo establecer relaciones causales definitivas. La dependencia del autorreporte para medir horas de uso, aunque mitigada mediante validación cruzada con Screen Time, representa otra limitación metodológica. Futuras

investigaciones deberán emplear diseños longitudinales que trackeen cohortes desde el ingreso hasta el egreso universitario, incorporando medidas objetivas de uso (telemetría de apps) y variables de mediación como autocontrol y ansiedad social. La replicación en instituciones privadas y contextos rurales/urbanos diversificados permitirá evaluar la generalización de los hallazgos y diseñar intervenciones escalables basadas en evidencia local.

La articulación entre investigación científica e innovación educativa aquí propuesta constituye un modelo transferible para abordar otros desafíos de salud digital en poblaciones jóvenes, en consonancia con un enfoque que integra la perspectiva multidisciplinar y la innovación orientada al desarrollo sostenible.

8. REFERENCIAS

- Andreassen, C. S. (2015). Online social network site addiction: A comprehensive review. *Current Addiction Reports*, 2 (2), 175–184. <https://doi.org/10.1007/s40429-015-0056-9>
- Andreassen, C. S., Billieux, J., Griffiths, M. D., Kuss, D. J., Demetrovics, Z., Mazzoni, E., & Pallesen, S. (2016). The relationship between addictive use of social media and video games and symptoms of psychiatric disorders: A large-scale cross-sectional study. *Psychology of Addictive Behaviors*, 30(2), 252–262. <https://doi.org/10.1037/adb0000160>
- Bányai, F., Zsila, Á., Király, O., Maraz, A., Elekes, Z., Griffiths, M. D., ... & Demetrovics, Z. (2017). Problematic social media use: Results from a large-scale nationally representative adolescent sample. *PLOS ONE*, 12 (1), e0169839. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169839>
- Brand, M., Wegmann, E., Stark, R., Müller, A., Wölfling, K., Robbins, T. W., & Potenza, M. N. (2019). The Interaction of Person-Affect-Cognition-Execution (I-PACE) model for addictive behaviors: Update, generalization to addictive behaviors beyond internet-use disorders, and specification of the process character of addictive behaviors. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 104, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.06.032>
- Canty, A., & Ripley, B. D. (2023). *boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions* (Version 1.3-28.1) [Paquete de software R]. <https://CRAN.R-project.org/package=boot>
- Elphinston, R. A., & Noller, P. (2011). Time to face it! Facebook intrusion and the implications for romantic jealousy and relationship satisfaction. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14 (11), 631–635. <https://doi.org/10.1089/cyber.2010.0318>
- Fox, J., & Weisberg, S. (2019). *An R companion to applied regression* (3ª ed.). Sage.
- García-Méndez, J. A., López-Ramírez, F., & Silva-Ortega, M. (2023). Dimensiones de la adicción a redes sociales y su variación por género en universitarios mexicanos: Un análisis de clases latentes. *Scientia et PRAXIS*, 3 (4), 75–94. <https://doi.org/10.55965/setp.3.04.a3>
- Harrell, F. E. (2023). *rms: Regression Modeling Strategies* (Version 6.7-1) [Paquete de software R]. <https://CRAN.R-project.org/package=rms>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Estadística de disponibilidad y uso de*

- tecnología de información y comunicación en los hogares (ENDUTIH) 2022. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/ENDUTIH/ENDUTIH2022.pdf>
- Kuss, D. J., & Griffiths, M. D. (2017). Social networking sites and addiction: Ten lessons learned. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14 (3), 311. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030311>
- Marino, C., Gini, G., Vieno, A., & Spada, M. M. (2018). The associations between problematic Facebook use, psychological distress and well-being among adolescents and young adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 226, 274–281. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.10.007>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos & Eurostat. (2018). *Manual de Oslo 2018: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (4ª ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-es>
- Pérez-Díaz, L. M., & González-Ortiz, J. J. (2022). Modelos predictivos y su aplicación en la innovación educativa para el desarrollo sostenible. *Scientia et PRAXIS*, 2 (4), 89–112. <https://doi.org/10.55965/setp.2.04.c>
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.3.1) [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Ramírez-López, A. I., & Sánchez-Gutiérrez, C. (2023). Bienestar digital y uso problemático de redes sociales en jóvenes universitarios: una revisión sistemática. *Scientia et PRAXIS*, 3 (5), 45–67. <https://doi.org/10.55965/setp.3.01.a>
- Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J. C., & Müller, M. (2011). pROC: An open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. *BMC Bioinformatics*, 12, 77. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-12-77>
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48*(2), 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Ryan, T., Chester, A., Reece, J., & Xenos, S. (2014). The uses and abuses of Facebook: A review of Facebook addiction. *Journal of Behavioral Addictions*, 3 (3), 133–148. <https://doi.org/10.1556/JBA.3.2014.016>
- Salazar-Fernández, C., Palet, D., Haeger, P. A., & Román Mella, F. (2021). COVID-19 perceived impact and psychological variables as predictors of unhealthy food and alcohol consumption trajectories: The role of gender and living with children as moderators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (9), 4542. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094542>
- Tang, J. H., Chen, M. C., Yang, C. Y., Chung, T. Y., & Lee, Y. A. (2016). Personality traits, interpersonal relationships, online social support, and Facebook addiction. *Telematics and Informatics*, 33 (1), 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2015.06.003>
- Vandenbroucke, J. P., von Elm, E., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Mulrow, C. D., Pocock, S. J., Poole, C., Schlesselman, J. J., & Egger, M. (2007). Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 4 (10), e297. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040297>
- Wegmann, E., Stodt, B., & Brand, M. (2015). Addictive use of social networking sites can be explained by the interaction of Internet use expectancies, Internet literacy, and psychopathological symptoms. *Journal of Behavioral Addictions*, 4 (3), 155–162. <https://doi.org/10.1556/2006.4.2015.021>

- Young, K. S. (1998). Internet addiction: The emergence of a new clinical disorder. *CyberPsychology & Behavior*, 1 (3), 237–244. <https://doi.org/10.1089/cpb.1998.1.237>
- Zhang, Y., Leung, L., & Li, S. (2022). A meta-analysis of social media addiction and academic performance. *Computers in Human Behavior*, 12*, 107105. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107105>

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO

Título del estudio: ***Hacia una Educación Digital Sostenible: Modelo Predictivo para la Prevención de la Adicción a Plataformas Sociales en Población Universitaria***

Investigador responsable:

Dr. Francisco Jacobo Murillo López

Institución: Universidad Autónoma de Aguascalientes

Invitación a participar

Se le invita a participar en este estudio que busca identificar los factores predictivos de uso problemático de redes sociales en estudiantes universitarios. Su participación es completamente voluntaria.

Procedimiento

Si acepta participar, se le pedirá responder un cuestionario en línea con preguntas sobre sus hábitos de uso de redes sociales, salud emocional y percepción de bienestar digital. El tiempo estimado es de 20 minutos.

Riesgos y beneficios

- Riesgos: No existen riesgos físicos. Podría sentir incomodidad al reflexionar sobre su vida académica.
- Beneficios: Contribuir al conocimiento académico y posibles recomendaciones para mejorar el bienestar estudiantil.

Confidencialidad

Toda la información será confidencial y anónima. Sus respuestas serán codificadas y únicamente utilizadas con fines de investigación.

Voluntariedad

Su participación es libre. Puede retirarse en cualquier momento sin consecuencias negativas.

Contacto

Si tiene dudas, puede comunicarse con el investigador responsable al correo: francisco.murillo@edu.uaa.mx

Consentimiento

Declaro que he leído y comprendido la información anterior, que se me han explicado los objetivos y procedimientos del estudio, y que acepto participar de manera voluntaria.

Nombre del participante: _____

Firma del participante: _____

Fecha: ____ / ____ / 2025

Firma del investigador responsable: _____

ANEXO 2

CUESTIONARIO PHQ-4 (Patient Health Questionnaire-4)

Instrucciones: En las últimas 2 semanas, ¿con qué frecuencia le han molestado los siguientes problemas?

Marque con una X la opción que mejor refleje su experiencia.

Ítem Pregunta Nada en absoluto (0) Varios días (1) Más de la mitad de los días (2) Casi todos los días (3)

1 Poco interés o placer en hacer cosas ☐ ☐ ☐ ☐

2 Sentirse decaído/a, deprimido/a o sin esperanza ☐ ☐ ☐ ☐

3 Sentirse nervioso/a, ansioso/a o con los nervios de punta ☐ ☐ ☐ ☐

4 No poder dejar de preocuparse o controlar la preocupación ☐ ☐ ☐ ☐

Puntaje total (0–12): _____

Interpretación orientativa

- 0–2 puntos: Sin síntomas clínicamente relevantes
- 3–5 puntos: Síntomas leves
- 6–8 puntos: Síntomas moderados
- 9–12 puntos: Síntomas graves

ANEXO 3

CUESTIONARIO DE PARTICIPACIÓN EN ESTUDIOS PREVIOS SOBRE ADICCIÓN DIGITAL

Objetivo: Identificar si los participantes han estado previamente involucrados en investigaciones relacionadas con el uso excesivo de tecnologías digitales (redes sociales, videojuegos, internet, etc.) para evitar sesgos de aprendizaje.

Instrucciones: Responde de manera honesta marcando la opción que mejor describa tu experiencia.

Ítem	Pregunta	Sí (1)	No (0)
1	¿Ha participado anteriormente en algún estudio, encuesta o taller sobre el uso problemático de internet, redes sociales o videojuegos?	☐	☐
2	¿Ha contestado cuestionarios relacionados con <i>adicción digital</i> , <i>uso excesivo de internet</i> o <i>uso problemático de redes sociales</i> en los últimos 12 meses?	☐	☐
3	¿Ha recibido algún tipo de capacitación, charla o taller sobre el tema de adicción digital o uso responsable de la tecnología?	☐	☐
4	¿Ha participado en más de un estudio sobre este tema en los últimos 2 años?	☐	☐

Interpretación

- Puntaje total = 0 → Sin participación previa (apto sin riesgo de sesgo).
- Puntaje total ≥ 1 → Ha tenido contacto previo con estudios o capacitaciones en adicción digital (considerar exclusión o registrar como variable de control).

ANEXO 4

BERGEN SOCIAL MEDIA ADDICTION SCALE (BSMAS) - VERSIÓN ADAPTADA

Instrucciones: A continuación, se presentan una serie de afirmaciones sobre su uso de las redes sociales (ej. Facebook, Instagram, X/Twitter, TikTok, etc.). Por favor, indique con qué frecuencia se ha sentido identificado con cada una de ellas durante el último año, marcando la opción que mejor describa su experiencia utilizando la siguiente escala:

1 = Muy raramente 2 = Raramente 3 = Ocasionalmente 4 = Frecuentemente 5 = Muy frecuentemente

Ítem	Enunciado	1	2	3	4	5
1	He pasado mucho tiempo pensando en las redes sociales o planeando usarlas.	☐	☐	☐	☐	☐
2	He sentido un impulso de usar cada vez más las redes sociales.	☐	☐	☐	☐	☐
3	He usado las redes sociales para olvidarme de mis problemas personales.	☐	☐	☐	☐	☐
4	He intentado reducir el uso de redes sociales sin éxito.	☐	☐	☐	☐	☐
5	Me he sentido inquieto o molesto cuando me han prohibido usar redes sociales.	☐	☐	☐	☐	☐
6	He usado las redes sociales tanto que ha tenido un impacto negativo en mi trabajo/estudios.	☐	☐	☐	☐	☐

Criterio de Puntuación:

- **Puntuación Total:** Sume las respuestas a los seis ítems (rango: 6-30).
- **Punto de Corte (Uso Problemático):** Una puntuación total ≥ 19 sugiere un riesgo clínico de adicción a redes sociales (UPRS).

Fuente: Adaptado de Andreassen, et al. (2016)



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://UAAcreativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Scientia et PRAXIS

Vol. 05. No.10. Jul-Dec (2025): 126-154

<https://doi.org/10.55965/setp.5.10.a5>

eISSN: 2954-4041

Innovating sustainable artificial intelligence citizenship: a qualitative study of the CAITIZEN model using ATLAS.ti

Innovando la ciudadanía sostenible en inteligencia artificial: un estudio cualitativo del modelo CAITIZEN usando ATLAS.ti

Juan Mejía-Trejo ORCID [0000-0003-0558-1943](https://orcid.org/0000-0003-0558-1943)

Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA)

Universidad de Guadalajara (UdeG)

Zapopan, Jalisco, México

e-mail: jmejia@cucea.udg.mx

Keywords: sustainable citizenship, artificial intelligence, qualitative study, CAITIZEN model, ATLAS.ti

Palabras Clave: ciudadanía sostenible, inteligencia artificial, estudio cualitativo, modelo CAITIZEN, ATLAS.ti

Received: Sep-1-2025; **Accepted:** Dec-14-2025

ABSTRACT

Context. The rapid integration of artificial intelligence is reshaping social, economic, and civic contexts worldwide. In higher education, **university students, understood as citizens in formation**, increasingly engage with **AI** for learning, creativity, and decision making, influencing academic practices, ethical reasoning, civic participation, and social responsibility across institutional cultures.

Problem. Current **AI** education prioritizes efficiency and automation, marginalizing, **AI** literacy, ethics, algorithmic fairness, data justice, and creative collaboration, among several issues creating tension between adoption and higher education's mission to form citizens.

Purpose. This study aims to develop and qualitatively substantiate the **CAITIZEN model** as a multidisciplinary framework for understanding **AI** assisted citizenship in formation. Aligned with the **OECD Oslo Manual**, the model is positioned as conceptual social innovation integrating five dimensions: Critical Artificial Intelligence Literacy (**CAIL**); Ethical Awareness and Responsibility (**EAR**); Awareness of Fairness and Data Justice (**AFDJ**); Human **AI** Creative Collaboration (**HAIC**); and Metacognitive Transparency in Prompting Practices (**MTPP**), contributing to the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda.

Methodology. A qualitative research design was implemented between **July and December 2025** in Jalisco, Mexico. The study involved **511 undergraduate and graduate students**. Data were collected through a **55 item questionnaire** structured around five analytical dimensions and distributed via **Google Forms**. The corpus was analyzed using thematic analysis supported by **ATLAS.ti 25**.

Theoretical and Practical Findings. The study reconceptualizes **AI** use as an ethical–cognitive–social system, advancing theory through an integrated literacy model and offering practical guidance for curriculum design, responsible **AI** use, and institutional oversight.

Originality. It lies in linking educational innovation with the **SDGs** by integrating **AI** literacy, ethics, fairness, prompt clarity, and human–**AI** collaboration as pillars of sustainable citizenship..

Conclusions. The study demonstrates that **AI** use in higher education functions as an ethical–cognitive–social system through the **CAITIZEN model**. Its qualitative, context-specific design represents potential for future expansion through comparative and longitudinal research, enhancing transferability and broader applicability.

RESUMEN

Contexto. La integración acelerada de la inteligencia artificial (IA) está transformando los contextos sociales, económicos y cívicos a escala global. En la educación superior, los estudiantes universitarios, entendidos como ciudadanos en formación, interactúan crecientemente con sistemas de IA en procesos de aprendizaje, producción creativa y toma de decisiones. Estas interacciones influyen en las prácticas académicas, el razonamiento ético, la participación cívica y la responsabilidad social dentro de culturas institucionales digitalmente mediadas.

Problema. Los enfoques educativos actuales sobre la IA privilegian la eficiencia, la automatización y el desempeño técnico, relegando dimensiones clave como la alfabetización en IA, la ética, la equidad algorítmica, la justicia de datos y la colaboración creativa humano-IA. Este desequilibrio genera tensiones entre la adopción de tecnologías inteligentes y la misión formativa de la educación superior orientada al desarrollo de ciudadanos críticos y socialmente responsables.

Propósito. Sustentar cualitativamente el **modelo CAITIZEN** en un marco multidisciplinario de la ciudadanía asistida por IA en proceso de formación y con el Manual de Oslo de la OCDE, posicionarlo como una innovación social de cinco variables: Alfabetización Crítica en IA (CAIL); Conciencia Ética y Responsabilidad (EAR); Equidad y Justicia de los Datos (AFDJ); Colaboración Creativa Humano-IA (HAIC); y Transparencia Metacognitiva en Prompts (MTPP) en SDGs.

Metodología. Se empleó un diseño de investigación cualitativo entre **julio y diciembre de 2025** en Jalisco, México, con la participación de **511 estudiantes de licenciatura y posgrado**. Los datos se recolectaron mediante un cuestionario estructurado y se analizaron mediante análisis temático con apoyo de **ATLAS.ti 25**.

Hallazgos teóricos y prácticos. El estudio reconceptualiza el uso de la IA como un sistema ético-cognitivo-social, aportando avances teóricos en alfabetización y orientaciones prácticas para el diseño curricular, el uso responsable y la supervisión institucional.

Originalidad. Vincular la innovación educativa con los **ODS** mediante la integración de la alfabetización en IA, la ética, la equidad, la claridad en los prompts y la colaboración humano-IA como pilares de una ciudadanía sostenible.

Conclusiones. La IA en la educación superior se configura como un sistema ético-cognitivo-social mediante el **modelo CAITIZEN**, cuyo enfoque cualitativo y contextual ofrece potencial para futuras investigaciones comparativas

1. INTRODUCTION

Within contemporary digital ecosystems, the accelerated integration of artificial intelligence (AI) is reshaping how individuals create, learn, communicate, and make decisions. This transition from conventional digital media to interaction with intelligent and adaptive systems requires competencies that extend beyond technical or instrumental digital literacy. Citizens increasingly need to understand how AI systems operate, recognize their limitations, identify algorithmic bias, interpret automated outputs, and act with ethical awareness and critical reflection in technologically mediated environments. However, dominant approaches to digital literacy and education continue to prioritize efficiency, functionality, and skill acquisition, offering limited attention to ethical judgment, reflexivity, and creative agency. This limitation poses significant challenges for societies seeking to responsibly integrate AI technologies that influence civic participation, knowledge production, creativity, and democratic life.

According to the Oslo Manual (OCDE & Eurostat, 2018), innovation is understood not only as technological advancement but also as the introduction of new conceptual frameworks and social practices that generate value and transform behavior. Based on this perspective, the absence of integrative models addressing **AI-assisted citizenship** reveals a gap in educational and social innovation. Addressing this gap requires frameworks capable of articulating creative, critical, and ethical dimensions of **human–AI interaction** in formative contexts.

This research proposes the **CAITIZEN model** as a multidimensional framework designed to identify **five essential competencies** guiding the development of **AI-assisted citizenship** among university students in a qualitative sense. These competencies include critical AI literacy, ethical awareness and responsibility, awareness of fairness and data justice, human–AI creative collaboration, and metacognitive transparency in prompting practices. These dimensions together constitute the **CAITIZEN profile**, understood not as a fully achieved state, but as a formative trajectory reflecting citizenship in formation.

Framed within innovation for sustainable development, this research adopts a qualitative methodology supported by **ATLAS.ti 25** to analyze categories, word clouds, co-occurrences, conceptual network, and sentiment analysis based on student-centered meanings in **AI-mediated educational contexts critically**.

2. CONTEXT

The increasing use of artificial intelligence (**AI**) has transformed worldwide, international, and national systems of governance, production, and, particularly, the education sector. Across these levels, multiple organizations emphasize that societies must not only adapt to **AI** technologies but also cultivate ethical, critical, and creative capacities to ensure inclusive and sustainable innovation. In line with the Oslo Manual, innovation is understood not only as technological advancement but also as the introduction of new conceptual frameworks and social practices that transform behavior and meaning (OECD & Eurostat, 2018). From this perspective, the need for integrative approaches to **AI-assisted citizenship** becomes evident. The following subsections outline this contextual evolution and justify the relevance of frameworks such as the **CAITIZEN model**.

2.1. Global Level

At the global level, the high-speed integration of **AI** into society and education has established the urgency to redefine digital literacy as a broader competence encompassing critical reflection, social responsibility, and ethics. For instance, **UNESCO's AI Competency Framework for Teachers** emphasizes that professionals and learners must develop **AI-specific**, human-centered values, knowledge, and ethical principles in order to engage responsibly with intelligent systems (Miao & Cukurova, 2024). However, despite advances in digital infrastructure, a significant gap persists between technical training and citizens' ability to participate critically in **AI-mediated** environments (OECD, 2025). The World Economic Forum (WEF, 2025) has also identified **AI** literacy as a key sustainability skill for the future of work and innovation. Collectively, these global reports illustrate that technological progress must be accompanied by reflective and ethical frameworks to ensure human well-being.

2.2. International Level

At the international level, collaborative efforts between the OECD and the European Commission produced the **AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education**, which defines competencies for understanding, creating, and managing **AI** systems in socially responsible ways (OECD & European Commission, 2025). These initiatives reflect a paradigm shift toward

global cooperation that connects technical fluency with ethical awareness, transparency, and algorithmic fairness. Countries adopting such integrative frameworks demonstrate stronger resilience and innovation capacity, as ethical and critical citizens become essential to equitable digital transformation.

2.3. National Level (México)

In Mexico, technological adoption has grown significantly, yet gaps remain in higher-order digital and ethical competencies. The National Survey on Availability and Use of Information Technologies in Households (INEGI, 2023) reported that 81% of the population uses the internet daily, though understanding of algorithmic systems and data governance remains limited. This gap is particularly evident within higher education contexts, where future citizens are expected to develop ethical, critical, and reflective competencies for engaging responsibly with **AI** technologies (Mejía-Trejo, 2025).

The collaboration between **CANIETI** and **UNESCO** on the *Modelo México* for ethical and responsible artificial intelligence illustrates Mexico's commitment to promoting trustworthy **AI** ecosystems (UNESCO & CANIETI, 2025). This initiative demonstrates institutional awareness of the ethical, social, and educational challenges posed by **AI** adoption. However, while it focuses on organizational practices, the **CAITIZEN model** extends this vision to the civic sphere, proposing a framework that develops critical, ethical, and creative competencies for citizens to engage responsibly with **AI** technologies.

Given this global, international, and national panorama, the **CAITIZEN model** emerges as a necessary response to guide the ethical, cognitive, and creative development of citizens. It provides a structured foundation for cultivating critical, ethical, and creative competencies for citizens, particularly students in formative educational stages, enabling responsible participation in **AI-driven societies**.

3. LITERATURE REVIEW

This section presents the state of the art concerning the main variables that shaped the **CAITIZEN model**, based on academic literature published primarily between 2020 and 2025. The review is organized around five analytical dimensions—critical artificial intelligence literacy

(**CAIL**), ethical awareness and responsibility (**EAR**), awareness of fairness and data justice (**AFDJ**), human–**AI** creative collaboration (**HAIC**), and metacognitive transparency in prompting practices (**MTPP**)—each grounded in a specific body of scholarly work and explicitly aligned with selected United Nations Sustainable Development Goals (UN,n.d.) . Together, these dimensions frame **AI-assisted citizenship** as a competence-based construct that integrates critical understanding, ethical judgment, equity awareness, creative collaboration, and reflective self-regulation. In this study, **AI-assisted citizenship** is understood as a condition in formation, as the subject of analysis consists of university students who are still developing these competencies within higher education contexts.

The selected studies were chosen for their direct conceptual and empirical contributions to defining citizen-level competencies for responsible engagement with artificial intelligence. This literature collectively supports the alignment of the **CAITIZEN model** with sustainable development priorities related to education quality, institutional integrity, equity, innovation, and responsible technological use.

Critical Artificial Intelligence Literacy (CAIL) refers to the ability to understand how **AI** systems function, including their technical foundations, inherent biases, limitations, and broader societal implications. Long and Magerko (2020) conceptualized **AI** literacy as a critical competency that extends beyond technical skills to include conceptual understanding and reflection. Ng et al. (2021) further defined **AI** literacy as a set of interpretive and reflective skills enabling individuals to comprehend algorithmic mechanisms and evaluate **AI** outputs. Southworth et al. (2023) emphasized embedding **AI** literacy across educational curricula to deepen understanding of **AI**'s social and cognitive impacts. Wang and Wang (2025) provided empirical evidence showing that **AI-assisted** writing tools promote metacognitive reflection and critical evaluation of algorithmic outcomes. Collectively, these studies position **CAIL** as foundational for informed participation in **AI-mediated** societies, contributing to **SDG4** (Quality Education) and **SDG16** (Peace, Justice and Strong Institutions).

Ethical Awareness and Responsibility (EAR) focuses on sensitivity to moral dilemmas arising from **AI** use and commitment to ethical decision-making, governance, and accountability. Gunasekara et al. (2025) identified moral sensitivity, accountability, and human oversight as core principles of responsible **AI**. Kong and Zhu (2025) validated an **AI** ethical awareness scale,

demonstrating that ethical reflection can be cultivated through **AI-based problem-solving**. Papagiannidis et al. (2025) emphasized ethical decision-making structures in **AI** governance, while Stetson et al. (2025) highlighted transparency and human agency in healthcare **AI** applications. Together, these contributions establish **EAR** as central to **AI** citizenship, aligned with **SDG16** (Peace, Justice and Strong Institutions) and **SDG12** (Responsible Consumption and Production).

Awareness of Fairness and Data Justice (AFDJ) addresses the social, legal, and ethical impacts of data-driven and automated decision-making. Decker et al. (2025) emphasized procedural fairness and public engagement as prerequisites for legitimate algorithmic systems. Demirchyan (2025) examined regulatory challenges related to fairness in **AI**. González-Argote et al. (2025) identified ethical tensions arising from biased data and discriminatory outcomes, while Pham et al. (2025) demonstrated the importance of fairness for equitable educational outcomes. These studies collectively frame **AFDJ** as a mechanism for addressing inequality and strengthening social trust, contributing to **SDG 10**(Reduced Inequalities) and **SDG16** (Peace, Justice and Strong Institutions).

Human–AI Creative Collaboration (HAIC) refers to the use of **AI** as a collaborative partner in creative processes and innovation. Georgieva and Georgiev (2025) showed how generative **AI** supports creative ideation and knowledge generation. McGuire et al. (2024) emphasized **AI**'s role in creative problem-solving, while Rafner et al. (2025) analyzed cognitive dynamics in co-creative writing. Wang et al. (2025) demonstrated that **AI** enhances creativity when guided by reflective strategies. These studies position **HAIC** as a driver of innovation and collaboration, aligned with **SDG9** (Industry, Innovation and Infrastructure), **SDG8** (Decent Work and Economic Growth), and **SDG17** (Partnerships for the Goals).

Metacognitive Transparency in Prompting Practices (MTPP) emphasizes reflective awareness in human–**AI** interaction, particularly in how prompts are formulated and refined. Haidar et al. (2025) demonstrated that metacognitive prompts improve reflective awareness. Lee and Palmer (2025) highlighted the role of metacognition in intentional **AI** use. Tsakeni et al. (2025) showed that **AI** tools scaffold metacognitive learning, while Waaler et al. (2025) demonstrated that prompt engineering enhances ethical compliance. Together, these findings establish **MTPP** as essential for reflective and responsible **AI** use, supporting **SDG4** (Quality Education) and **SDG12** (Responsible Consumption and Production).

Taken together, the five dimensions of the **CAITIZEN Model**, each explicitly grounded in its corresponding authors and **SDGs**, form an integrated framework for ethical, critical, creative, and reflective citizenship in formation, particularly within higher education contexts where future citizens engage with **AI-mediated societies**.

3.1. Design of the Qualitative Data Collection Instrument

The qualitative instrument was designed as a mixed-format questionnaire to operationalize the five variables derived from the literature within the **CAITIZEN model**. It combined structured Likert-type items with open-ended questions to contextualize the subjects of study and elicit reflective narratives. This design responds to the need to capture how citizenship in formation is constructed among university students through reflective, ethical, and critical engagement with artificial intelligence.

The questionnaire was administered via Google Forms between July and December 2025 to 511 undergraduate and graduate university students from the state of Jalisco, Mexico, identified as artificial intelligence users in training. The instrument comprised 50 closed-ended items distributed across the five **CAITIZEN variables**—**CAIL**, **EAR**, **AFDJ**, **HAIC**, and **MTPP**—measured using a Likert-type scale to sensitize participants to each conceptual dimension.

Additionally, one general open-ended question was included at the end of each variable block, totaling **55 questions**. Instrument construction followed a deductive–inductive logic, ensuring theoretical grounding while allowing emergent meanings from participants’ qualitative responses. See **Table 1**.

Table 1. CAITIZEN Variables and their SDG contribution

Variable (meaning)	Authors	Qualitative guiding questions	SDGs contribution
1. Critical Artificial Intelligence Literacy (CAIL). The ability to understand how AI systems function, including their technical foundations, inherent biases, limitations, and broader educational and societal implications, fostering critical and reflective engagement with AI.	Long & Magerko (2020); Ng et al. (2021); Southworth et al. (2023); Wang & Wang (2025)	What personal or academic experiences have helped you better understand how artificial intelligence influences your learning or work?	SDG 4 (Quality Education); SDG 16 (Peace, Justice and Strong Institutions). Promotes critical thinking, informed decision-making, and accountable participation in AI-mediated societies .
2. Ethical Awareness and Responsibility (EAR). Sensitivity to moral dilemmas arising from AI use and	Gunasekara et al. (2025); Kong & Zhu (2025);	Why do you consider it important to act	SDG 16 (Peace, Justice and Strong Institutions); SDG 12 (Responsible

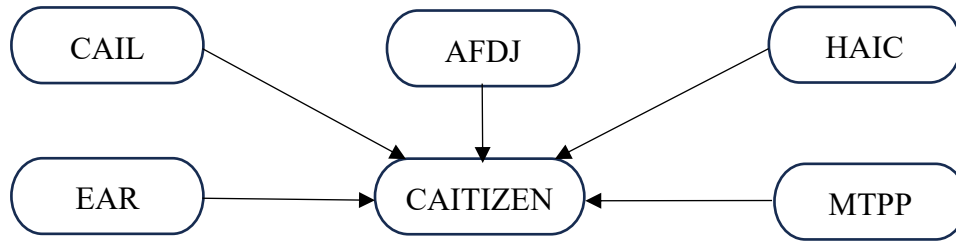
Variable (meaning)	Authors	Qualitative guiding questions	SDGs contribution
a commitment to responsible practices, ethical decision-making, governance, and accountability in educational and professional contexts.	Papagiannidis et al. (2025); Stetson et al. (2025)	ethically and responsibly when using artificial intelligence?	Consumption and Production). Strengthens ethical governance, responsibility, and sustainable use of AI technologies.
3. Awareness of Fairness and Data Justice (AFDJ). Recognition of the social, legal, and ethical impacts of data-driven and automated decisions, including algorithmic bias, discrimination, procedural fairness, and data justice.	Decker et al. (2025); Demirchyan (2025); González-Argote et al. (2025); Pham et al. (2025)	What situations make you think that AI systems may be unfair or favor certain groups?	SDG 10 (Reduced Inequalities); SDG 16 (Peace, Justice and Strong Institutions). Addresses bias, discrimination, and equity in algorithmic decision-making.
4. Human–AI Creative Collaboration (HAIC). The use of AI as a collaborative partner in creative processes, supporting idea generation, innovation, co-creation, and knowledge production across educational and design-oriented contexts.	Georgieva & Georgiev (2025); McGuire et al. (2024); Rafner et al. (2025); Wang et al. (2025)	How have you used artificial intelligence as an ally in developing creative ideas, problem-solving, or innovation?	SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure); SDG 8 (Decent Work and Economic Growth); SDG 17 (Partnerships for the Goals). Fosters innovation, creative productivity, and collaborative human–AI ecosystems.
5. Metacognitive Transparency in Prompting Practices (MTPP). Reflective awareness of how prompts are formulated, adapted, and evaluated when interacting with AI systems, emphasizing metacognition, self-regulation, and intentional use of prompting strategies.	Haidar et al. (2025); Lee & Palmer (2025); Tsakeni et al. (2025); Waaler et al. (2025)	When interacting with AI tools, how do you reflect on and adjust your prompts to obtain better or more ethical responses?	SDG 4 (Quality Education); SDG 12 (Responsible Consumption and Production). Promotes reflective learning and responsible, transparent interaction with AI systems.

Note. Authors' own elaboration based on multiple sources.

3.2. Conceptual model design

The conceptual model is designed *ex ante* as an analytical framework to conceptually organize and interpret the dimensions that constitute **CAITIZEN** model in human–AI interaction contexts. The model proposes **CAIL**, **EAR**, **AFDJ**, **HAIC**, and **MTPP** as core dimensions that conceptually converge on the **CAITIZEN** construct, guiding qualitative inquiry and interpretation. Rather than testing causal relationships, the model serves as a heuristic structure to support meaning-making and thematic exploration of critical and ethical AI citizenship. See **Figure 1**.

Figure 1. CAITIZEN model



Notes: **CAIL.** *Critical Artificial Intelligence Literacy*; **EAR.** *Ethical Awareness and Responsibility*; **AFDJ.** *Awareness of Fairness and Data Justice*; **HAIC.** *Human–AI Creative Collaboration*; **MTPP.** *Metacognitive Transparency in Prompting Practices*.

4. METHODOLOGY

The study was conducted using a qualitative approach based on advanced thematic analysis, establishing a direct relationship between the subjects of analysis and the object of study, with a focus on the conceptual construction of the **CAITIZEN model** for citizenship in formation among university students in human–artificial intelligence interaction contexts. The methodological procedure was organized into clearly defined and sequential stages.

In the first stage, a comprehensive review of the scientific literature was carried out to identify and theoretically substantiate the five core variables of the model: **CAIL**, **EAR**, **AFDJ**, **HAIC**, and **MTPP**. This stage provided the conceptual basis for the ex ante design of the conceptual model.

In the second stage, the qualitative corpus was established through a documentary census, in which all academic documents meeting predefined inclusion criteria—namely thematic relevance, scientific rigor, and currency—were analyzed in full. No probabilistic sampling was applied, and complete textual documents constituted the primary qualitative material for analysis.

In the third stage, a previously designed mixed-format questionnaire was administered to the study participants as a contextual and elicitation mechanism aligned with the five model variables, generating additional qualitative material for analysis.

In the fourth stage, a non-structured qualitative thematic analysis was conducted using **ATLAS.ti version 25**, involving inductive coding, category construction, word cloud generation

to detect dominant lexical patterns, and code co-occurrence analysis to examine conceptual relationships.

In the fifth stage a conceptual network was constructed to visualize and interpret relationships among categories and model dimensions.

Finally, sentiment analysis was applied as a complementary interpretive strategy to identify the evaluative orientation of the analyzed discourse.

5. RESULTS

The first results derived from the advanced thematic analysis are presented below. The analysis yielded a structured set of categories and associated codes, reflecting both the conceptual organization of the **CAITIZEN** Model and the level of thematic saturation achieved among university students as citizens in formation. These results provide empirical grounding for the model's analytical dimensions. See **Table 2**.

Table 2. Categories, Codes, and Code Frequency Identified through ATLAS.ti

Category	Codes	Number of codes
CAIL	Critical analysis; Accelerated learning; Cognitive facilitation; Comprehension strategies; Idea structuring; Learning improvement; Task organization; Critical thinking; Multiple perspectives; Metacognitive reflection; Constructive feedback; Critical and responsible information use	12
CAITIZEN	Digital citizenship and ethical training; AI collaboration; Critical skills	3
HAIC	Participatory capacities; Integration of opinions; Creative practices; Teamwork	4
AFDJ	Social, cognitive, and cultural impact of AI; Bias, algorithmic influence, and transparency; Intelligent learning assistance	3
EARB	Ethics in AI use; Ethics and regulation of AI use	2
MTPP	Cognitive evaluation and performance; Prompting interaction and optimization; Resource optimization; Review of recommendations; Decision-making; Responsible AI use; Critical and responsible information use	7
Total		30

Source: Authors' own elaboration using ATLAS.ti 25

The second result is presented in Figure 2, which displays a word cloud of dominant lexical patterns. The discourse is primarily shaped by references to higher education, digital learning, academic credentials, and institutional contexts. Artificial intelligence emerges as a normalized and instrumentalized tool, embedded within narratives structured by social context, demographic markers, and ethical responsibility. This pattern indicates that **AI** is perceived less as a disruptive novelty and more as an integrated component of contemporary educational practices.

#	Category A	Category B	Frequency
8	Ethics and Regulation of AI Use	Creative practices	189
9	AI collaboration	Metacognitive reflection	187
10	Metacognitive reflection	Constructive feedback	183
11	Critical thinking	Critical analysis	175
12	Critical thinking	Critical skills	170
13	Ethics and Regulation of AI Use	Participatory capacities	136
14	AI collaboration	Creative practices	129
15	Critical analysis	Critical thinking	107
16	Critical thinking	Comprehension strategies	91
17	Critical thinking	Participatory capacities	75
18	Responsible use of AI	Critical thinking	75
19	Critical skills	Critical analysis	71
20	Constructive feedback	Critical skills	57
21	Critical skills	AI collaboration	57
22	Metacognitive reflection	Critical skills	55
23	Ethics and Regulation of AI Use	Decision-making	43
24	Intelligent learning assistance	Ethics and Regulation of AI Use	42
25	Comprehension strategies	Critical thinking	42
26	Decision-making	Ethics and Regulation of AI Use	39
27	Ethics and Regulation of AI Use	Responsible use of AI	31
28	Critical and responsible use of AI-generated information	Ethics and Regulation of AI Use	29
29	Responsible use of AI	Ethics and Regulation of AI Use	27
30	Ethics and Regulation of AI Use	Responsible use of AI	27

Source: Authors' own elaboration using ATLAS.ti 25.

As a fourth result, the CAITIZEN conceptual network is presented in Table 4. This network illustrates the directional and functional relationships among the five core dimensions of the model.

Table 4. Description of the CAITIZEN conceptual network at the level of the main model variables

Source node (→)	Arrow direction	Target node	Type of conceptual relationship	Theoretical justification
CAIL →	CAIL → EAR	EAR	Grounds	Critical AI literacy provides the cognitive and ethical foundations required to recognize moral implications, risks, and responsibilities in the use of AI systems, enabling ethical awareness as a reflective capacity (Ng et al., 2021; Kong & Zhu, 2025; Floridi et al., as synthesized in Gunasekara et al., 2025).
CAIL →	CAIL → AFDJ	AFDJ	Enables	Understanding how AI systems operate equips individuals to identify algorithmic bias, data injustice, and fairness challenges, thereby enabling informed engagement with issues of algorithmic fairness and data justice (Gonzalez-Argote et al., 2025; Pham et al., 2025; Demirchyan, 2025).

Source node (→)	Arrow direction	Target node	Type of conceptual relationship	Theoretical justification
CAIL →	CAIL → MTPP	MTPP	Sustains	AI literacy supports metacognitive prompting practices by fostering conscious formulation, evaluation, and adjustment of prompts, which enhances reflective and strategic interaction with generative AI systems (Haidar et al., 2025; Tsakeni et al., 2025; Waaler et al., 2025).
EAR →	EAR → AFDJ	AFDJ	Orients	Ethical awareness directs attention toward fairness, transparency, and social justice in algorithmic systems, framing data practices within broader concerns of moral responsibility and public accountability (Decker et al., 2025; Gonzalez-Argote et al., 2025).
EAR →	EAR → HAIC	HAIC	Regulates	Ethical awareness regulates human– AI interaction by establishing normative boundaries that guide responsible collaboration and prevent socially harmful or misaligned uses of AI (Papagiannidis et al., 2025; UNESCO & CANIETI, 2025; Stetson et al., 2025).
AFDJ →	AFDJ → HAIC	HAIC	Conditions	Human– AI collaboration is conditioned by the fairness, quality, and governance of data and algorithms, as inequitable or biased systems directly shape interaction outcomes and creative agency (Demirchyan, 2025; Pham et al., 2025; Decker et al., 2025).
MTPP →	MTPP → HAIC	HAIC	Mediates	Metacognitive prompting mediates human– AI collaboration by clarifying goals, constraints, and evaluation criteria, thereby improving the quality and intentionality of joint human– AI activity (Haidar et al., 2025; Tsakeni et al., 2025).
CAIL →	CAIL → CAITIZEN	CAITIZEN	Contributes to	AI literacy constitutes a structural pillar of the CAITIZEN profile, enabling informed, critical, and reflective engagement with AI across educational and social contexts (Ng et al., 2021; Southworth et al., 2023; OECD & European Commission, 2025).
EAR →	EAR → CAITIZEN	CAITIZEN	Contributes to	Ethical responsibility shapes the moral dimension of AI -assisted citizenship by orienting decisions and practices toward accountability, inclusion, and the common good (Papagiannidis et al., 2025; United Nations, n.d.).
AFDJ →	AFDJ → CAITIZEN	CAITIZEN	Contributes to	Algorithmic fairness and data justice are necessary conditions for inclusive and socially legitimate digital citizenship, ensuring equitable participation and trust in AI -mediated systems (Gonzalez-Argote et al., 2025; Pham et al., 2025).
HAIC →	HAIC → CAITIZEN	CAITIZEN	Contributes to	Human– AI interaction expresses the creative and participatory dimension of the AI -assisted

Source node (→)	Arrow direction	Target node	Type of conceptual relationship	Theoretical justification
				citizen , integrating human agency with algorithmic capabilities in co-creative and decision-making processes (Georgieva & Georgiev, 2025; Rafner et al., 2025; Salma et al., 2025).
MTPP →	MTPP → CAITIZEN	CAITIZEN	Contributes to	Metacognitive regulation of AI use consolidates an autonomous and reflective form of digital citizenship, capable of consciously governing interaction with intelligent systems (Haidar et al., 2025; Tsakeni et al., 2025; WEF, 2025).

Source: Authors' own elaboration using ATLAS.ti 25.

The **Table 4** describes a coherent conceptual network in which critical **AI** literacy (**CAIL**) operates as a foundational driver of the **CAITIZEN** model. **CAIL** grounds ethical awareness (**EAR**), enables sensitivity to algorithmic fairness and data justice (**AFDJ**), and sustains metacognitive prompting practices (**MTPP**), establishing the cognitive and reflexive conditions necessary for responsible interaction with artificial intelligence.

Ethical awareness (**EAR**) plays a regulatory and orienting role within the system. It directs concerns toward fairness and social justice in algorithmic decision-making and regulates human–**AI** collaboration (**HAIC**) by embedding technological practices within ethical frameworks. In parallel, algorithmic fairness and data justice (**AFDJ**) condition human–**AI** collaboration by ensuring that joint creative processes are based on equitable and responsibly used data.

Metacognitive prompting practices (**MTPP**) mediate the quality of human–**AI** interaction by making goals, criteria, and limits explicit, thereby shaping how collaboration with intelligent systems is enacted. Together, these relationships form a dynamic structure in which cognition, ethics, data justice, and interaction mutually reinforce one another.

At the integrative level, all variables converge in **CAITIZEN**, which represents the profile of the **AI-assisted citizen**. Critical literacy, ethical responsibility, data justice, collaborative capacity, and metacognitive regulation each contribute to the formation of a reflective, autonomous, and socially responsible digital citizenship. The model thus conceptualizes **CAITIZEN** as the outcome of an interdependent system where **AI** use is not merely technical, but ethically grounded, cognitively informed, and socially oriented.

As complementary result, **Table 5** presents the conceptual network of the **CAITIZEN model** at the level of its main categories, detailing the relationships among ethical, cognitive, competency-based, relational, and instrumental dimensions of **AI-assisted education**. The table specifies the direction and nature of these conceptual links, illustrating how ethical and regulatory frameworks structure critical thinking and responsible **AI** use, how cognitive and metacognitive processes guide decision-making, and how human–**AI** collaboration supports creativity, participation, and learning outcomes. Together, these relationships articulate the systemic logic through which the **CAITIZEN** model integrates ethics, cognition, collaboration, and educational practice into a coherent framework for responsible and reflective engagement with artificial intelligence.

Table 5. Description of the CAITIZEN conceptual network at the level of the main model categories

Source node	Conceptual role	Connected node	Link label	Conceptual direction	Theoretical justification
Ethics and Regulation of AI Use	Framework concept	Critical thinking	Sustains	Normative → critical	Ethical and regulatory frameworks provide normative standards that sustain critical thinking by enabling reflective evaluation of AI systems, their impacts, risks, and limitations, particularly in educational and social contexts (Decker et al., 2025; Demirchyan, 2025; Gunasekara et al., 2025).
Ethics and Regulation of AI Use	Framework concept	Responsible use of AI	Defines	Normative → applied	Responsible AI use represents the applied enactment of ethical and regulatory principles, translating governance frameworks into concrete practices of accountability, transparency, and risk mitigation (Papagiannidis et al., 2025; Stetson et al., 2025; UNESCO & CANIETI, 2025).
Critical thinking	Cognitive concept	Critical analysis	Is concretized in	Cognitive → evaluative	Critical thinking becomes operational through critical analysis processes that evaluate information quality, algorithmic outputs, and AI-mediated decisions, which are central to AI literacy and ethical awareness (Ng et al., 2021; Wang & Wang, 2025; Kong & Zhu, 2025).
Critical thinking	Cognitive concept	Comprehension strategies	Orients	Cognitive → strategic	Critical thinking orients comprehension strategies that allow individuals to interpret complex, data-driven, and AI-generated information environments in an informed and

Source node	Conceptual role	Connected node	Link label	Conceptual direction	Theoretical justification
					reflective manner (OECD & European Commission, 2025; Xiao et al., 2024).
Critical analysis	Evaluative concept	Constructive feedback	Grounds	Evaluative → formative	Critical analysis provides evaluative criteria that ground constructive feedback, supporting formative learning processes in AI-supported educational settings (Tsakeni et al., 2025; Haidar et al., 2025).
Constructive feedback	Formative concept	Metacognitive reflection	Stimulates	Formative → metacognitive	Constructive feedback stimulates metacognitive reflection by promoting awareness of cognitive strategies, learning regulation, and interaction patterns with intelligent systems (Haidar et al., 2025; Tsakeni et al., 2025).
Metacognitive reflection	Self-regulatory concept	Decision-making	Informs	Metacognitive → decisional	Metacognitive reflection informs decision-making by enabling deliberate, justified, and autonomous judgments regarding the use, reliance, and limits of AI systems (Waalder et al., 2025; WEF, 2025).
Critical skills	Competency-based concept	Critical thinking	Integrates	Competency → cognitive	Critical skills integrate and operationalize critical thinking as a set of applied competencies required for navigating complex AI-mediated educational and professional environments (Miao & Cukurova, 2024; OECD, 2025).
Critical skills	Competency-based concept	Responsible use of AI	Enables	Competency → normative	The development of critical skills enables responsible AI use by supporting informed judgment, ethical awareness, and regulatory compliance in AI-assisted practices (Gunasekara et al., 2025; Papagiannidis et al., 2025).
AI collaboration	Relational concept	Creative practices	Enhances	Relational → creative	Human– AI collaboration enhances creative practices by expanding idea generation, recombination, and exploratory processes in co-creative tasks supported by generative AI (Georgieva & Georgiev, 2025; Rafner et al., 2025; Wang et al., 2025).
Creative practices	Creative–applied concept	Accelerated learning	Contributes to	Creative → outcome	Creative practices contribute to accelerated learning by fostering deeper engagement, experimentation, and adaptive knowledge construction in AI-supported educational contexts (Córdova-Esparza, 2025; Southworth et al., 2023).

Source node	Conceptual role	Connected node	Link label	Conceptual direction	Theoretical justification
AI collaboration	Relational concept	Participatory capacities	Fosters	Relational → social	Collaborative interaction with AI fosters participatory capacities by supporting shared agency, collective problem-solving, and inclusive knowledge construction (Salma et al., 2025; Rafner et al., 2025).
Participatory capacities	Socio-civic concept	Decision-making	Influences	Participatory → decisional	Participatory capacities influence decision-making by strengthening deliberative, informed, and socially responsible choices in AI-mediated environments (Decker et al., 2025; United Nations, n.d.).
Comprehension on strategies	Strategic–cognitive concept	Intelligent learning assistance	Optimizes	Strategic → instrumental	Strategic comprehension optimizes intelligent learning assistance by enabling its use as adaptive cognitive support rather than as a substitute for human reasoning (Córdova-Esparza, 2025; Tsakeni et al., 2025).
Intelligent learning assistance	Instrumental–educational concept	Accelerated learning	Supports	Instrumental → outcome	Intelligent learning assistance supports accelerated learning when integrated under ethical governance, pedagogical guidance, and metacognitive regulation (Córdova-Esparza, 2025; OECD, 2025).

Source: Authors' own elaboration using ATLAS.ti 25.

Table 6 shows the sentiment analysis of the main categories of the **CAITIZEN model**, integrating network metrics, sentiment distribution, and evaluative intensity to capture how each category is affectively and discursively framed within the corpus. By integrating category density, role in the network, predominant sentiment, and evaluative intensity, the table provides a concise overview of the emotional orientation and analytical relevance of the ethical, cognitive, collaborative, and instrumental dimensions of **AI-assisted education**. This approach reveals both sentiment prevalence and intensity, offering insight into the legitimacy, acceptance, and functional positioning of the **CAITIZEN** model components within the discourse.

Table 6. Sentiment analysis results of the CAITIZEN model.

Category	Density	Role in the network	Total cases (n)	Sentiment context of the corpus	Predominant sentiment	Evaluative intensity	Integrated analytical interpretation
Ethics and Regulation of AI Use	2,793	Central node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% ·	Predominantly positive	High	Core axis of the CAITIZEN model, reflecting ethical legitimacy

Category	Density	Role in the network	Total cases (n)	Sentiment context of the corpus	Predominant sentiment	Evaluative intensity	Integrated analytical interpretation
				Negative 0.59%			and regulatory consensus consistent with responsible AI governance and fairness frameworks (Decker et al., 2025; Demirchyan, 2025).
AI Collaboration	1,029	Bridging node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Predominantly positive	Medium–High	Framed through complementarity and shared agency, aligning with human–AI co-creation research emphasizing augmentation over replacement (Georgieva & Georgiev, 2025; Rafner et al., 2025).
Critical Thinking	870	Central node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Predominantly positive	Medium	Cognitive core with moderate intensity, consistent with AI literacy frameworks focused on rational evaluation of AI outputs (Ng et al., 2021; Kong & Zhu, 2025).
Constructive Feedback	814	Bridging node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Positive–Neutral	Medium	Reflects formative, improvement-oriented processes embedded in pedagogical discourse rather than affective engagement (Haidar et al., 2025).
Metacognitive Reflection	804	Bridging node	511	Positive 71.04% ·	Positive–Neutral	Medium	Characterized as a deliberate self-

Category	Density	Role in the network	Total cases (n)	Sentiment context of the corpus	Predominant sentiment	Evaluative intensity	Integrated analytical interpretation
				Neutral 28.38% · Negative 0.59%			regulatory process with low polarization, aligned with reflective AI engagement studies (Tsakeni et al., 2025).
Critical Skills	791	Central node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Predominantly positive	Medium	Transversal competencies positively valued in education and positioned as foundational for responsible AI engagement (Miao & Cukurova, 2024; OECD, 2025).
Critical Analysis	681	Central node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Positive–Neutral	Medium	High structural relevance with a rational sentiment profile, reinforcing its evaluative role in assessing AI-generated information (Pham et al., 2025).
Creative Practices	340	Peripheral node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Predominantly positive	Low–Medium	Positively perceived but context-dependent, reflecting innovation in human–AI interaction with lower centrality (Georgieva & Georgiev, 2025).
Participatory Capacities	290	Peripheral node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Predominantly positive	Low–Medium	Valued yet less explicit in discourse, consistent with governance research on participation in AI adoption

Category	Density	Role in the network	Total cases (n)	Sentiment context of the corpus	Predominant sentiment	Evaluative intensity	Integrated analytical interpretation
							(Decker et al., 2025).
Decision-Making	226	Peripheral node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Positive–Neutral	Low	Treated as a functional and strategic competence, aligned with applied AI governance models (OECD, 2025).
Responsible Use of AI	224	Peripheral node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Positive–Neutral	Low	Normative and prudential orientation emphasizing accountability and regulation over affective discourse (Gunasekara et al., 2025).
Intelligent Learning Assistance	200	Peripheral node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Predominantly positive	Low	Shows acceptance of AI-supported learning under ethical governance, with minimal discursive conflict (Córdova-Esparza, 2025).
Comprehension Strategies	187	Peripheral node	511	Positive 71.04% · Neutral 28.38% · Negative 0.59%	Positive–Neutral	Low	Enabling cognitive mechanisms embedded in favorable but low-salience discourse (OECD & European Commission, 2025).

Source: Authors' own elaboration using ATLAS.ti 25.

6. DISCUSSION

The results offer a robust, multi-layer qualitative validation of the **CAITIZEN model** by triangulating five complementary analytical layers particularly within higher education contexts, where **AI-assisted citizenship** is still in formation.

First, the categorical analysis derived from advanced thematic coding reveals a highly structured conceptual architecture with strong thematic saturation. The prominence of categories related to ethics and regulation of **AI** use, critical ai literacy, **and** metacognitive prompting practices indicates that **AI** is primarily framed as an ethically mediated and cognitively regulated phenomenon, consistent with **AI** literacy and responsible **AI** frameworks (Ng et al., 2021; Gunasekara et al., 2025; OECD & European Commission, 2025).

Second, the word cloud analysis visually reinforces this interpretation by showing a discourse dominated by higher education, digital learning, and academic credentials. Artificial intelligence appears as a normalized and instrumentalized tool embedded in socially situated and ethically informed narratives, aligning with findings on **AI-powered educational agents** and institutional adoption (Córdova-Esparza, 2025).

Third, the co-occurrence analysis positions ethics and regulation of **AI** use as the central discursive axis, strongly associated with critical thinking, **AI** collaboration, constructive feedback, and metacognitive reflection. This pattern suggests that ethical considerations operate as the primary organizing principle through which cognitive, participatory, and evaluative practices are articulated, echoing research on procedural fairness, algorithmic accountability, and data justice (Decker et al., 2025; Demirchyan, 2025; Gonzalez-Argote et al., 2025).

Fourth, the conceptual network analysis formalizes these relationships by modeling directional dependencies among variables. Critical **AI** literacy functions as a foundational driver that grounds ethical awareness, enables sensitivity to algorithmic fairness, and sustains reflective interaction with AI. All pathways converge in **CAITIZEN**, conceptualized as an ethically grounded, cognitively informed, and socially responsible form of **AI-assisted citizenship** (Papagiannidis et al., 2025; UNESCO & CANIETI, 2025).

Fifth, the sentiment analysis adds an affective dimension, revealing a predominance of positive and neutral sentiment across all categories, particularly ethics, critical thinking, and collaboration. This pattern indicates legitimacy and acceptance rather than emotional polarization, supporting international evidence that responsible and transparent **AI** integration fosters trust and social alignment (WEF, 2025; United Nations, n.d.).

Together, these five results demonstrate that the **CAITIZEN model** captures **AI** use as an integrated ethical–cognitive–social system rather than a purely technical innovation.

From an innovation perspective aligned with the OCDE & Eurostat (2018) the **CAITIZEN model** can be understood as a form of social and conceptual innovation rather than a technological one. According to this framework, innovation includes new conceptual structures, organizational models, and social practices that generate value by transforming behavior and meaning. In this sense, the **CAITIZEN model** responds directly to the identified gap in **AI-assisted citizenship** by introducing an integrative framework that reconfigures how ethical regulation, critical cognition, metacognitive control, and human–**AI** collaboration are articulated within higher education contexts. Its innovative character lies in redefining **AI** use as a formative, ethically grounded, and socially situated process, contributing to sustainable educational transformation rather than technological efficiency alone.

6.1. Theoretical contribution (*Scientia*).

This study makes a substantive theoretical contribution by proposing and empirically substantiating the **CAITIZEN model** as an integrative framework for understanding artificial intelligence use in education as an ethical–cognitive–social system, rather than as a purely technological innovation. The model advances existing **AI** literacy and responsible **AI** frameworks by articulating how ethical regulation, critical cognition, metacognitive control, and human–**AI** collaboration dynamically interact to shape **AI-assisted citizenship** (Ng et al., 2021; Papagiannidis et al., 2025).

At the theoretical level, the model positions ethics and regulation of **AI** use as the foundational axis that structures **AI** engagement. This extends governance-oriented perspectives by demonstrating that ethical legitimacy and procedural fairness are not external constraints, but central organizing principles that condition cognitive practices, collaboration, and decision-making (Decker et al., 2025; Demirchyan, 2025; Gonzalez-Argote et al., 2025). In doing so, the **CAITIZEN model** bridges ethical **AI** governance with educational theory, reinforcing calls for socially grounded and accountable **AI** adoption (Gunasekara et al., 2025; UNESCO & CANIETI, 2025).

A **second contribution** lies in conceptualizing critical **AI** literacy and metacognitive prompting practices as key mediating mechanisms. Rather than treating **AI** literacy as a static skill set, the model theorizes it as a reflexive capacity that enables individuals to regulate interaction with **AI**

systems through conscious evaluation, prompt design, and decision-making (Haidar et al., 2025; Tsakeni et al., 2025; Waaler et al., 2025). This perspective extends prior literacy models by integrating metacognition and ethical awareness as co-constitutive elements.

Finally, the **CAITIZEN** model contributes to human–AI collaboration theory by framing creativity, participation, and agency as ethically conditioned outcomes of interaction with AI, rather than automatic byproducts of technological capability (Georgieva & Georgiev, 2025; Rafner et al., 2025; Salma et al., 2025). By converging these dimensions, the model offers a theoretically coherent explanation of **AI-assisted citizenship** aligned with global educational, workforce, and sustainability agendas (OECD, 2025; United Nations, n.d.; WEF, 2025).

6.2. Practical contributions (*Praxis*).

The **CAITIZEN model** offers several practical implications for educational institutions, policymakers, educators, and designers of **AI-based learning systems**.

First, the central role of ethics and regulation of AI use highlights the need for institutions to move beyond ad hoc guidelines and toward institutionalized governance frameworks that embed ethical standards, procedural fairness, and accountability into everyday educational practices involving AI (Decker et al., 2025; Demirchyan, 2025; Gunasekara et al., 2025). Universities and training organizations can operationalize this by integrating ethical review protocols, transparency requirements, and participatory oversight mechanisms into AI adoption strategies.

Second, the prominence of critical AI literacy and critical skills suggests that professional development and curriculum design should prioritize reflective and evaluative competencies rather than focusing solely on technical proficiency. AI literacy programs should explicitly train learners to assess bias, fairness, and social impact, aligning with international competency frameworks and workforce preparedness agendas (Ng et al., 2021; Miao & Cukurova, 2024; OECD, 2025; WEF, 2025). This has direct implications for teacher education and lifelong learning initiatives.

Third, findings related to metacognitive prompting practices indicate that educators should guide learners in the intentional formulation, evaluation, and revision of prompts when interacting with generative AI. Embedding metacognitive scaffolds into AI tools and instructional design can enhance learning quality while mitigating overreliance on automated outputs (Haidar et al., 2025; Tsakeni et al., 2025; Waaler et al., 2025).

Fourth, the positive positioning of human–AI collaboration and creative practices implies that AI should be deployed as a co-creative partner rather than as a substitute for human agency. Educational technologies should therefore be designed to support shared agency, participatory engagement, and collaborative problem-solving (Georgieva & Georgiev, 2025; Rafner et al., 2025; Salma et al., 2025).

Finally, the broadly positive and neutral sentiment surrounding AI use underscores the importance of sustaining trust through transparent communication and alignment with broader social and sustainability goals (United Nations, n.d.; UNESCO & CANIETI, 2025). Collectively, these implications position the **CAITIZEN model** as a practical guide for responsible, reflective, and socially legitimate AI integration in education.

7. CONCLUSION

This section synthesizes the main contributions of the study by reconnecting the findings with the challenges identified in the introduction regarding the accelerated integration of artificial intelligence in higher education and the limitations of predominantly technical approaches to digital literacy. The conclusions are structured around three complementary dimensions that reflect the qualitative, conceptual, and formative nature of the research.

7.1. Conceptual response to the research purpose

In alignment with the research purpose, this study demonstrates that the educational use of artificial intelligence cannot be reduced to an instrumental or efficiency-driven practice. Instead, the findings show that AI use among university students is configured as an ethical–cognitive–social system in which values, critical reasoning, and reflective regulation are central. Consistent with innovation perspectives informed by the Oslo Manual (OCDE & Eurostat, 2018), the **CAITIZEN Model** is articulated as a form of conceptual and social innovation that addresses the lack of integrative frameworks for **AI-assisted citizenship**. The model conceptualizes citizenship not as a fixed or fully achieved condition, but as a trajectory of citizenship in formation developed within higher education contexts.

7.2. Synthesis of the main findings

The qualitative results reveal a robust and thematically saturated categorical structure, supported by strong co-occurrence patterns among ethics, critical thinking, metacognition, and human–AI collaboration. The ethics and regulation of AI use emerge as the central organizing axis that structures other dimensions, including fairness and data justice, creative collaboration, and decision-making. Conceptual network analyses confirm the interdependence and directional relationships among the five core dimensions of the **CAITIZEN model**, while sentiment analysis indicates a predominance of positive and neutral evaluations. This affective configuration suggests legitimacy and acceptance of ethically governed AI use in educational environments rather than polarization or resistance.

7.3. Scope, implications, and future research

From a theoretical perspective, this study advances AI literacy research by integrating ethical judgment, metacognitive regulation, and collaborative agency into a unified analytical framework. From a practical standpoint, the **CAITIZEN model** offers guidance for educational policy, curriculum design, and institutional governance oriented toward responsible and sustainable AI integration. The study is limited by its qualitative and context-specific design.

Future research may extend the model through longitudinal, comparative, or mixed-method studies to examine how **AI-assisted citizenship** evolves across diverse educational and socio-cultural settings.

8. REFERENCIAS

- Córdova-Esparza, D.-M. (2025). AI-Powered Educational Agents: Opportunities, Innovations, and Ethical Challenges. *Information*, 16 (6), 469.
<https://doi.org/10.3390/info16060469>
- Decker, M., Wegner, L. & Leicht-Scholten, C. Procedural fairness in algorithmic decision-making: the role of public engagement. *Ethics Inf Technol* 27, 1 (2025).
<https://doi.org/10.1007/s10676-024-09811-4>
- Demirchyan G (2025) Algorithmic fairness: challenges to building an effective regulatory regime. *Front. Artif. Intell.* 8:1637134. <https://doi.org/10.3389/frai.2025.1637134>
- Georgieva, I., & Georgiev, G. V. (2025). Exploring the use of generative text AI in design creativity inquiries. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 6, 100219.
<https://doi.org/10.1016/j.chbah.2025.100219>

- González-Argote J, Maldonado E, Maldonado K. (2025). Algorithmic Bias and Data Justice: ethical challenges in Artificial Intelligence Systems. *EthAIca* 4:159.
<https://ai.ageditor.ar/index.php/ai/article/view/159>
- Gunasekara, L., El-Haber, N., Nagpal, S., Moraliyage, H., Issadeen, Z., Manic, M., & De Silva, D. (2025). A Systematic Review of Responsible Artificial Intelligence Principles and Practice. *Applied System Innovation*, 8(4), 97. <https://doi.org/10.3390/asi8040097>
- Haidar, H., Suryoputro, G., & Safi'i, I. (2025). Impact of the integration of metacognitive prompts by generative artificial intelligence (GenAI) in collaborative and individual learning in improving writing skills and metacognitive awareness. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(6), 232–250.
<https://doi.org/10.26803/ijlter.24.6.11>
- INEGI (2023). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2023*.
<https://www.inegi.org.mx/programas/endutih/2023/>
- Kong, S. C., & Zhu, J. (2025). Developing and validating an artificial intelligence ethical awareness Scale for secondary and university students: Cultivating ethical awareness through problem-solving with artificial intelligence tools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9, Article 100447. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100447>
- Mejía-Trejo, J. (2025). *Inteligencia artificial y su repercusión en la educación superior*. AMIDI Editorial. <https://doi.org/10.55965/abib.9786076984543>
- Miao, F., & Cukurova, M. (2024). AI competency framework for teachers. *UNESCO*.
<https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- OECD & Eurostat. (2018). *Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4th ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- OECD (2025). Bridging the AI skills gap: Is training keeping up? *OECD Publishing*.
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/04/bridging-the-aiskillsgap_b43c7c4a/66d0702e-en.pdf
- OECD & European Commission (2025). *AI literacy framework for primary and secondary education*. <https://learnworkecosystemlibrary.com/initiatives/ai-literacy-framework-for-primary-secondary-education-oecd-ec/>
- Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Conboy, K. (2025). Responsible artificial intelligence governance: A review and research framework. *The Journal of Strategic Information Systems*, 34(2), 101885. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2024.101885>
- Pham, N., Pham Ngoc, H., & Nguyen-Duc, A. (2025). Fairness for machine learning software in education: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 219, 112244.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112244>
- Rafner, J., Zana, B., Bang Hansen, I., Ceh, S., Sherson, J., Benedek, M., & Lebuda, I. (2025). Agency in Human-AI Collaboration for Image Generation and Creative Writing: Preliminary Insights from Think-Aloud Protocols. *Creativity Research Journal*, 1–24.
<https://doi.org/10.1080/10400419.2025.2587803>
- Salma, Z., Hijón-Neira, R., & Pizarro, C. (2025). Designing Co-Creative Systems: Five Paradoxes in Human–AI Collaboration. *Information*, 16 (10), 909.

<https://doi.org/10.3390/info16100909>.

Southworth, J., Migliaccio, K., Glover, J., Glover, J. N., Reed, D., McCarty, C., Brendemuhl, J., & Thomas, A. (2023). *Developing a model for AI across the curriculum: Transforming the higher education landscape via innovation in AI literacy*. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100127. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100127>

Stetson, P.D., Choy, J., Summerville, N. *et al.* Responsible Artificial Intelligence governance in oncology. *npj Digit. Med.* 8, 407 (2025).

<https://doi.org/10.1038/s41746-025-01794-w>

Tsakeni, M., Nwafor, S. C., Mosia, M., & Egara, F. O. (2025). Mapping the Scaffolding of Metacognition and Learning by AI Tools in STEM Classrooms: A Bibliometric–Systematic Review Approach (2005–2025). *Journal of Intelligence*, 13 (11), 148.

<https://doi.org/10.3390/jintelligence13110148>

United Nations. (n.d.). *The 17 Sustainable Development Goals*. United Nations.

<https://sdgs.un.org/goals>

UNESCO & Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI). (2025, November 4). *UNESCO and CANIETI implement a model for ethical and responsible artificial intelligence in Mexican companies*. UNESCO.

<https://www.unesco.org/en/articles/unesco-and-canieti-microsoft-support-implementmodel-ethical-and-responsible-artificial-intelligence>

Xiao, J., Alibakhshi, G., Zamanpour, A., Zarei, M. A., Sherafat, S., & Behzadpoor, S.-F. (2024). How AI literacy affects students' educational attainment in online learning: Testing a structural equation model in higher education context. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 25(3), 179–198.

<https://doi.org/10.19173/irrodl.v25i3.7720>

Waalder, P. N., Hussain, M., Molchanov, I., Bongo, L. A., & Elvevåg, B. (2025). Prompt engineering an informational chatbot for education on mental health using a multiagent approach for enhanced compliance with prompt instructions: Algorithm development and validation. *JMIR AI*, 4, e69820. <https://doi.org/10.2196/69820>

Wang, C., & Wang, Z. (2025). Investigating L2 writers' critical AI literacy in AI-assisted writing: An APSE model. *Journal of Second Language Writing*, 67, Article 101187.

<https://doi.org/10.1016/j.jslw.2025.101187>

Wang N, Kim H, Peng J and Wang J (2025) Exploring creativity in human–AI co-creation: a comparative study across design experience. *Front. Comput. Sci.* 7:1672735.

<https://www.frontiersin.org/journals/computerscience/articles/10.3389/fcomp.2025.1672735/full>

WEF (2025). *Future of Jobs Report 2025*. WEF.

<https://www.weforum.org/stories/2025/05/why-ai-literacy-is-now-a-core-competency-in-education/>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)