



INIDEM

Revista Científica del ISSN:2683-1562

Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial

Número

14



Volumen 2 Julio - Diciembre 2024



INIDEM

Revista Científica del Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial

Director:

Dr. Federico González Santoyo

Editor:

Dra. M. Beatriz Flores Romero

DR 2024

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo

No. 04-2018-073111462600-102, ISSN-2683-1562

www.inidem.edu.mx

Los artículos de esta revista están indizados en el Sistema Regional para Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal (LATINDEX).

[https:// www.latindex.org/ latindex/ficha?folio=29125](https://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=29125)

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Federico González Santoyo

Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial (INIDEM)-UMSNH- México

Dra. M. Beatriz Flores Romero

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (FCCA-UMSNH)-México

Dr. Francisco Venegas Martínez

Instituto Politécnico Nacional- IPN (Escuela Superior de Economía)-México

Dr. Jaime Gil Aluja

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras (RACEF) – España

Dra. Ana María Gil Lafuente

Universidad de Barcelona (España)

Dr. Antonio Terceño Gómez

Universidad Rovira i Virgili (España)

Dr. Guisepe Zollo

Universidad Federico II de Napoles (Italia)

Dr. Ricardo Aceves García

Universidad Nacional Autónoma de México (FI-UNAM)

REVISTA CIENTÍFICA DEL INSTITUTO IBEROAMERICANO DE DESARROLLO EMPRESARIAL, año 5, No. 14, Julio-Diciembre de 2024, es una publicación semestral editada por el **Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial**, Sidronio Sánchez Pineda # 78. Col. Nueva Chapultepec. C.P. 58280. Morelia Michoacán Tels. (443) 5065181, 5065182, www.inidem.edu.mx, Editor Responsable. Dr. Federico González Santoyo. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo N0. **04-2018-073111462600-102**, ISSN-2683-1562, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor, Licitud de Título y contenido No- en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Permiso SEPOMEX No. En trámite. Impresa por talleres González Impresores, Av. General Santos Degollado No. 874 A. Colonia Industrial. C.P. 5130, Morelia, Michoacán, se terminó de imprimir el 30 de Diciembre, con un tiraje de 1000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

Revista Científica del Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial

ÍNDICE

INTUITIONISTIC FUZZY DYNAMIC PATTERN RECOGNITION MODEL FOR EVALUATION OF CLIMATE-ECONOMIC INTERACTION INDEX (CEII) FOR AZERBAIJAN	1
Imanov G. , Aliyev A	
SISTEMAS DINÁMICOS APLICADOS AL MODELADO MATEMÁTICO DEL COMPORTAMIENTO EN REDES SOCIALES	13
Martha Beatriz Flores Romero, Adrián Alonso López, Jennifer López Chacón	
INTERNATIONAL ENTREPRENEURSHIP AS A SUSTAINED COMPETITIVE ADVANTAGE TO ENCOURAGE THE INTERNATIONALIZATION OF MICHOACAN MSMEs	20
José Elías Silva Trigueros, Alejandro Silva Trigueros	
ANÁLISIS DE PUBLICACIONES EN WEB OF SCIENCE SOBRE IGUALDAD DE GÉNERO Y DESARROLLO SOSTENIBLE	35
Ingrid N. Pinto López, Cynthia M. Montaudon Tomas, Jorge I. González	
AUDITORÍA AMBIENTAL DESDE LA ÓPTICA DE LA ISO 14001: CASO EMPRESAS CITRÍCOLAS DEL ESTADO DE VERACRUZ	50
Sinforoso Martínez, S., Rocha Hernández, M.A., Álvarez Velázquez, E. y González Rodríguez, T.	
JUEGO EDUCATIVO COMO ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE DE FINANZAS EN ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR	59
Juan Pablo Pérez Aguilar, Grecia Itzel Colín González, Martha Beatriz Flores Romero	
GOOGLE WORKSPACE PARA GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN EL PROCESO DE ACREDITACIÓN DE LA LICENCIATURA DE BIOLOGÍA DE LA UMSNH	66
Lucero Prado Vera, Jennifer López Chacón, Adrián Alonso López	
CLASIFICACIÓN DE UNIVERSIDADES LÍDERES EN INVESTIGACIÓN SOBRE SOSTENIBILIDAD: UN ENFOQUE BASADO EN LÓGICA DIFUSA Y MÉTRICAS DE DISTANCIA	73
Víctor G. Alfaro-García, Gerardo G. Alfaro Calderón	

INTUITIONISTIC FUZZY DYNAMIC PATTERN RECOGNITION MODEL FOR EVALUATION OF CLIMATE-ECONOMIC INTERACTION INDEX (CEII) FOR AZERBAIJAN

Imanov G., Aliyev A.

Institute of Control Systems, Ministry of Science and Education of the Azerbaijan Republic, Baku, AZ1141, Azerbaijan

korkmazi2000@gmail.com, msc.aaliyev@gmail.com

ABSTRACT

This paper introduces the Intuitionistic Fuzzy Dynamic Pattern Recognition (IFDPR) model for the evaluation of the Climate-Economic Interaction Index (CEII) in Azerbaijan. Given the increasing unpredictability and complex interdependencies between climatic conditions and economic performance, traditional models often fall short in accurately capturing the full spectrum of climate-economic interactions. The IFDPR model addresses these shortcomings by applying intuitionistic fuzzy logic, which effectively manages the ambiguity inherent in climatic and economic data. This approach not only enhances the robustness of the analysis but also improves the precision in the evaluation of how climate-related changes impact economic activities. We outline a comprehensive methodology for integrating the IFDPR model into the CEII computation, emphasizing its relevance in processing and interpreting fluctuating data across a set of economic indicators from 2015 to 2023. Our proposed model systematically assesses and weights various economic indicators such as energy consumption, labor productivity, and greenhouse gas emissions, reflecting their dynamic influence on the economy's susceptibility to climate change. The resulting analysis not only provides a nuanced understanding of the economic impacts through the CEII but also aligns with strategic policy-making by offering refined data that can guide economic resilience and sustainability efforts. Our findings reveal a nuanced trajectory of the CEII over the observed period, suggesting implications for both economic planning and environmental strategy formulation in Azerbaijan.

Keywords: Climate-Economic Interaction Index, intuitionistic fuzzy dynamic pattern recognition, Economic Impact, Climate Change, Azerbaijan.

INTRODUCTION

The study on climate change impacts and economic activities helps to understand how climate risks affect the economic performance, enabling countries to better address the economic challenges posed by climate change. The United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP) for the Asia-Pacific region, researched climate influence on different economic indicators and provided a detailed analysis on climate vulnerabilities (e.g., extreme weather, drought) and evaluating the exposure of key economic sectors (e.g., agriculture, energy) to support sustainable development, climate resilience, and economic planning for countries worldwide, helping policymakers to identify climate vulnerabilities in their economies and take informed actions to reduce existing risks [1].

The climate influence on economic indicators also covers regional and sectoral analyses, recognizing that the impacts of climate change are not uniform across different geographies and industries. Developed economies often have stronger institutions to alleviate some climate-related economic risks, while developing economies, especially in regions like sub-Saharan Africa and South Asia, experience more severe economic shocks [2].

Dell et al. studied how environmental changes, such as temperature fluctuations, extreme weather events influence economic indicators like economic growth and cause political instability, providing a framework for understanding the short-term and long-term economic impacts of climate variability [3]. Furthermore, specific sectors, such as agriculture, are extremely affected due to their direct dependency on climatic conditions, exacerbating economic instability [4]. Recent papers in the literature highlight the non-linear effects of climate change on economic systems, with sectors such as agriculture, tourism, and fisheries identified as particularly vulnerable [5].

Kahn et al. (2019) conducted a comprehensive cross-country analysis of the long-term macroeconomic effects of climate change using ARDL models. The study emphasizes that temperature fluctuations adversely affect labor productivity, infrastructure, and agricultural yields in all countries, particularly in low-income and tropical regions. Their findings indicate a marked slowdown in economic growth due to the compounded effects of capital destruction and reduced investment in climate-vulnerable economies [6].

Pindyck argues that integrated assessment and social cost of carbon models are inadequate in addressing the extreme risks posed by climate change. Ultimately, he advocates for a more flexible and precautionary stance toward climate change, focusing on plausible outcomes rather than sensitivity and damage functions models-based predictions [7]. For instance, research has demonstrated that temperature variations significantly affect economic productivity, especially in poor countries where adaptive capacities may be limited. In response, econometric models such as panel regression, dynamic growth models, and distributed lag models are frequently employed to simulate and predict these climate-driven economic changes [3].

There are several indices measuring adaptiveness and resilience of countries towards climate change as:

- ❖ Climate Risk Index (CRI) - developed by Germanwatch, this index evaluates the exposure and vulnerability of countries to extreme weather events (e.g., storms, floods, heatwaves) and its metrics include the number of deaths, economic losses (in purchasing power parity), and damages relative to GDP [8].
- ❖ Notre Dame Global Adaptation Initiative (ND-GAIN) Index - measures a country's vulnerability to climate disruptions and its readiness to improve resilience, combines 45 indicators across sectors like water, food, infrastructure, and ecosystems, and includes metrics such as adaptive capacity, exposure, and sensitivity [9].
- ❖ Environmental Performance Index (EPI) - published by Yale and Columbia Universities, the EPI evaluates environmental health and ecosystem vitality, includes climate-specific indicators like CO₂ emissions, renewable energy use, and deforestation rates, and combines environmental data with economic indicators to rank countries on sustainability [10].
- ❖ Vulnerability-Resilience Indicator Model (VRIM) - developed by the Stockholm Environment Institute, VRIM assesses vulnerability and resilience across regions. Indicators include socioeconomic factors (e.g., income levels, governance) and environmental factors (e.g., water stress, disaster risk) [11].
- ❖ Climate Change Performance Index (CCPI) - developed by Germanwatch, NewClimate Institute, and CAN, this index assesses climate protection performance. The CCPI includes 14 indicators grouped under greenhouse gas emissions, renewable energy, energy use, and climate policy, and ranks 63 countries plus the EU based on their progress toward Paris Agreement goals. The CCPI scores and ranks countries across four categories:
 1. Greenhouse Gas (GHG) Emissions (40%):
 2. Renewable Energy (20%):
 3. Energy Use (20%):
 4. Climate Policy (20%):

Each indicator is normalized and scored between 0 and 100. The final score is a weighted aggregate of the four categories. The CCPI aims to highlight both high-performing countries and laggards, fostering accountability and ambition in global climate efforts [8].

We introduced the Climate-Economic Interaction Index (CEII) to address the growing need for an overall index that integrates all effects on economic indicators, and a comprehensive and dynamic tool to evaluate the intricate and evolving influence of climatic factors on economic systems. Azerbaijan, with its unique economic structure and susceptibility to climate variability, faces challenges that require tailored evaluation methods. Existing indices often fall short of capturing the multidimensional and dynamic nature of climate-economic relationships, particularly in regional contexts like Azerbaijan. Traditional models primarily focus on static or sector-specific indicators, lacking the flexibility to account for the uncertainties and ambiguities inherent in climate effect on economic indicators.

Furthermore, the CEII for Azerbaijan consolidates a diverse set of indicators—ranging from agricultural productivity and energy consumption to labor productivity and greenhouse gas emissions—offering a holistic view of the economy's interaction with climate change (see table 1). This multidimensional approach not only enhances the precision of assessments but also aligns with the broader goals of sustainable development and resilience-building.

PROBLEM STATEMENT

The increasing complexities and uncertainties associated with climate change and its impact on economic systems require more advanced methodologies for evaluating the relationship between environmental variables and

economic performance. The Climate-Economic Interaction Index (CEII) provides a comprehensive framework for assessing this relationship; however, traditional models may not fully capture the inherent uncertainties and dynamic nature of climate-economic interactions, particularly with varying climatic and economic conditions.

To address these challenges, this paper proposes application of the IFDPR into the computation of the CEII. The IFDPR model offers an advanced approach for handling the ambiguity and uncertainty of the used data. By leveraging the intuitionistic fuzzy logic, which incorporates both membership and non-membership degrees, this model can more accurately reflect the uncertain and dynamic climate-economic interactions.

The objective of this paper is to formulate a robust methodology for computing the CEII using the IFDPR model, which will allow for more precise assessment of the impact of climate change on economic performance.

In order to evaluate CEII at the country level, five indicators were selected from each subgroup, taking into account data availability and the regional and sectoral structure, to form the overall index. The corresponding acronyms and the data from 2015 to 2023 on CEII indicators [12-15], measured in different units, are presented in Table 1. The worst and best case data are selected from 1991 to 2023 data for Azerbaijan.

Table 1. Climate-Economic Interaction Index data for Azerbaijan

No	Economic indicators	Acronyms	2015	2017	2019	2021	2023	Worst Case	Best Case
1	Total sown area under agricultural crops, thsd.ha	SA	1585.39	1665.71	1717.05	1644.45	1535.0	600	1738
2	Energy consumption, ktoe	EC	14465.0	14474.0	15870.0	16342.0	16936.0	11374.0	23045.0
3	Labor productivity, thsd \$	LP	11344.46	8475.13	10066.5	11348.4	11425	2000	18200
4	Agricultural GDP Contribution (%)	AC	6.40	5.60	5.70	6.30	4.61	4.61	32.35
5	Greenhouse Gas Emissions per Unit of Output	GG	0.21	0.22	0.23	0.23	0.24	0.25	0.18

Sources: [6-9]

The table 1 illustrates key economic indicators for Azerbaijan from 2015 to 2023, highlighting trends and potential volatilities in areas such as agricultural productivity, energy consumption, labor productivity, GDP contribution from agriculture, and greenhouse gas emissions per unit of output. Over the period, there's a noted increase in energy consumption and labor productivity, suggesting economic growth. However, the agricultural sector's contribution to GDP is declining, which may indicate shifting economic dynamics or priorities. Greenhouse gas emissions per unit of output have slightly increased, reflecting ongoing environmental impact concerns. Vulnerability of Azerbaijani economy's to both external and internal influences, necessitates adaptive and forward-looking policies to ensure sustainable development.

AN ALGORITHM FOR COMPUTATION OF CEII

Developing an algorithm to compute the Climate-Economic Interaction Index (CEII) using the Intuitionistic Fuzzy Dynamic Pattern Recognition (IFDPR) model involves several key stages. This method is designed to address uncertainties and provide a dynamic, flexible framework that accounts for both the fuzziness in climate data and the complexity of economic responses. The algorithm for computation and evaluation of CEII index consists of the following 10 steps, that are presented below:

Step 1. Data Collection and Preprocessing. The algorithm begins with the collection of relevant economic data. This data is gathered from both global sources and regional/national statistical agencies [12-15]. Preprocessing involves normalization of raw data (Table 1) to a comparable scale prior to intuitionistic fuzzification of data. The normalization equation for the positive indicators is:

$$Y^+ = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

The normalization equation for negative affecting indicators is given below:

$$Y^- = \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{min}} \quad (2)$$

Step 2. Defining the Intuitionistic Fuzzy Sets and Intuitionistic Fuzzification of Normalized Data.

In the IFDPR model, intuitionistic fuzzy sets are defined for both climate and economic variables. Each variable, x_i , is assigned a membership degree $\mu_A(x)$, non-membership degree $\nu_A(x)$ and hesitation degree $\pi_A(x)$.

Definition 1. An intuitionistic fuzzy set A within the set X is conceptualized as a structure $A = \{ \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle : x \in X \}$ where the functions $\mu_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$ and $\nu_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$ signify the degrees of membership and non-membership of the element $x \in X$ respectively, of the element $x \in X$ in A . It's required that for every $x \in X$ within A , the inequality $0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$ remains valid. $\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x)$ is hesitancy (indeterminacy) degree of x in A [16].

A definite intuitionistic fuzzy triangular membership function of A [17] is introduced as:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq a \left(\frac{x-a}{b-a} \right) - \epsilon; & a < x \leq b \left(\frac{c-x}{c-b} \right) - \epsilon; & b \leq x < \end{cases} \quad (3)$$

where a and c are vertices forming the base of the isosceles triangle, and b is the apex, ϵ - is a real number and an arbitrary chosen value of $\pi_A(x)$.

Similarly, the fuzzy triangular non-membership function of A is:

$$\nu_A(x) = \begin{cases} 1 - \epsilon & ; & x \leq a 1 - \left(\frac{x-a}{b-a} \right); & a < x \leq b 1 - \left(\frac{c-x}{c-b} \right); & b \leq x \end{cases} \quad (4)$$

We developed a new method for the fuzzification of normalized data which substitute the intuitionistic triangular fuzzification (equation 3 and 4) just after the normalization process. Where the intuitionistic fuzzy triangular membership function for normalized values will be:

$$\mu_A(y) = \begin{cases} 0 & ; & y - \epsilon; & 1 - \epsilon; & y = 0 & 0 < y < 1 & y = 1 \end{cases} \quad (5)$$

In the same way, the intuitionistic fuzzy triangular non-membership function for normalized values will be:

$$\nu_A(y) = \begin{cases} 1 - \epsilon; & y = 0 & 1 - y; & 0 < y < 1 & 0; & y = 1 \end{cases} \quad (6)$$

where, y are normalized indicator values, $\mu_A(y)$ and $\nu_A(y)$ are membership and non-membership degree values, respectively.

Step 3. Establishing the Intuitionistic Fuzzy Relation (IFPR) Matrix. In this phase, IFPR matrix is built in order to obtain the criteria weights. Based on fuzzy intervals between 0.10- 0.90, the linguistic terms with their IFNs counterparts were developed [18] for establishment of intuitionistic fuzzy preference relation (IFPR) matrix that is broken down in table 2.

Table 2. Linguistic terms for rating the criteria (indicators) preferences

Linguistic terms	IFNs for criteria preferences
Extremely preferred (EP)	(0.90, 0.10)
Strongly preferred (STP)	(0.80, 0.10)
Definitely preferred (DP)	(0.70, 0.20)
Slightly preferred (SP)	(0.60, 0.30)
Exactly equal (EE)	(0.50, 0.50)
Other midterms	(0.55,0.35),(0.65, 0.25),(0.75, 0.15)

Using the corresponding intuitionistic fuzzy numbers matching the linguistic terms provided in Table 2, the IFPRM is constructed for each sub-index of CEII by analogy with the Saaty pairwise comparison matrix:

$$R = \begin{matrix} x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ x_1 & x_2 & \dots & x_n \end{matrix} : \begin{matrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{matrix} \quad (7)$$

$, i = j = 1, 2, \dots, n$

Step 4. Construction of the consistent IFPR matrix. In IFPR getting valid solution depends on IFPR matrix consistency. Since the weak consistency may lead to distorted results, it is considered as a critical problem in IFPRs. For the constructed IFPR matrix, the additive consistency conditions must hold [19] as shown below:

$$r_{ij} = (0.50, 0.50), \mu_{ij} = \nu_{j' i'}, \nu_{ij} = \mu_{j' i'}, \pi_{ij} = \pi_{j' i'}, \mu_{ij} + \nu_{ij} + \pi_{ij} = 1 \quad (8)$$

where, r_{ij} are diagonal elements in IFPR matrix R, μ_{ij} , ν_{ij} , π_{ij} are membership, non-membership, and hesitation margins of IFN elements, respectively.

The additive consistency of IFPR is not sufficient in modelling consistency, for this reason multiplicative consistency must be checked [20].

Definition 2. An IFPR $\bar{R} = (\bar{r}_{ij})_{n \times n}$ with $\bar{r}_{ij} = (\bar{\mu}_{ij}, \bar{\nu}_{ij})$ is multiplicative consistent if the multiplicative transitivity condition given below [20] is satisfied:

$$\mu_{ij} \cdot \mu_{jk} \cdot \mu_{ki} = \nu_{ij} \cdot \nu_{jk} \cdot \nu_{ki}, \text{ for all } i, j, k=1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Given that, the method developed by Xu and Liao [21] is applied to establish an absolute multiplicative consistent IFPR as given below:

Rule 1. For $k > i + 1$, let $\bar{r}_{ik} = (\bar{\mu}_{ik}, \bar{\nu}_{ik})$, where

$$\bar{\mu}_{ik} = \frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} \mu_{it} \mu_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} \mu_{it} \mu_{tk}} + \sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} (1-\mu_{it})(1-\mu_{tk})}} \quad k > i + 1 \quad (10)$$

$$\bar{\nu}_{ik} = \frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} \nu_{it} \nu_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} \nu_{it} \nu_{tk}} + \sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} (1-\nu_{it})(1-\nu_{tk})}} \quad k > i + 1 \quad (11)$$

Rule 2. For $k = i + 1$, let $\bar{r}_{ik} = r_{ik}$.

Rule 3. For $k < i$, let $\bar{r}_{ik} = (\bar{v}_{ki}, \bar{\mu}_{ki})$.

Rule 4. R is identified as an IFPR, if

$$d(R, \bar{R}) < \tau \quad (12)$$

where τ is the established consistency threshold, $d(R, \bar{R})$ is the distance measure between the primary IFPR (R) and its multiplicative consistent IFPR (\bar{R}), which is calculated using the following equation:

$$d(\bar{R}, R^{(p)}) = \frac{1}{2(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (|\bar{\mu}_{ik} - \mu_{ik}^{(p)}| + |\bar{v}_{ik} - v_{ik}^{(p)}| + |\bar{\pi}_{ik} - \pi_{ik}^{(p)}|) \quad (13)$$

where, p is the number of iterations.

Rule 5. The consistency ratio for the IFPR matrix must be less than the preestablished value - 0.1, before computing the criteria priority weights. If $\tau < 0.1$, the final IFPR will be constructed as:

$$\tilde{\mu}_{ik}^{(p)} = \frac{(\mu_{ik}^{(p)})^{1-\sigma} (\bar{\mu}_{ik})^\sigma}{(\mu_{ik}^{(p)})^{1-\sigma} (\bar{\mu}_{ik})^\sigma + (1-\mu_{ik}^{(p)})^{1-\sigma} (1-\bar{\mu}_{ik})^\sigma} \quad i, k = 1, 2, \dots, \quad (14)$$

$$\tilde{v}_{ik}^{(p)} = \frac{(v_{ik}^{(p)})^{1-\sigma} (\bar{v}_{ik})^\sigma}{(v_{ik}^{(p)})^{1-\sigma} (\bar{v}_{ik})^\sigma + (1-v_{ik}^{(p)})^{1-\sigma} (1-\bar{v}_{ik})^\sigma} \quad i, k = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

where, σ is attributed as a controlling parameter by decision makers.

Step 5. Computation of the criteria weights.

To compute the criteria weights, we follow these steps:

1. Computation of the distance measure : The distance between intuitionistic fuzzy sets A and B is calculated using the formula:

$$d_{IFS}(A, B) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (|\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)| + |v_A(x_i) - v_B(x_i)| + |\pi_A(x_i) - \pi_B(x_i)|) \quad (16)$$

This step evaluates the difference between the membership, non-membership, and hesitation degrees of the intuitionistic fuzzy sets [22].

2. Computation of entropy for each element of IFPR matrix: The entropy of each element is calculated using a ratio-based measure of entropy, defined as:

$$E(r_{ij}) = \frac{d_n}{d_f} \quad (17)$$

where d_n is a distance (r_{ij}, r_{near}) from r_{ij} to the nearer point r_{near} , and d_f is a distance (r_{ij}, r_{far}) from r_{ij} to the far point r_{far} [23] among IFNs for criteria preferences given in table 2.

3. Computation of Weights: The criteria weights are computed using the entropy values calculated in the previous step [24], as follows:

$$w_j = \frac{1-E_j}{\sum_{j=1}^n (1-E_j)} \quad (18)$$

This equation ensures that the criteria with lower entropy (higher information content) receive greater weights. Step 6. Obtaining the time series weights for indicators. In this step, weights of indicators as time series data are computed, which namely provide dynamicity of computation of CEII index within IFDPR model. Guangxu and et.al [25] proposed an entropy equation based on deviation degrees for the assessment of objective weights for criteria in the multiple decision-making problem:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m \frac{D_{ij}}{D_j} \ln \ln \frac{D_{ij}}{D_j}, \quad i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n \quad (19)$$

where $k = \frac{1}{\ln \ln m}$, D_{ij} - is the deviation degree between alternative with index i and any other alternative, D_j - is the deviation degree between all alternatives and any other alternative in the normalized decision matrix.

We developed [26] the entropy equation for the time-series data (vector) as below:

$$E_{sj} = -\frac{l}{\ln \ln t} \left(\frac{\frac{D_{sj}^j}{t} \ln \ln \frac{D_{sj}^j}{t}}{\sum_{s=1}^n D_{sj}} \right), \quad s=1,2,\dots,t \quad (20)$$

where t- is the number of observations in time series data (indicators), $D_{sj} = Y_{sj} - Y_{sjmax}$ for positive indicators, and $D_{sj} = Y_{sj} - Y_{sjmin}$ for negative indicators.

Next, the degree of differences df_{sj} are calculated:

$$df_{sj} = 1 - E_{sj}, \quad j = 1,2,\dots,n, s=1,2,\dots,t \quad (21)$$

Eventually, the time-series (indicators) weights are computed:

$$\lambda_{sj} = \frac{df_{sj}}{\sum_{s=1}^t df_{sj}} \quad j = 1,2,\dots,n, s=1,2,\dots,t \quad (22)$$

Step 7. Assessment of the intuitionistic fuzzy values for CEII. In this step, intuitionistic fuzzy hybrid weighted aggregation operator (IFHWA) is implemented [27] for incorporation of intuitionistic fuzzy values standing for CEII indicators for each observed year:

$$CEII(IFHWA) = \left[1 - \prod_{j=1}^n \left(1 - \mu_A(y) \right)^{\frac{w_j \lambda_{sj}}{\sum_{j=1}^n w_j \lambda_{sj}}}, \prod_{j=1}^n \left(\nu_A(y) \right)^{\frac{w_j \lambda_{sj}}{\sum_{j=1}^n w_j \lambda_{sj}}} \right] \quad (23)$$

where, $j = 1, 2, \dots, n$ is the number of indicators of CEII, $s = 1, 2, \dots, t$ indicates time series weights over years and $\omega = \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ is the criteria weight vector with $\omega_j \in [0, 1]$ and $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$, and $\lambda = \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ is the time series weight vector of the indicators over years.

Step 8. Construction of the linguistic terms and corresponding intuitionistic fuzzy value scale. With the purpose to recognize the level of aggregated intuitionistic fuzzy value among the linguistic term set, the following scale table (table 3) is established [28].

Table 3. Linguistic terms and corresponding intuitionistic fuzzy value scale

Linguistic terms	Corresponding IFN intervals
	(μ, ν)
Very high (VH)	([0.80, 0.95], [0.00, 0.15])
High (H)	([0.65, 0.80], [0.10, 0.25])
Medium high (MH)	([0.55, 0.65], [0.25, 0.35])
Medium (M)	([0.45, 0.55], [0.35, 0.45])
Medium low (ML)	([0.30, 0.45], [0.45, 0.60])
Low (L)	([0.15, 0.30], [0.60, 0.75])
Very low (VL)	([0.00, 0.15], [0.75, 0.95])

Step 9. Computation of similarity measures. In the final step, similarity measures [29] between aggregated intuitionistic fuzzy values and linguistic terms given in table 3 are computed:

$$S_{MB} = \frac{\sum_{j=1}^n (\mu_A \mu_B + \nu_A \nu_B + \pi_A \pi_B)}{\left(\sum_{j=1}^n (\mu_A^2 + \nu_A^2 + \pi_A^2), \sum_{j=1}^n (\mu_B^2 + \nu_B^2 + \pi_B^2) \right)} \quad (24)$$

where S_{MB} - is the similarity measure between IFSs A and B.

Step 10. Defuzzification of the intuitionistic fuzzy results for CEII index. In final step, aggregated intuitionistic fuzzy results for CEII are defuzzified using Center of area method [30]:

$$CEII_{years} = \frac{\sum_{s=1}^t (\mu(y_s) - \nu(y_s)) y_s}{\sum_{s=1}^t (\mu(y_s) - \nu(y_s))}$$

where, $s=1, \dots, t$ are the observation years, $\mu(y_s)$ and $\nu(y_s)$ are membership and nonmembership values for CEII over years.

ESTIMATION RESULTS

In this section, the estimation results of the Composite Economic Impact Index (CEII) for 2023 are derived from the algorithm given in section 3, featuring normalization and intuitionistic fuzzification of input data. A multiplicative consistent Intuitionistic Fuzzy Preference Relation Matrix (IFPRM) has been structured for various indicators like Total sown area under agricultural crops, Energy consumption, Labor productivity, Agricultural GDP Contribution, and Greenhouse Gas Emissions per Unit of Output. These indicators are essential for evaluating the economic impact comprehensively. As, an example, some extracts from the calculation of CEII for 2023 is provided. Following the normalization and intuitionistic fuzzification of input data, according to step 3, IFPRM is built as given below:

Table 4. CEII indicators IFPRM (Multiplicative consistent)

$SA \ EC \ LP \ AC \ GG \ SA$ (0.50, 0.50) (0.55, 0.35) (0.5992, 0.2359) (0.6476, 0.1966) (0.6946, 0.16) EC (0.35, 0.55) (0.50, 0.50)

The computed weights of indicators are below:

$$w = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5) = (0.2320, 0.2176, 0.2002, 0.1826, 0.1677)$$

Next, based on step 6, weights of data over time are computed that are given in table 5.

Table 5. CEII indicators weights

Indicators	Time series weights - λ_{sj}				
	2015	2017	2019	2021	2023
Total sown area under agricultural crops	0.2093	0.2448	0.2768	0.2193	0.2120
Energy consumption	0.1950	0.2091	0.2147	0.2171	0.2519
Labor productivity	0.2090	0.1929	0.1743	0.2086	0.2149
Agricultural GDP Contribution	0.1911	0.1769	0.1742	0.2020	0.1677
Greenhouse Gas Emissions per Unit of Output	0.1957	0.1762	0.1600	0.1531	0.1535

These weights influence the aggregation process of the CEII, which for the year 2023 calculates to:

$$CEII_{2023} = \left((1 - ((1 - 0.77)^{0.2320}) * (1 - 0.43)^{0.2176} * (1 - 0.53)^{0.2002} * (1 - 0.01)^{0.1826}) \right) \\ \left((0.18^{0.2320} * 0.52^{0.2176} * 0.42^{0.2002} * 0.99^{0.1826} * 0.86^{0.1677}) \right) = (0.45, 0.50)$$

The IFHWA values are estimated for the overall index of CEII that are illustrated in Table 6.

Table 6. IFHWA results as IFVs

Overall index	IFHWA values				
	2015	2017	2019	2021	2023
CEII	(0.51,0.43)	(0.50,0.42)	(0.56,0.32)	(0.52,0.41)	(0.45, 0.50)

Additionally, the analysis of Intuitionistic Fuzzy Hybrid Weighted Average (IFHWA) values for the overall index over various years (table 6) demonstrates relatively stable values, but a noticeable decline in the 2023. This decline is a critical factor in the deteriorating economic conditions noted.

Table 7. Computed similarity values in line with linguistic terms

Linguistic terms	Similarity values				
	2015	2017	2019	2021	2023
Very high (VH)	0.6178	0.6057	0.6631	0.6271	0.5576
High (H)	0.7931	0.7775	0.8225	0.7996	0.7390
Medium high (MH)	0.9634	0.9441	0.9570	0.9634	0.9225
Medium (M)	0.9526	0.9723	0.9725	0.9596	0.9331
Medium low (ML)	0.9309	0.9497	0.8937	0.9294	0.9464
Low (L)	0.7924	0.7754	0.6730	0.7711	0.8564
Very low (VL)	0.5513	0.5390	0.4317	0.5297	0.6247

Furthermore, similarity measures between the aggregated CEII values and predefined linguistic terms are computed (table 7), showing a fluctuation in economic impact levels from "Medium High" in 2015, shifting to "Medium" in subsequent years, and dropping to "Medium Low" by 2023.

The highest similarity values corresponding to the linguistic terms indicate the level of CEII over the considered years which are identified as:

- CEII(2015) = MH
- CEII(2017) = M
- CEII(2019) = M
- CEII(2021) = MH
- CEII(2023) = ML

The dynamics of CEII is given in Fig. 1, following the defuzzification of intuitionistic fuzzy results for the CEII over years.

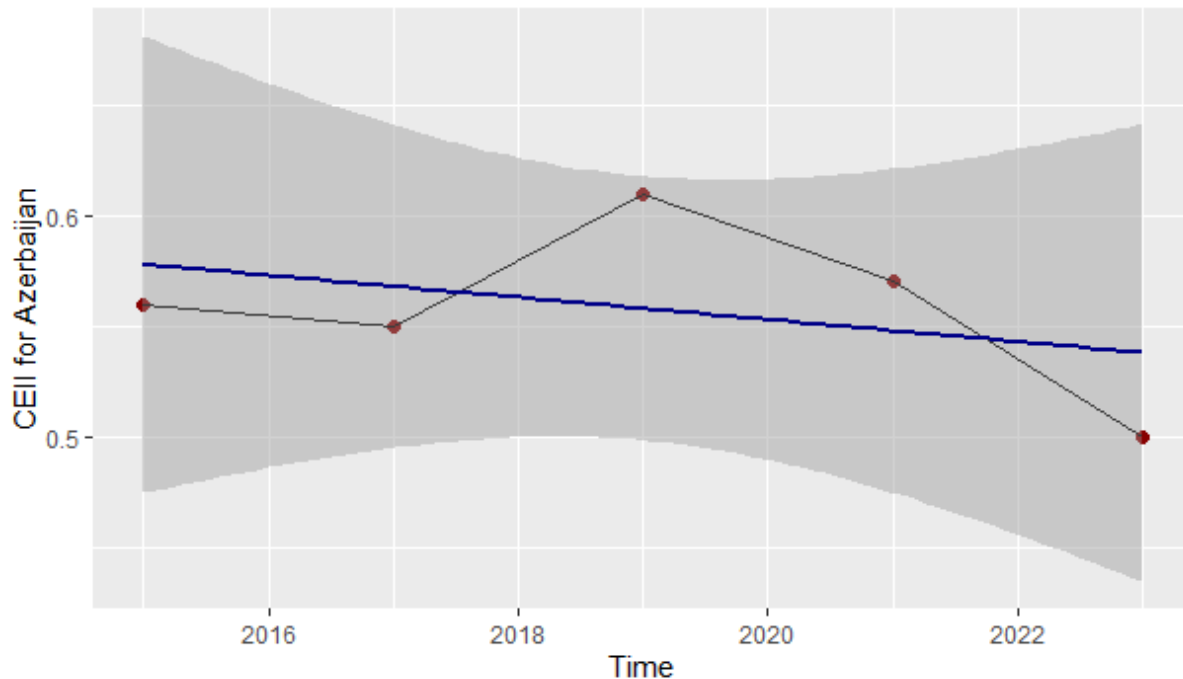


Fig. 1. CEII dynamics from 2015 to 2023

The graph of the CEII for Azerbaijan from 2015 to 2023 shows several key dynamics. Initially, the CEII remains relatively stable around 0.6 from 2015 to 2018, indicating consistent economic conditions during this period. In 2020, there is a notable peak in the index, reaching just below 0.65, possibly due to economic measures in response to global events like the pandemic. Following this peak, the index declines steadily to around 0.55 by 2023, suggesting worsening economic conditions or the diminishing effects of prior positive influences. The confidence interval widens post-2020, reflecting increased uncertainty in the index's measurements, likely due to volatile economic conditions.

CONCLUSION

The adoption of the Intuitionistic Fuzzy Dynamic Pattern Recognition (IFDPR) model for evaluating the Climate-Economic Interaction Index (CEII) in Azerbaijan appears to be a significant advancement in understanding the multifaceted relationship between climate variability and economic performance. This study demonstrates the effectiveness of integrating intuitionistic fuzzy logic to manage the inherent uncertainties in climate and economic data, providing a more accurate and dynamic representation of economic impacts.

Our analysis through the IFDPR model has facilitated a deeper insight into how various economic indicators, such as agricultural outputs, energy consumption, and greenhouse gas emissions, dynamically influenced by climatic changes. The computed Intuitionistic Fuzzy Preference Relation Matrix (IFPRM) and the subsequent weighting and aggregation processes underline the sensitivity of the Azerbaijani economy to environmental shifts, highlighting sectors that are particularly vulnerable to climate impacts.

The findings underscore the necessity for robust economic strategies that incorporate climate change predictions and their economic repercussions. By providing a clearer picture of the economic impacts of climate variability, the CEII can serve as a crucial tool for policymakers and business leaders in Azerbaijan to devise more informed and effective mitigation and adaptation strategies. The model's capacity to adapt to varying data and its robustness against the ambiguities of predictive analytics makes it an invaluable asset for ongoing economic planning and environmental management.

In conclusion, this research not only enriches the academic discourse on the integration of fuzzy logic into economic impact studies but also sets a practical framework for other countries with similar economic and environmental landscapes. Future work should aim to expand the model's capabilities its application to other indices that measure the economic impacts of global changes, thereby enhancing global economic resilience against the backdrop of inevitable climate evolution.

REFERENCES

United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP), (2019). The Economics of Climate Change in Asia and the Pacific. Chapter 4: Vulnerability and Risks. UNESCAP Report Series.

World Bank (2010). "The Economics of Adaptation to Climate Change."

Dell, M., Jones, B.F., & Olken, B.A. (2012). "Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century." *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66-95.

OECD (2014), Climate Resilience in Development Planning: Experiences in Colombia and Ethiopia, OECD Publishing, <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264209503-en.pdf?expires=1728215777&id=id&accname=guest&checksum=88E5608D96B0918EB31B1C983E7220BC>

IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32

Kahn, M. E., Mohaddes, K., Ng, R. N. C., Pesaran, M. H., Raissi, M., & Yang, J.-C. (2019). Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis. International Monetary Fund. Retrieved from <https://www.imf.org>.

Pindyck, R.S. (2013). "Climate Change Policy: What Do the Models Tell Us?" *Journal of Economic Literature*, 51(3), 860-872.

Germanwatch. <https://www.germanwatch.org/de>

Notre Dame Global Adaptation Initiative (ND-GAIN). <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>

Environmental Performance Index. <https://epi.yale.edu/>

Stockholm Environment Institute. <https://www.sei.org/publications/>

State Statistical Committee of the republic of Azerbaijan. www.azstat.gov.az

World Bank. <http://wdi.worldbank.org/tables>

TheGlobalEconomy.com. <https://www.theglobaleconomy.com/Azerbaijan/>

CEIC. www.ceicdata.com/en

Atanassov, K.T.: Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20 (1986), 87-96

Radhika, C., Parvathi, R.: Intuitionistic fuzzification functions. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*. Vol. 12(2), pp. 1211-1227, (2016).

- Gong, Z.W., Forrest, J.Y., Yao, T.: Uncertain Fuzzy Preference Relations and Their Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing 281, pp. 121-193. Springer Berlin, Heidelberg (2013). Doi:[10.1007/978-3-642-28448-9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-28448-9)
- Gong, Z.W., Li, L.S., Zou, F.X.: Goal programming approaches to obtain the priority vectors from the intuitionistic fuzzy preference relations. Computers & Industrial Engineering, 57, 1187-113 (2009). Doi:[10.1016/j.cie.2009.05.007](https://doi.org/10.1016/j.cie.2009.05.007)
- Huchang, L., Xu, Z.S.: Priorities of Intuitionistic Fuzzy Preference Relation Based on Multiplicative Consistency IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 22(6), 1669-1681 (2014). Doi:[10.1109/TFUZZ.2014.2302495](https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2014.2302495)
- Xu, Z.S., Huchang, L.: Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 22(4), 749-761 (2014). Doi:[10.1109/TFUZZ.2013.2272585](https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2272585)
- Szmidt E. and Kacprzyk J. (2000) Distances between intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy Sets and Systems, Vol. 114, No. 3, 505–518.
- Szmidt, E., Kacprzyk, J., & Bujnowski, P. (2010). On some measures of information and knowledge for intuitionistic fuzzy sets. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 16(2), 1-11
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREK). Symmetry, 13(4), 525. DOI: [10.3390/sym13040525](https://doi.org/10.3390/sym13040525)(MDPI).
- Guangxu, L., Gang, K., Yi, P.: Dynamic fuzzy multiple criteria decision making for performance evaluation. Technol. Econ. Dev. Econ. 21(5), 705-719 (2015). doi: 10.3846/20294913.2015.1056280
- Imanov, G., Aliyev, A. Fuzzy dynamic pattern recognition model for the assessment of Economic Uncertainty Index for Azerbaijan. 12th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words, Perception and Artificial Intelligence (ICSCCW 2024), Budva, Montenegro, 26-27 August 2024.
- Huchang L., Xu Z.S. Intuitionistic Fuzzy Hybrid Weighted Aggregation Operators. International Journal of Intelligent Systems, 2014 Vol. 29, pp. 971- 993
- Kahraman, C., Öztayşi, B., Onar, S.Ç.: An İntegrated İntuitionistic Fuzzy AHP and TOPSİS Approach to Evaluation of Outsource Manufacturers. Journal of Intelligent Systems, 29(1), 283-297, (2020). Doi: [10.1515/jisys-2017-0363](https://doi.org/10.1515/jisys-2017-0363)
- Mukherjee, S., Basu, K.: Solution of a class of intuitionistic fuzzy assignment problem by using similarity measures. Knowl. Based Syst. 27, pp. 170-179, (2012). Doi:[10.1016/j.knosys.2011.09.007](https://doi.org/10.1016/j.knosys.2011.09.007)
- Angelov, P. (2004). Crispification: Defuzzification of intuitionistic fuzzy sets. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 10(2), 1-11

SISTEMAS DINÁMICOS APLICADOS AL MODELADO MATEMÁTICO DEL COMPORTAMIENTO EN REDES SOCIALES

Martha Beatriz Flores Romero¹, Adrián Alonso López², Jennifer López Chacón³

¹Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas UMSNH, ²Facultad de Ciencias Físico Matemáticas UMSNH,

³Facultad de Biología UMSNH

martha.flores@umich.mx , adrian.alonso.lopez@umich.mx, jennifer.lopez@umich.mx

RESUMEN

El uso de sistemas dinámicos en el modelado de redes sociales proporciona una herramienta poderosa para analizar y comprender los comportamientos complejos que emergen en estas plataformas. Este enfoque permite modelar la evolución temporal de las interacciones sociales, capturando tanto cambios graduales como transiciones bruscas en nodos e influencias clave. A través de la identificación de variables como influencia, conectividad y viralidad, se construyen modelos matemáticos que permiten simular escenarios hipotéticos, evaluar la estabilidad de la red, y predecir su resiliencia ante perturbaciones. Este tipo de análisis no solo optimiza la gestión de redes sociales en áreas como el marketing o la política, sino que también contribuye significativamente a la investigación en ciencias sociales y computacionales, ofreciendo nuevas perspectivas sobre la propagación de información, la polarización de opiniones y la formación de comunidades en línea.

Palabras Clave: Sistemas Dinámicos, Redes Sociales, Marketing Digital.

INTRODUCCIÓN

Analizar el comportamiento de las redes sociales es esencial para comprender las dinámicas sociales contemporáneas y la evolución de las interacciones humanas en el entorno digital. Las redes sociales actúan como un espejo de cómo las personas se conectan, interactúan y construyen comunidades virtuales, facilitando a los investigadores el análisis de fenómenos complejos como la formación de opiniones, la difusión de información y la influencia social. Estos fenómenos son fundamentales para entender cómo las ideas se propagan y cómo ciertas narrativas ganan tracción dentro de diferentes grupos. Este tipo de análisis no solo proporciona una comprensión más profunda de la estructura y el funcionamiento de las relaciones humanas en el ámbito digital, sino que también permite identificar patrones emergentes y tendencias sociales (Kietzmann et al., 2011).

En un entorno cada vez más interconectado, el estudio de las redes sociales también resulta invaluable para la predicción de futuros desarrollos sociales y culturales. La capacidad de detectar cambios tempranos en las interacciones sociales, las preferencias y los comportamientos permite anticipar transformaciones sociales a gran escala, lo que es particularmente útil para sectores como la política, los medios de comunicación y la educación. Por otro lado, en el ámbito comercial, este análisis ofrece ventajas estratégicas para las empresas, ya que pueden identificar de manera anticipada las necesidades y comportamientos de los consumidores, diseñando productos y campañas ajustados a sus demandas. En un mercado altamente competitivo, la capacidad de prever estos movimientos y reaccionar en tiempo real puede ser un diferencial clave para mantenerse relevantes y competitivos.

El estudio de las redes sociales también ayuda a comprender la fragmentación y polarización dentro de las comunidades en línea, además de revelar el papel de los influencers y figuras públicas en la creación de corrientes de opinión. Al analizar cómo las comunidades virtuales se agrupan y qué factores determinan el éxito de ciertos mensajes, es posible diseñar estrategias más efectivas tanto para la comunicación social como para el marketing digital. En última instancia, este análisis es una herramienta poderosa para descifrar las dinámicas humanas en la era digital y anticipar los cambios en las interacciones sociales y de consumo (Kietzmann et al., 2011).

Para las empresas y organizaciones, comprender el comportamiento en las redes sociales se ha vuelto indispensable para optimizar sus estrategias de comunicación y marketing. El análisis detallado de estas plataformas permite a las marcas diseñar campañas más efectivas y personalizadas, ajustadas a las preferencias y comportamientos específicos de su audiencia. Este enfoque no solo maximiza el alcance y el impacto de sus mensajes, sino que también mejora la segmentación del mercado, aumentando la posibilidad de interacciones positivas y conversiones. Las redes sociales ofrecen un flujo continuo de datos sobre interacciones, preferencias y tendencias que, cuando se analizan adecuadamente, pueden conducir a decisiones estratégicas más informadas y eficaces. Además, las herramientas de análisis de redes sociales permiten a las organizaciones adaptarse a cambios rápidos en los comportamientos del consumidor, generando oportunidades para ajustar campañas en tiempo real y mejorar el rendimiento de las estrategias.

El análisis de redes sociales también es crucial para la prevención y manejo de crisis. En un entorno donde la información circula a gran velocidad, las empresas enfrentan el desafío de controlar su reputación en tiempo real. Detectar señales tempranas de desinformación o la propagación de movimientos negativos puede marcar la diferencia entre contener una crisis o sufrir un daño significativo en la imagen corporativa. Este análisis proactivo permite a las organizaciones actuar rápidamente, implementando estrategias de mitigación antes de que los problemas se intensifiquen. De esta manera, no solo protegen su reputación, sino que también aseguran la continuidad de sus operaciones al minimizar el impacto de la desinformación o las críticas negativas. En un mundo cada vez más interconectado, esta capacidad de respuesta rápida es fundamental para mantenerse competitivos y resilientes ante los desafíos que plantea la comunicación digital (Castells, 2011).

Desde una perspectiva académica, el análisis de redes sociales ha transformado la investigación en ciencias sociales, ofreciendo una herramienta poderosa para explorar y validar teorías sobre la interacción humana, la cohesión social y la estructura de las comunidades. Las redes sociales digitales generan una gran cantidad de datos empíricos que permiten a los investigadores estudiar cómo los individuos y grupos se relacionan, cómo se forman las opiniones y cómo emergen y evolucionan las dinámicas de poder y las estructuras sociales. Este enfoque facilita un entendimiento más profundo de los comportamientos colectivos y de los mecanismos que subyacen a la propagación de ideas y movimientos sociales.

Además, el análisis de redes sociales tiene un valor crucial en el diseño de políticas públicas. Al comprender mejor cómo interactúan las personas dentro de sus comunidades y cómo se difunden la información y las influencias, los responsables políticos pueden diseñar estrategias más efectivas que respondan a las necesidades reales de la ciudadanía. Este análisis ayuda a identificar puntos clave de intervención, como la identificación de grupos marginados o vulnerables, y prever cómo reaccionarán diferentes segmentos de la población ante determinadas políticas. De esta forma, el análisis de redes sociales se convierte en una herramienta invaluable para crear políticas públicas basadas en evidencia, que mejoren la cohesión social y fomenten un entorno más inclusivo y equitativo (Fuchs, 2021).

El estudio de las redes sociales ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, especialmente con el auge de las plataformas digitales, que han permitido un análisis más detallado y dinámico de las interacciones sociales (Strogatz, 2018). Las redes sociales, caracterizadas por sus nodos (individuos, organizaciones) y enlaces (relaciones, interacciones), son sistemas complejos que presentan comportamientos dinámicos difíciles de modelar mediante métodos tradicionales (Barabási, 2003). En este contexto, los sistemas dinámicos emergen como una herramienta matemática poderosa para el modelado y análisis de la evolución de estos comportamientos a lo largo del tiempo.

Los sistemas dinámicos permiten capturar la naturaleza no lineal y, a menudo, caótica de las interacciones en una red social, proporcionando una visión más precisa y detallada del comportamiento de la red en diferentes momentos. La propuesta metodológica presentada se organiza en varias fases clave, comenzando con la identificación de las variables y relaciones fundamentales que definen el comportamiento en la red social. A partir de esta base, se procede a la formulación de un modelo dinámico matemático que represente fielmente la evolución de la red. Este modelo se implementa luego en simulaciones computacionales para explorar diversos escenarios hipotéticos, permitiendo a los investigadores prever posibles comportamientos emergentes y puntos críticos dentro de la red. El proceso culmina con la interpretación de los resultados y su aplicación práctica, seguido de una fase de evaluación y refinamiento del modelo para asegurar su precisión y relevancia en diferentes contextos.

Finalmente, se destacan las conclusiones del estudio, subrayando la importancia de esta metodología para avanzar en la investigación en ciencias sociales, donde la comprensión de las dinámicas complejas de las redes es crucial. También se resalta la utilidad práctica de estos modelos en la gestión efectiva de redes sociales, lo que puede tener implicaciones significativas en campos como la comunicación, el marketing y la seguridad cibernética. Este trabajo contribuye de manera sustancial a la literatura existente, proporcionando una guía sistemática para el uso de sistemas dinámicos en el análisis de redes sociales y destacando su potencial para ofrecer nuevas perspectivas sobre el comportamiento social en entornos altamente conectados.

SISTEMAS DINÁMICOS PARA EL MODELADO DE COMPORTAMIENTOS SOCIALES

Los sistemas dinámicos son una rama de las matemáticas que estudia la evolución de los sistemas a lo largo del tiempo, bajo la influencia de leyes internas que determinan su comportamiento. Estos sistemas se aplican en áreas como la física, la biología, la economía y las ciencias sociales para describir cómo el estado de un sistema cambia de un momento a otro. La capacidad de los sistemas dinámicos para modelar tanto comportamientos lineales como no lineales permite analizar situaciones donde pequeñas variaciones en las condiciones iniciales pueden generar resultados completamente distintos. Esta versatilidad es clave para entender y predecir la evolución de sistemas complejos, incluso en situaciones caóticas o impredecibles, lo que los convierte en herramientas valiosas para diversas disciplinas (Strogatz, 2018; Newman, 2010).

En el contexto de las redes sociales, los sistemas dinámicos ofrecen un marco matemático para modelar la evolución de las interacciones entre los nodos (personas, grupos o entidades) a lo largo del tiempo. Las redes sociales son inherentemente dinámicas, ya que las relaciones entre los nodos se fortalecen, debilitan o desaparecen a medida que los individuos cambian sus patrones de interacción. Utilizando sistemas dinámicos, se pueden estudiar fenómenos como la difusión de información, la propagación de influencias y la formación de opiniones. Estos modelos permiten capturar cómo los cambios locales en las interacciones afectan el comportamiento global de la red, proporcionando una comprensión profunda de los procesos sociales que emergen en estos entornos. Por ejemplo, pueden modelar cómo las ideas se propagan a través de redes complejas y cómo los grupos sociales reaccionan ante nuevas informaciones (Jackson, 2008; Barabási, 2016).

Además, los sistemas dinámicos son útiles para simular fenómenos más complejos como la polarización de opiniones, la viralización de contenido o el colapso de comunidades. En una red social, donde las interacciones son fluidas y las conexiones pueden cambiar rápidamente, estos modelos permiten predecir cómo pequeñas modificaciones en las interacciones entre los nodos pueden tener efectos significativos en el sistema general. Este enfoque es particularmente relevante en la era digital, donde los cambios en el comportamiento individual, amplificadas a través de las redes sociales, pueden desencadenar grandes transformaciones en la dinámica global de la red. Además, los sistemas dinámicos no solo permiten el análisis retrospectivo, sino que también ofrecen herramientas predictivas que pueden ser utilizadas para anticipar futuros estados de la red y diseñar estrategias efectivas en áreas como el marketing, las campañas de sensibilización y la prevención de crisis en línea (Kietzmann et al., 2011).

El análisis de la estabilidad de una red social es otro aspecto crucial que los sistemas dinámicos permiten abordar. Estos modelos pueden identificar puntos críticos dentro de la red, donde pequeñas perturbaciones pueden desencadenar cambios significativos en su estructura y funcionamiento. Al identificar estos puntos vulnerables, se puede prever cómo las modificaciones en las interacciones sociales —ya sea por la eliminación de nodos clave o la reconfiguración de vínculos— afectarán el comportamiento general de la red. Esto es especialmente útil para evaluar la resiliencia de las redes sociales frente a ataques o fallos, asegurando que la red continúe funcionando de manera efectiva incluso ante interrupciones inesperadas. Al simular escenarios hipotéticos, es posible prever cómo la adición o eliminación de nodos o cambios en las conexiones afectan la red, lo que facilita la planificación estratégica (Strogatz, 2018; Newman, 2010).

Este enfoque es particularmente útil para estudiar fenómenos como la diseminación de rumores o la resiliencia de la red ante crisis. Los sistemas dinámicos permiten analizar cómo los rumores o las informaciones falsas se propagan a través de la red y qué factores facilitan o limitan su diseminación. Además, la capacidad de estos modelos para prever las consecuencias de cambios en las conexiones de la red puede ayudar a las organizaciones a tomar decisiones estratégicas sobre cómo mitigar los efectos de una crisis o gestionar la estabilidad a largo plazo de la red social. Al anticipar estos cambios, los modelos de sistemas dinámicos se convierten en herramientas valiosas para optimizar la gestión de redes sociales y garantizar su resiliencia frente a perturbaciones externas (Barabási, 2016; Jackson, 2008).

APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DINÁMICOS PARA EL MODELADO DE COMPORTAMIENTOS SOCIALES

Los sistemas dinámicos ofrecen un marco matemático robusto para modelar y analizar el comportamiento de las redes sociales, permitiendo una comprensión profunda de diversos fenómenos sociales y cómo evolucionan a lo largo del tiempo. Las aplicaciones de los sistemas dinámicos en este contexto son amplias y permiten abordar cuestiones relacionadas con la difusión de información, la formación de opiniones, la estabilidad de las redes y la

simulación de comportamientos emergentes. A continuación, se describen algunas de las aplicaciones más destacadas (Kempe et al., 2003; Newman, 2010):

Difusión de información

Una de las aplicaciones más importantes de los sistemas dinámicos en redes sociales es la difusión de información. Los modelos dinámicos permiten simular y analizar cómo la información se propaga a través de una red, ayudando a identificar los mecanismos clave que facilitan o inhiben esta difusión. En particular, es posible identificar nodos dentro de la red que actúan como influenciadores clave, es decir, individuos o entidades con un impacto significativo en la diseminación de la información. Estos influenciadores pueden ser aprovechados para maximizar el alcance y la efectividad de campañas informativas o publicitarias. De manera similar, los modelos pueden revelar la existencia de cuellos de botella en la red, donde la información se ralentiza o se bloquea, lo que impide su propagación completa. Al comprender estas dinámicas, se pueden diseñar estrategias de comunicación más eficientes que optimicen la velocidad y el alcance de la información, o en otros casos, limitar la difusión de información no deseada, como en la gestión de crisis o la lucha contra la desinformación (Kempe et al., 2003).

En contextos como las redes sociales digitales, donde el flujo de información es rápido y puede amplificarse exponencialmente, los sistemas dinámicos ofrecen una herramienta invaluable para prever cómo ciertas campañas de marketing, noticias o rumores pueden propagarse a través de la red. Este análisis es fundamental no solo para las empresas, sino también para instituciones gubernamentales y organizaciones que desean mitigar los efectos de campañas de desinformación o evaluar el impacto de políticas públicas difundidas por redes sociales.

Formación de opiniones

Otra aplicación relevante de los sistemas dinámicos es el modelado de la formación y evolución de opiniones dentro de una red social. Este enfoque permite capturar la complejidad de las interacciones entre individuos con diferentes perspectivas, y cómo estas interacciones pueden llevar a la convergencia de opiniones (consenso) o, por el contrario, a la divergencia y polarización de grupos dentro de la red. La polarización es un fenómeno clave en diversos contextos, especialmente en la política, donde las opiniones polarizadas pueden influir en los resultados electorales y en la cohesión social. Al modelar estos procesos, es posible entender cómo las opiniones individuales se ven influenciadas por sus conexiones dentro de la red y cómo grupos homogéneos pueden volverse resistentes al cambio (Newman, 2010).

Además de su relevancia en la política, este tipo de modelado también es crucial en marketing y publicidad, donde comprender cómo se forman y evolucionan las preferencias de los consumidores puede determinar el éxito de una campaña. Los sistemas dinámicos pueden identificar los factores que contribuyen a que ciertas opiniones o preferencias permanezcan estables o, por el contrario, cambien rápidamente. Esta capacidad de identificar los factores que potencian la resistencia al cambio de opinión es esencial para el diseño de estrategias de persuasión, especialmente en el caso de campañas de concienciación o cambio social.

Estabilidad y resiliencia de redes

Los sistemas dinámicos también son esenciales para analizar la estabilidad y resiliencia de una red social frente a perturbaciones, como la eliminación de nodos clave o cambios en la estructura de la red. Este tipo de análisis es fundamental para identificar qué estructuras dentro de una red son vulnerables a perturbaciones externas, como ciberataques, o qué partes de la red son más robustas y capaces de resistir cambios significativos. En un mundo digital interconectado, la resiliencia de una red es crucial, no solo en el ámbito de las redes sociales, sino también en redes críticas de infraestructuras como las telecomunicaciones o la energía. Al aplicar sistemas dinámicos, los investigadores pueden prever cómo la red reaccionará a fallos o ataques, y diseñar estrategias para fortalecer las conexiones más vulnerables (Newman, 2010).

En el contexto de la ciberseguridad y las redes de comunicación, esta capacidad para prever la vulnerabilidad estructural puede ser la diferencia entre una red robusta y una que colapse ante un ataque o falla importante. Las aplicaciones de estos análisis se extienden desde la planificación de infraestructuras críticas hasta la gestión de campañas de desinformación, donde una red social robusta es más capaz de resistir ataques organizados que buscan alterar la percepción pública.

Simulación de comportamientos emergentes

Finalmente, los sistemas dinámicos permiten la simulación de escenarios hipotéticos dentro de las redes sociales, explorando cómo pequeños cambios en las interacciones entre nodos o en la estructura de la red pueden dar lugar a comportamientos colectivos emergentes. Este enfoque es particularmente útil para entender fenómenos sociales complejos, como la emergencia de normas sociales dentro de comunidades, o el surgimiento de movimientos de protesta organizados, donde la insatisfacción individual puede escalar hasta convertirse en una acción colectiva (Barabási, 2016).

Las simulaciones también son útiles para predecir la adopción de nuevas tecnologías o innovaciones dentro de una red social, identificando los patrones de adopción que pueden facilitar o dificultar la difusión de estas innovaciones. Al anticipar estos comportamientos emergentes, los modelos de sistemas dinámicos proporcionan una herramienta crítica para la toma de decisiones estratégicas, permitiendo a los investigadores y planificadores adelantarse a cambios sociales significativos y diseñar estrategias que aprovechen o mitiguen estos efectos. Este enfoque es especialmente relevante en la actualidad, donde la rápida adopción de tecnologías como la inteligencia artificial y las redes 5G puede transformar la forma en que las sociedades se comunican y operan a nivel global (Barabási, 2016).

PROPUESTA METODOLÓGICA

Para aplicar sistemas dinámicos en el modelado de redes sociales como Facebook e Instagram, es fundamental identificar y definir las variables clave que influyen en el comportamiento de los usuarios en estas plataformas. Estas variables permiten construir un modelo matemático que refleje con precisión la dinámica de la red social, facilitando simulaciones y análisis que revelan comportamientos complejos. A continuación, se presentan algunas de las variables que pueden ser utilizadas, así como su correspondiente medición en las plataformas mencionadas:

- **Influencia:** La capacidad de un usuario para afectar las opiniones, decisiones o comportamientos de otros dentro de la red.
- **Medición en Facebook/Instagram:** Número de seguidores, cantidad de interacciones (likes, shares, comments) y la frecuencia con la que sus publicaciones son compartidas.
- **Confianza:** La percepción de credibilidad y confiabilidad entre usuarios, lo cual influye en la receptividad a la información.
- **Medición en Facebook/Instagram:** Relación de amistad o seguimiento, historial de interacciones positivas y coherencia de las publicaciones con la identidad del usuario.
- **Comunicación:** La cantidad y calidad de las interacciones entre usuarios, incluidas menciones, mensajes directos y comentarios.
- **Medición en Facebook/Instagram:** Número de mensajes directos, comentarios en publicaciones, frecuencia de menciones y participación en grupos o eventos.
- **Conectividad:** La estructura de las conexiones dentro de la red, que influye en la difusión de la información.
- **Medición en Facebook/Instagram:** Número de amigos o seguidores, conexiones mutuas (amigos en común) y densidad de la red (cuántos amigos de un usuario son también amigos entre sí).
- **Compromiso (Engagement):** El nivel de participación activa de los usuarios con el contenido y otros usuarios.
- **Medición en Facebook/Instagram:** Tasa de engagement (likes, comments, shares por post), tiempo de permanencia en la plataforma y frecuencia de publicación.
- **Viralidad:** La rapidez y el alcance con que una publicación se difunde en la red.
- **Medición en Facebook/Instagram:** Número de veces que una publicación ha sido compartida, tasa de crecimiento de visualizaciones y uso de hashtags.
- **Sentimiento:** La actitud o emoción expresada en publicaciones o comentarios, que influye en la respuesta de otros usuarios.
- **Medición en Facebook/Instagram:** Análisis de texto para detectar tono positivo, negativo o neutro en comentarios y publicaciones.
- **Autoridad:** La medida en que un usuario es percibido como experto o líder en un tema.
- **Medición en Facebook/Instagram:** Número de seguidores relevantes en un nicho, frecuencia con la que es mencionado por otros usuarios influyentes y el impacto de sus publicaciones.
- **Resiliencia de la red:** La capacidad de la red para mantener su funcionalidad ante perturbaciones, como la pérdida de nodos clave.

- **Medición en Facebook/Instagram:** Análisis de conectividad después de la eliminación de cuentas o cambios en la plataforma, y la velocidad con que se restablecen las conexiones.

Estas variables son esenciales para la construcción de modelos dinámicos que representen la complejidad y el comportamiento de las redes sociales en plataformas como Facebook e Instagram. Al integrarlas en ecuaciones matemáticas, es posible simular y analizar la difusión de información, la evolución de las opiniones y la estabilidad de la red ante diversos escenarios. Este enfoque no solo permite entender el comportamiento actual de las redes, sino también prever su evolución y diseñar estrategias para optimizar la gestión y el uso de estas plataformas.

Propuesta metodológica: Fases del proceso

La propuesta metodológica para el uso de sistemas dinámicos en el modelado de redes sociales, considerando las variables anteriormente mencionadas, se estructura en las siguientes fases:

Fase 1: Identificación de variables y relaciones

En esta fase inicial, se identifican las variables clave que influyen en el comportamiento de la red social, como la influencia, la confianza y la comunicación. A partir de estas variables, se establecen las relaciones dinámicas entre ellas, mediante la formulación de ecuaciones diferenciales u otros modelos matemáticos que capturen la evolución del sistema. En este punto, es esencial definir con precisión cómo cada variable interactúa con las demás, estableciendo un marco teórico para las simulaciones.

Fase 2: Formulación del modelo dinámico

Una vez identificadas las variables y sus interacciones, se procede a la formulación del modelo matemático que representa la dinámica de la red social. Este modelo debe integrar de manera coherente todas las variables y reflejar el comportamiento observado en la red. Para garantizar la validez del modelo, se utilizan datos empíricos obtenidos directamente de las plataformas (por ejemplo, interacciones de usuarios en Facebook o Instagram) para ajustar y calibrar los parámetros del modelo.

Fase 3: Simulación y análisis

Con el modelo matemático formulado, se implementa en un entorno computacional para realizar simulaciones de la red social bajo diferentes condiciones o escenarios. Estas simulaciones permiten analizar cómo evoluciona la red en diversas situaciones, como el crecimiento de la viralidad de una publicación, la formación de comunidades polarizadas o la resiliencia de la red ante la eliminación de nodos clave. Además, este análisis permite identificar puntos críticos o puntos de bifurcación, donde pequeñas perturbaciones pueden provocar grandes cambios en la dinámica de la red.

Fase 4: Interpretación y aplicación de los resultados

Los resultados obtenidos de las simulaciones deben ser interpretados en el contexto del comportamiento de la red social. Esta fase implica extraer conclusiones sobre los patrones observados, como las dinámicas de difusión de información o la formación de grupos de opinión. Los resultados también pueden aplicarse para desarrollar estrategias prácticas, como optimizar campañas publicitarias en Facebook, aumentar el engagement en Instagram o gestionar crisis de comunicación mediante la comprensión de los puntos vulnerables en la red.

Fase 5: Evaluación y refinamiento

En esta fase, se evalúa la precisión del modelo comparando las predicciones con datos reales adicionales. Si se identifican discrepancias, se ajustan los parámetros del modelo o se refinan las ecuaciones dinámicas para mejorar su capacidad predictiva y explicativa. Este proceso de evaluación continua es fundamental para asegurar que el modelo sea robusto y útil en diferentes escenarios y contextos, adaptándose a la evolución de la red social en tiempo real.

CONCLUSIONES

El uso de sistemas dinámicos en el modelado de redes sociales proporciona una herramienta poderosa para el análisis profundo y la comprensión de los comportamientos complejos que emergen en estas estructuras digitales. A través de los sistemas dinámicos, es posible modelar la evolución temporal de las interacciones entre usuarios, lo que permite captar tanto los cambios graduales como las transiciones bruscas que ocurren dentro de una red social. Este enfoque es particularmente valioso en plataformas como Facebook, Instagram o Twitter, donde las

interacciones no solo son numerosas y multifacéticas, sino que también se desarrollan a gran velocidad y están influidas por múltiples factores externos, como tendencias globales, eventos actuales y algoritmos de contenido.

La metodología propuesta ofrece un marco sistemático y riguroso para la aplicación de modelos dinámicos en redes sociales, comenzando con la identificación de variables clave que definen los comportamientos de los usuarios y las características estructurales de la red. Estas variables, como la influencia, la conectividad, el engagement o la viralidad, capturan los aspectos más relevantes de las interacciones en las plataformas sociales y permiten modelar cómo estas influyen en la difusión de información, la formación de opiniones y la estabilidad de la red. Una vez identificadas estas variables, se procede a la formulación de un modelo matemático que integra dichas variables y sus interacciones. Este modelo dinámico es luego validado mediante datos empíricos obtenidos directamente de las plataformas, garantizando que refleje con precisión la realidad de la red social.

Una de las grandes fortalezas de este enfoque es la capacidad de realizar simulaciones de escenarios hipotéticos. Al implementar el modelo en un entorno computacional, es posible explorar cómo la red podría comportarse bajo diversas circunstancias, como el lanzamiento de una campaña publicitaria viral, el crecimiento de movimientos sociales o la gestión de crisis en línea. Estos escenarios simulados permiten predecir puntos de inflexión en el comportamiento de la red, identificar puntos críticos y bifurcaciones, y evaluar la resiliencia de la red ante perturbaciones, como la eliminación de nodos clave o la introducción de nueva tecnología en la plataforma. Esta capacidad predictiva tiene un valor incalculable para la gestión estratégica de redes sociales, ya que proporciona una base científica para tomar decisiones informadas que optimicen el impacto de las campañas de marketing, aumenten el compromiso de los usuarios y mitiguen los efectos negativos de la desinformación o las crisis.

Además de su aplicación práctica, los resultados obtenidos mediante esta metodología pueden contribuir significativamente a la investigación en ciencias sociales y computacionales. El uso de sistemas dinámicos en redes sociales permite generar nuevas hipótesis sobre la evolución de las interacciones humanas en entornos digitales, al tiempo que proporciona evidencia empírica para respaldar teorías sobre la propagación de información, la polarización de opiniones y la formación de comunidades en línea. Este enfoque también abre nuevas vías para el estudio de fenómenos emergentes, como la viralización de contenido, la aparición de influencers y la dinámica de poder en redes descentralizadas. Al integrar tanto herramientas matemáticas como computacionales, este tipo de análisis promueve una mayor interdisciplinariedad, fomentando la colaboración entre campos como la sociología, la informática, la psicología y el marketing.

BIBLIOGRAFÍA

Barabasi, A. L. (2003). *Linked: How everything is connected to everything else and what it means*. Plume.

Castells, M. (2011). *The rise of the network society*. John Wiley & Sons.

Fuchs, C. (2021). *Social media: A critical introduction*.

Jackson, M. O. (2008). *Social and economic networks* (Vol. 3, p. 519). Princeton: Princeton University Press.

Kempe, D., Kleinberg, J., & Tardos, É. (2003, August). Maximizing the spread of influence through a social network. In *Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (pp. 137-146).

Kietzmann, J. H., Hermkens, K., McCarthy, I. P., & Silvestre, B. S. (2011). *Social media? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media*.

Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An Introduction*.

Strogatz, S. H. (2018). *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*. CRC Press.

INTERNATIONAL ENTREPRENEURSHIP AS A SUSTAINED COMPETITIVE ADVANTAGE TO ENCOURAGE THE INTERNATIONALIZATION OF MICHOACAN MSMEs

José Elías Silva Trigueros, Alejandro Silva Trigueros
Tecnológico Nacional de México
jose.st@morelia.tecnm.mx, alejandro_silva_t@hotmail.com

ABSTRACT

Concerning the internationalization of the firm, the utmost importance of the entrepreneurs, widely recognized as the main variable in the process for micro, small and medium enterprises (MSMEs) cannot be denied (Miesenbock, 1988). In order to be able to create the highest possible value, entrepreneurial firms need to act strategically, which demands an effective integration between the theories of entrepreneurship and strategic thinking (Hitt *et al.*, 2001). Entrepreneurs can be seen as strategists operating between what a firm can do (organizational strengths and weaknesses) and what it might do (opportunities and environmental threats) (Foss *et al.*, 1995). The firm's internationalization perspective, based on international entrepreneurship, has a great strategic relevance considering entrepreneurs as a main part of the internationalization processes of the firm, since they are individuals who carry out entrepreneurial actions (Andersson, 2000), and are the most important agents of change, with the ability and willingness to take risks in making their judgments to be innovative and to take advantage of business opportunities in a market environment (OECD, 2000).

Key Words: International Entrepreneurship, Strategy, Internationalization.

RESUMEN

Al considerar la internacionalización de la firma no puede negarse la importancia sustantiva de los emprendedores, ampliamente reconocidos como la principal variable en la internacionalización de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) (Miesenbock, 1988). Para estar en condiciones de crear el mayor valor posible, las firmas emprendedoras requieren actuar estratégicamente, lo que demanda una efectiva integración entre las teorías del emprendimiento y el pensamiento estratégico (Hitt *et al.*, 2001). Los emprendedores pueden ser vistos como estrategias que operan entre lo que una firma puede hacer (fuerzas y debilidades organizacionales) y lo que ésta podría hacer (oportunidades y amenazas ambientales) (Foss *et al.*, 1995). La perspectiva de la internacionalización de la firma, fundamentada en el emprendimiento internacional, posee una gran relevancia estratégica al considerar a los emprendedores como parte sustantiva en los procesos de internacionalización de la firma, ya que son individuos que llevan a efecto acciones empresariales (Andersson, 2000) y son los agentes más importantes del cambio, con la capacidad y la voluntad de asumir riesgos en la realización de sus juicios para ser innovadores y para aprovechar las oportunidades de negocios en un entorno de mercado (OCDE, 2000).

Palabras clave: Emprendimiento Internacional, Estrategia, Internacionalización.

DESCRIPTION OF THE CURRENT SITUATION

The perspective of international entrepreneurship emerges from the research domain of the internationalization of the firm, particularly of micro, small and medium-sized enterprises (MSMEs), and is located at the interface of entrepreneurship and international business (McDougall *et al.*, 2000a; Antoncic *et al.*, 2000). Researchers are still trying to correctly define the intersection between the two lines and, more importantly, the identification of the activities associated with entrepreneurial companies that seek to go beyond their national borders (Ruzzier *et al.*, 2006) (see table 1).

Table 1. Evolution of the concept of international entrepreneurship

AUTHOR(S)	YEAR	INTERNATIONAL ENTREPRENEURSHIP
Schumpeter Penrose Ruzzier <i>et al.</i>	1950 1959 2006	Entrepreneurs have specific individual resources that facilitate the identification of new opportunities and are capable of having the necessary resources for the company to be successful.
Barney Langlois Barney <i>et al.</i>	1991 1995 2001	Business knowledge, relationships, experience, training, skills, judgment and the ability to coordinate resources are seen as resources in themselves.
McDougall <i>et al.</i>	1994	International entrepreneurs exploit the opportunities they perceive in international markets and establish companies that operate beyond national borders. They are characterized by being alert to the possibilities implied by the combination of resources from different international markets due to the skills gained in their previous activities notably, networks, knowledge and background.
Foss <i>et al.</i>	1995	International entrepreneurs can be considered as strategists in charge of clarifying what a company can do by identifying its strengths and weaknesses, and what the firm could do by correctly determining the opportunities and threats in its environment.
Oviatt <i>et al.</i>	1997	Set of new and innovative activities carried out by the individual (international entrepreneur) that have the objective of creating value and the growth of business organizations across their national borders.
Rangone Alvarez <i>et al.</i>	1999 2001	International entrepreneurs are the source of the firm's sustained competitive advantages.
OECD	2000	The international entrepreneur is one of the most important agents of change, with the ability and willingness to take risks in making their judgments to be innovative and to take advantage of business opportunities in a market environment.
McDougall <i>et al.</i>	2000a 2000b	Combination of proactive behavior oriented towards innovation and the search for risk that goes beyond national borders and that is destined to create value in organizations.
Oviatt <i>et al.</i>	2005	Concerning the discovery, enactment, evaluation, and exploitation of opportunities, across national borders, to create future goods and services.

Source: Own elaboration.

Keupp *et al.* (2009) establish that the perspective of international entrepreneurship (IE) constitutes a highly relevant field of research as it is the result of the intersection between international business (IB) and the theory of business entrepreneurship (ET) including several important implications in the field of international management, entrepreneurship and the strategic management of the firms. From a certain perspective, the field is still fragmented and lacks a common theoretical integration, mainly due to the existence of certain knowledge gaps, theoretical inconsistencies and contradictory predictions that limit the understanding of the international entrepreneurship perspective.

Furthermore, there is no unifying paradigm within this perspective as there is a wide variety of theoretical and methodological approaches (McDougall *et al.*, 2000a). This problem can be directly related to the lack of a rigorous definition concerning what the perspective of international entrepreneurship actually is.

The field of the international entrepreneurship perspective stemmed from phenomenological research and the work of McDougall *et al.* (1994) marking the starting point, since this author was focused on the formation of new international organizations, which he defined as business entities that, from the beginning of their operations, seek to obtain a significant competitive advantage through the exploitation of their resources and the sale of products to several countries. This definition largely restricts the perspective of international entrepreneurship to the study of the internationalization of start-ups that are necessarily small and young.

Shrader *et al.* (2000) analyze the entry strategies to international markets of the new small companies and contemplate within the phenomenon of accelerated internationalization the companies that carry out international commercial activities in the first years of their organizational life cycles, earlier rather than later as historically had been the case.

Given the original intention that the perspective of international entrepreneurship would become a new academic field of study, where the theory of international business (IB) would converge with the theory of business entrepreneurship (ET) (Oviatt *et al.*, 2005), this development seems to be problematic. In recent years, a series of theoretical developments have emerged in order to move the perspective of international entrepreneurship away from its phenomenological nature and to achieve a more general theoretical understanding of what it is.

However, the new definitions contrast with the previous definitions by abandoning the focus on new small and young firms and conceiving it as a more general phenomenon. Attempts aimed at making the perspective of international entrepreneurship a field of research independent of the firm's size and age can be traced back to the redefinition of its concept, proposed by Oviatt *et al.* (1997), who conceive it as the set of new and innovative activities that have the objective of creating value and the growth of business organizations across their national borders.

In 2000 the concept was redefined again by McDougall *et al.* (2000a; 2000b) when contemplating it as a combination of proactive behavior oriented to innovation and the search for risk that goes beyond national borders and that is destined to create value in organizations. His study includes research on this type of behavior and the comparison of national business behavior in different countries.

By 2003 the definition changed again and placed a greater emphasis on recognizing opportunities that would position the perspective of international entrepreneurship closer to the mainstream theoretical field of conventional entrepreneurship (ET). On this occasion, the academic field of international entrepreneurship was defined as the concern for the discovery, promulgation, evaluation and exploitation of opportunities – across national borders – to create future goods and services. From this it can be deduced that the academic field of international entrepreneurship examines and compares – across national borders – how, by whom and with what effects these opportunities are acted upon (Oviatt *et al.*, 2005).

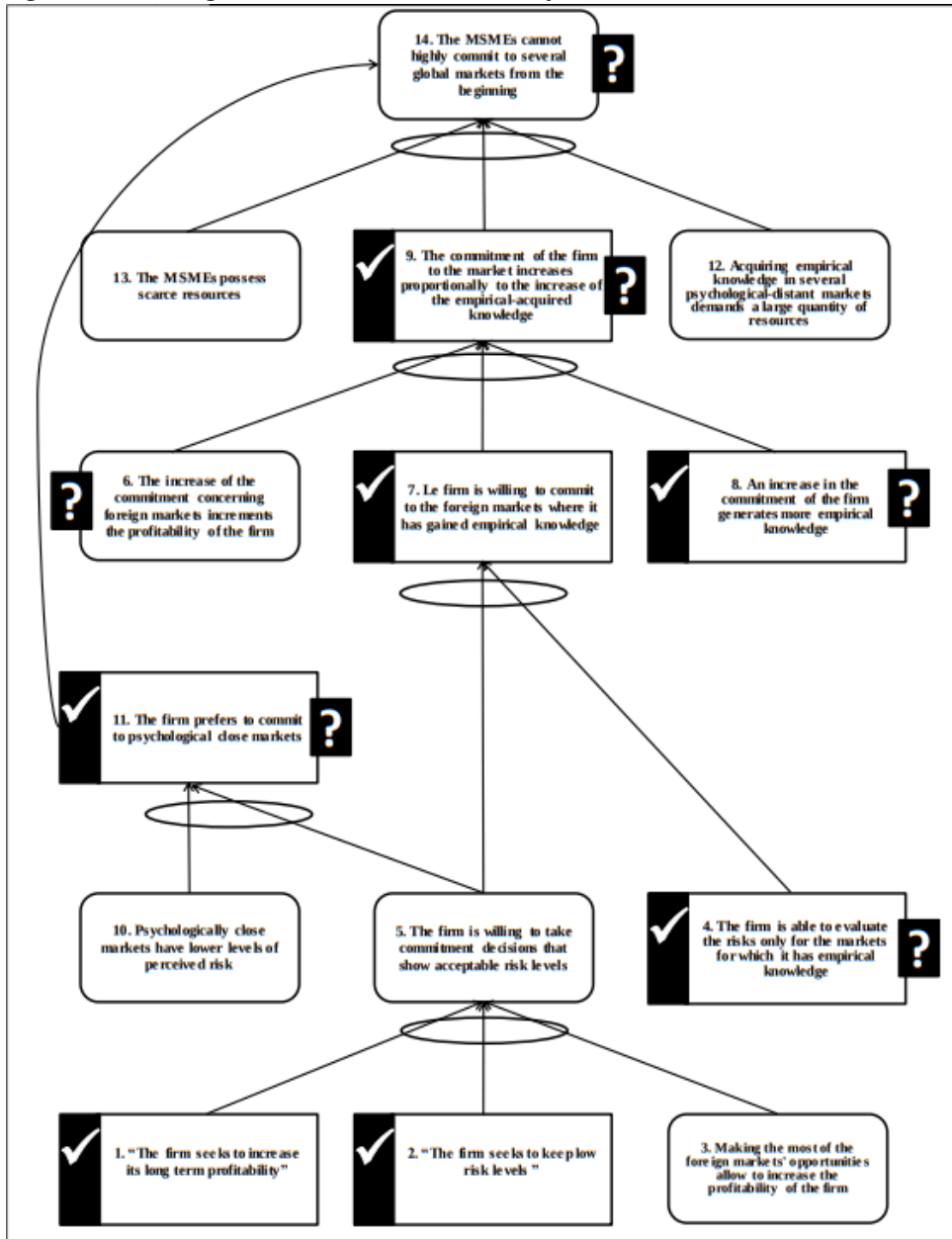
These redefinitions have provided some promising conceptual foundations to promote the broadening of the research approach grounded in the perspective of international entrepreneurship and beyond the context specificity of new and small firms. The perspective of international entrepreneurship (McDougall *et al.*, 2000a) is considered to be a relatively recent field of research that lacks broad theoretical and empirical bases, mainly due to its particular phenomenological characteristics.

Nevertheless, the main objective of studies based on the perspective of international entrepreneurship is to understand the phenomenon of accelerated internationalization, which contradicts the theory of knowledge-based internationalization, on which the perspective of incremental internationalization process is based and described by the UPPSALA Model (U Model) (Johanson *et al.*, 1977) and the Model related to innovation (I Model) (Bilkey *et al.*, 1977).

The incremental process establishes a step-by-step internationalization that starts with the domestic market towards markets with greater psychological or cultural distance after the company has acquired sufficient knowledge about foreign markets. Some researchers, however, have found that firms either start out as global companies and/or employ a multitude of modes of entry into foreign markets simultaneously (Crick *et al.*, 2000; Andersson *et al.*, 2003).

Figure 1 contains the assumptions of the initial theory of internationalization as presented by Johanson *et al.* (1977).

Figure 1. Causal logic of internationalization theory



Source: Adapted from Kaarna, 2010.

In the figure, the original assumptions are flagged with a checkmark; the assumptions challenged by the literature, on which the perspective of international entrepreneurship is based, with a question mark; and in the boxes with rounded corners, supporting assumptions, proposed by Kaarna (2010), are added in order to fill gaps in causal logic and reveal hidden assumptions.

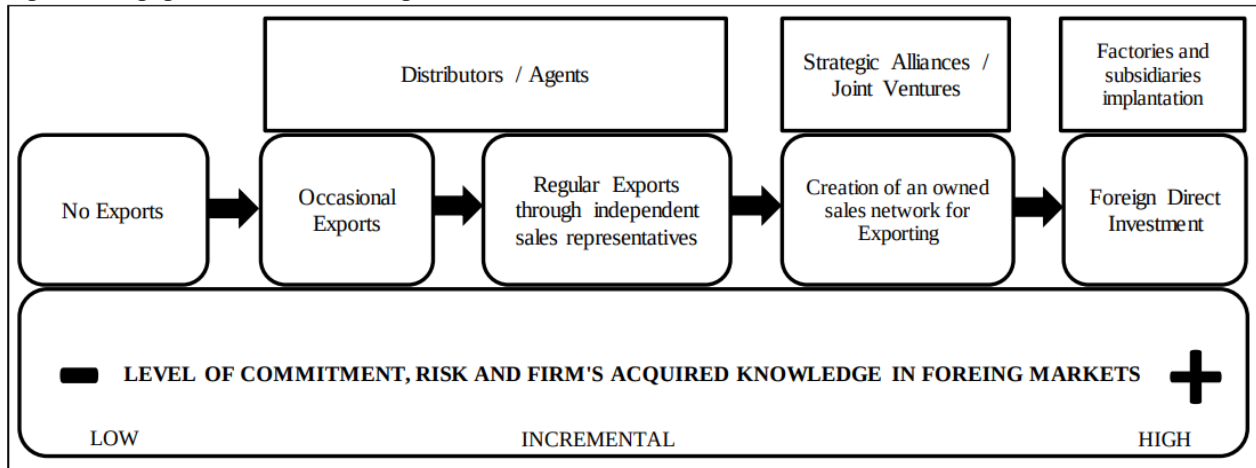
The boxes are numbered for reference only. The path to be followed is from bottom to top and the conditionals "if" and "then" are used, and the conjunction "and" through the arrows. For instance, if (10) "psychically close markets have lower levels of perceived risk" and (5) "the firm is willing to make commitment decisions that show acceptable levels of risk", then (11) "the firm prefers to commit to psychically close markets".

The ellipse above the arrows represents sufficiency, that is, all assumptions linked by an ellipse have to hold in order to cause the effect, the statement at the end of the arrow. A result can be caused by one or more independent causes. For example, the declaration (14) can be provoked only by (11) and also by the set of (13, 9 and 12).

Although several assumptions of the UPPSALA Model still hold true (i.e., 1, 2, and 3), other statements, or assumptions, have been questioned and countered by other theories (i.e., 4, 11, 6, 7, 8, and 9). Forsgren (2001) questions premises 4, 7, and 11, by establishing that, in addition to the risks generated by little knowledge of the specific market, the firm also considers the risk of not making the investment. Even in the case of having little knowledge of the market, the risk of not investing can be considered by the firm as a very high-risk activity.

Melen *et al.* (2009) question assumptions 6, 8, and 9, since according to their findings, they have identified three categories of the firm's level of commitment to internationalization: low, incremental, and high (see figure 2).

Figure 2. Engagement levels resulting from business behavior



Source: Adapted from Melén *et al.*, 2009, and, Ocampo *et al.*, 2014.

Firms that show low commitment are those that recognize they do not necessarily have to move on the continuum, from exporting or distributing to establishing offices or manufacturing centers abroad, in order to grow and/or increase their profitability.

Companies that portray incremental commitment tend to follow a more traditional, step-by-step route, beginning with export activities and moving towards more commitment activities such as partnerships or strategic alliances.

Organizations that exhibit high commitment may find this does not necessarily lead to increased profitability and instead may discover that a strategic decision would be to decrease their commitment over time by laying off their distributors or by divesting, for example. Additional time and effort are required to make the commitments produce results and only then will the firm be in a position to move forward. Firms that maintain a high commitment generally show different levels of commitment in different countries simultaneously, but they do not tend to increase rapidly over time. Hitt *et al.* (2001) consider that in order to create the maximum possible value, entrepreneurial companies also need to act strategically, which demands an integration of entrepreneurial thinking and strategic thinking. Foss *et al.* (1995) point out that entrepreneurs can be considered as strategists in charge of identifying what a company can do by identifying its strengths and weaknesses and what the firm could do by correctly identifying the opportunities and threats present in its environment.

McDougall *et al.* (2000a) have inquired into the existing dominance of the academic literature on business organizations. Figure 3 synthetically presents their findings.

Among their findings, they highlight that there is a vast and important research work corresponding to quadrants I, III and IV. Research corresponding to Quadrant I has been the exclusive domain of scholars of entrepreneurship, while Quadrant IV has been the focus of attention for scholars of international business. Regarding quadrant III, they point out that multiple functional areas have been focused on it, and in relation to quadrant II, they note that it has been an area that has been scarcely studied and that it represents the domain of international entrepreneurship.

Although there have been attempts at systematically reviewing the initiative corresponding to international entrepreneurship, an integrating theory is not yet concluded (Antoncic *et al.*, 2000).

Figure 3. Mastery of international entrepreneurship

		GEOGRAPHICAL SCOPE	
		Local	International
ORGANIZATION TYPE	Entrepreneurial	I	II
	Big, Stablished	III	IV

Source: McDougall *et al.*, 2000a.

Authors like Schumpeter (1950); Álvarez *et al.* (2001) and Penrose (1959) (cited by Ruzzier *et al.*, 2006) suggest that entrepreneurs have specific individual resources that facilitate the recognition of new opportunities and are able to allocate the required resources for the company to be successful.

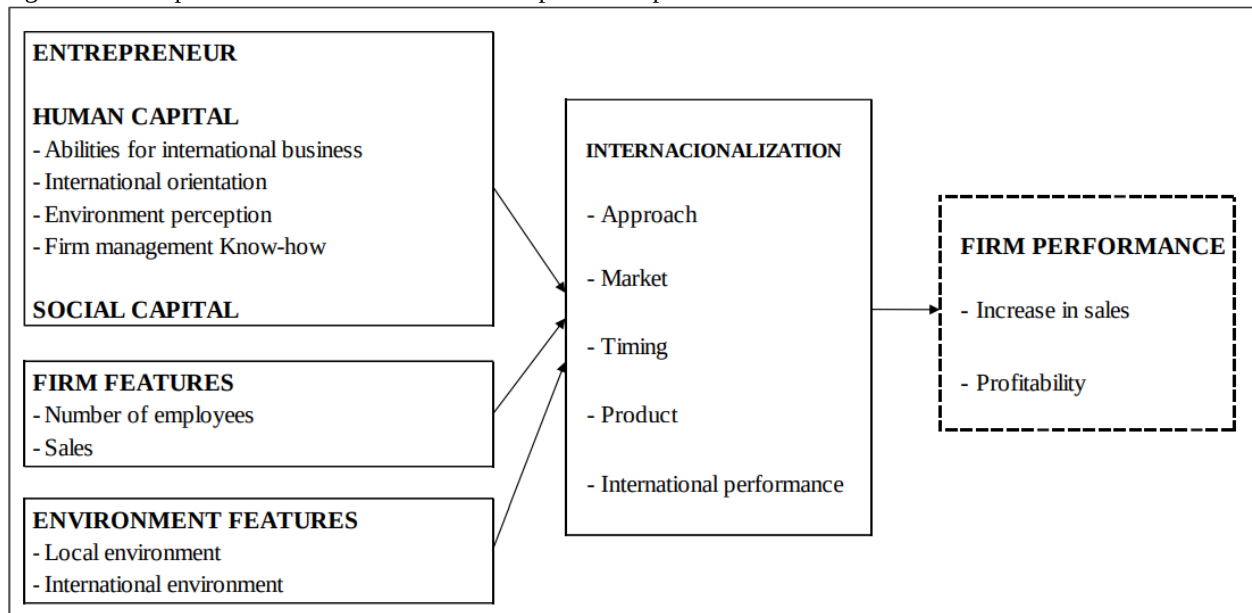
Business knowledge, relationships, experience, training, skills, judgment and the ability to coordinate resources are considered to be resources in themselves (Barney *et al.*, 2001; Barney, 1991; Langlois, 1995).

These resources are regarded as being socially complex and to add great value to the firm because they are not easy to imitate and other companies cannot simply create them (Alvarez *et al.*, 2001).

According to McDougall *et al.* (1994) entrepreneurs exploit the opportunities they perceive in international markets and establish companies that operate beyond national borders. They are characterized as being alert to the implied possibilities resulting from the combination of resources from different international markets due to the skills gained in their previous activities, among which networks, knowledge and background stand out.

Following the logic of the perspective based on the company's resources, such competencies are not the same for all entrepreneurs. Only the entrepreneur who possesses ad hoc competencies is capable of combining a particular set of resources across national borders as the basis of an internationalized company (Ruzzier *et al.*, 2006). Antoncic *et al.* (2000) proposed a new conceptual model that attempts to integrate traditional models with the emerging area of international business creation. The model, presented in figure 4, is built on the concept of internationalization that takes into account the its properties (time and mode) and the its performance during the process itself.

Figure 4. Conceptual model of international entrepreneurship



Source: Ruzzier *et al.*, 2006.

Other components of the model are the background of internationalization (environmental conditions and organizational characteristics) as well as the consequences of internationalization (notably, organizational performance).

A new model of international entrepreneurship, proposed by Ruzzier *et al.*, (2006), based on the work of Antoncic *et al.* (2000), represents the conceptual integration of the theory of the internationalization process of MSMEs and the domain of international entrepreneurship.

Fernández-Méndez *et al.*, (2011) underline the emergence of new multinationals (see Table 2), comparing them with the traditional ones, and point out that among their main characteristics are their accelerated rate of internationalization, which challenges, in a certain way, the traditional theory that defends a process of gradual internationalization in stages (Johanson *et al.*, 1975; 1977).

A second characteristic of the new multinationals is that, regardless of the country of origin, they have been forced to overcome the challenges of operating abroad, mainly as a consequence of being unaware of the characteristics of the destination market and lacking the resources and capabilities of some of their competitors. Thus, the international expansion of the new multinationals runs parallel to the process of improving and updating capabilities through which newcomers seek access to external resources and capabilities to catch up with their most advanced competitors, thus reducing their differential competitiveness *vis-à-vis* the established multinationals.

Additionally, and despite lacking an endowment of resources equivalent to those of traditional multinational companies, a third characteristic that the new multinationals possess, and which represents an advantage over their competition, is their stronger political capacities. As new multinationals are more accustomed to generally dealing with discretionary and/or unstable governments in their home countries, they are better prepared than traditional multinationals to succeed in foreign countries characterized by a weak institutional environment.

These three characteristics produce a fourth feature or characteristic of the new multinationals: their dual trajectory in international expansion. New multinationals face a major dilemma in their international expansion as they try to balance the desire for greater global market coverage with the need to increase their capabilities. On the one hand, they can make use of the capacities accumulated in their country of origin to expand to other emerging or developing countries; on the other, they are forced to invest in more advanced countries in order to develop their capabilities.

Table 2. Main differences between new multinationals and traditional multinationals

DIMENSION	NEW MULTINATIONALS	TRADITIONAL MULTINATIONALS
Speed of the internationalization process	Accelerated	Gradual development
Competitive advantages	Weak: Resource development required	Strong: The necessary resources are available internally
Political capabilities	Strong: Companies are generally used to operate in unstable political environments	Weak: Companies are generally used to operating in stable political environments
Expansion trajectory	Dual trajectory: Entry into emerging countries to access their markets and into developed countries to expand and renew their capabilities	Simple trajectory: Entry first in closer countries and gradually accessing more distant countries
Preferred entry modalities	External Growth: Alliances, Joint Ventures, and Acquisitions	Internal development: Wholly owned subsidiaries
Organizational adaptability	High, due to its recent and relatively limited international presence	Low, due to their entrenched organizational structures and cultures

Source: Guillen et al., 2010 (cited in Fernández-Méndez et al., 2011).

A fifth characteristic is their preference for external growth. These companies simultaneously use global alliances and acquisitions to overcome the disadvantages of operating abroad in the partner/target country, and gain access to the partner's competitive advantages, in order to increase their own resources and improve their capabilities.

The sixth, and last, characteristic is the greater organizational adaptability. Not having such a deeply rooted organizational structure and culture as in the case of traditional multinationals, they adopt innovative organizational forms that adapt to their needs, including decentralized and network structures.

As new multinationals are still a heterogeneous set of attributes, resources and capabilities, it is precisely in this heterogeneity where the key to their international success lies. Consumers' growing preference for diversity, both in terms of product differentiation and brand availability, allows for the presence of a wide variety of competitors in the marketplace, including those with technological and marketing capabilities that are weaker than those of established companies. This process has been favored by globalization and the appearance of narrow market niches present in many different countries. In this scenario of global segmentation, two variables can be identified that determine the strategies of the new multinationals.

First, some of them have chosen to operate in specific market segments while others have followed a more general strategy. Second, some firms have opted for a multi-local approach, adapting their strategy to the characteristics of each country, while others have preferred a global approach, using the same strategy in all the countries into which they expanded. The four strategic configurations that result from the cross-classification of these two dimensions (generalist and niche player) are presented in Table 3.

Table 3. Typology of new multinationals

RANGE OF PRODUCTS	GLOBAL INTEGRATION	
	LOW	HIGH
Generalist	Multidomestic generalist	Global generalist
Niche player	Discriminator	Global niche player

Source: Guillen *et al.*, 2010 (cited in Fernández-Méndez *et al.*, 2011).

The distinction between generalist and niche lies in the segments that are covered by each company in international markets, rather than in the local market. While a niche player offers goods and services in a single segment, generalists offer a set of positioned goods and services at different price-quality levels.

Multidomestic generalists are companies that offer a wide selection of products or services in all market segments, adapting them to the peculiarities of each country, while global generalists offer a complete range of goods or services without going into local adaptation.

Global niche players are those focused on the same segment regardless of the country in which they are operating. Thus, they offer similar products or services at equivalent prices in all markets. On the contrary, discriminators are companies that offer a specific product combination that meets the needs of each market.

Taking this into account, Keupp *et al.* (2009), using the perspective of international entrepreneurship, developed an organized framework of the strategic factors that integrate the internationalization process of the firm (see figure 5).

According to the existing literature, and after analyzing 179 articles published from 1994 to 2007, based on the perspective of international entrepreneurship, it is often considered that the variables propensity for internationalization are: firm performance, export performance, mode of entry into foreign markets, degree of internationalization, export intensity, export growth, absolute level of exports, business behavior, propensity for foreign direct investment, propensity to form strategic alliances, total sales growth, time elapsed until the internationalization of the firm is final, innovation of the company, perceived risk of internationalizing operations, technological learning, probability of survival of the internationalized firm, capital of the alliance, business cognition, perceived opportunism of the partner in the alliance, development of knowledge-based assets, period of time during which the firm has exported, international learning effort of the company, cooperation strategy and network relations, among others.

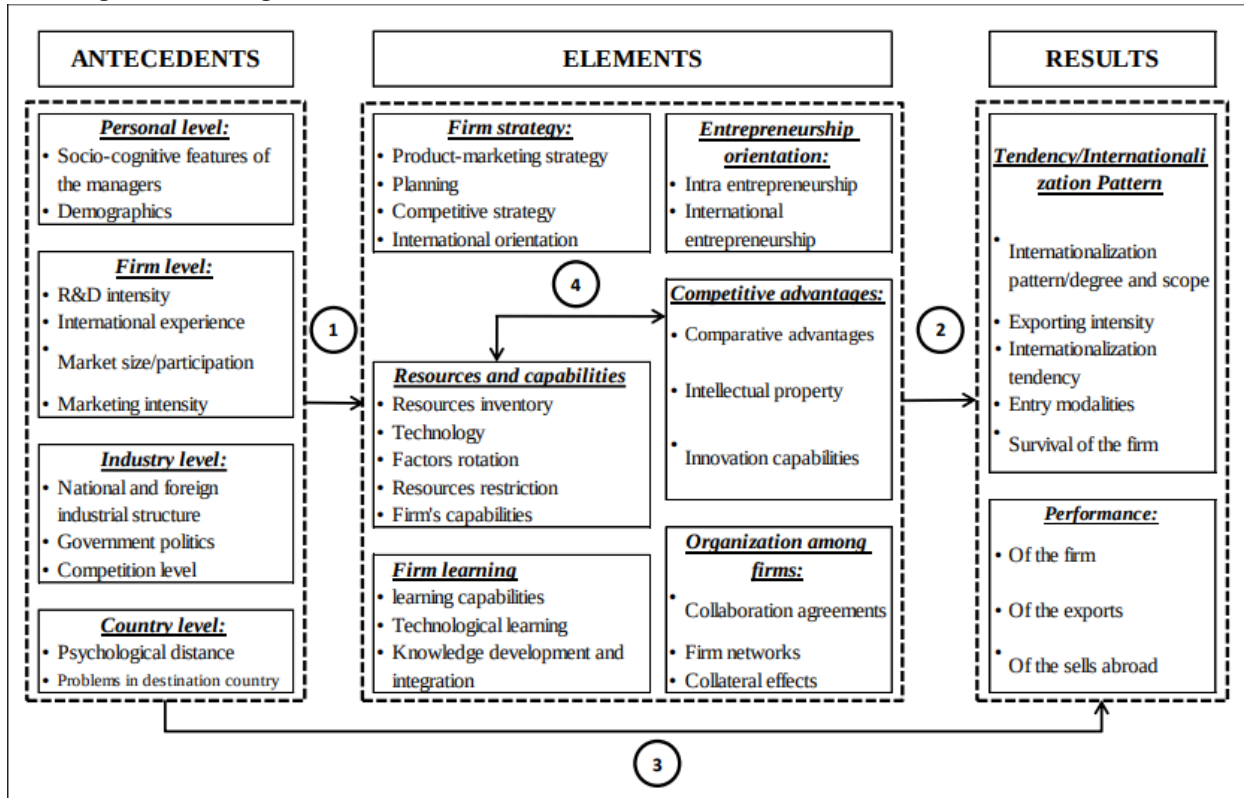
Keupp *et al.* (2009) add that most theoretical and empirical research tends to focus on the background factors of the firm's internationalization process, especially on socio-cognitive factors. While on the firm level, in what concerns the individual analysis as well as the patterns and degrees of internationalization.

Regarding the causal connections between the three top-level categories, most studies directly relate “background” and “outcomes” (arrow 3). Results-driven studies often consider “background” as independent variables and relate them to a dependent variable that focuses on the internationalization process, such as exports or sales growth. The effort is focused on explaining the scope, magnitude, patterns, and consequences of the firm's internationalization performance and identifying the success factors that contribute to early internationalization, with better performance and greater geographical coverage than other firms.

The “elements” category receives relatively little attention and, compared to the attention received by the other two: “background” and “results”, could almost be categorized as the “black box” of international entrepreneurship research.

Studies that analyze the influence of “background” on “elements” (arrow 1), the influence of “elements” on “outcomes” (arrow 2), and the relationships among “elements”: technological learning and competitive advantage (arrow 4) are scarce.

Figure 5. Organized framework of the strategic factors that make up the internationalization process of the firm according to the existing literature.



Source: Adapted from Keupp et al., 2009.

One of the main challenges for the perspective of international entrepreneurship to obtain external theoretical legitimation is the fact that there is an abundance of research that focuses on the “how” of international entrepreneurship, that is, “how” the “background” can produce “results”, for instance, export growth patterns, while there is little research that is based on the “why” from the perspective of international entrepreneurship when considering that the “elements”, such as strategic management, access to the resources, knowledge and information, the capabilities of the firm and the advantages generated by innovation, empower entrepreneurial firms to achieve the internationalization of their businesses over time (Gassmann et al., 2007; Knight et al., 2004).

CONCLUSIONS

The economic perspective of internationalization is extremely useful when it comes to carrying out the establishment of individual production units during the last phases of the process, for the firm (Vahlne et al., 1993) but it does not take into account the aspects of the process in itself.

The process perspective of the internationalization of the firm takes into consideration the procedural aspect, but like the economic perspective, it ignores the possibility that individuals make strategic decisions (Reid, 1983; Turnbull, 1988; Andersson, 2000) and is less appropriate to understand radical strategic change, where entrepreneurs and senior managers of the firm play a highly relevant role (Reid, 1981; Andersson, 2000).

Although there is still confusion regarding the definition of international entrepreneurship, some researchers use the term to refer to all small businesses, while others use it to refer to new businesses. However, in practice, corporate

entrepreneurship (or intra-entrepreneurship) it is also present in well-established organizations, both large and small, and constitutes an important element in the development of the firm both, organizationally and economically.

According to Hitt *et al.* (2001) the core of entrepreneurial activity is innovation. Alvarez *et al.* (2001) point out that Schumpeter (1934) differentiated between invention and innovation. The first concept considers the discovery of an opportunity and the second one consists of exploiting that opportunity.

Success in the field of international entrepreneurship requires not only the discovery of a valuable innovation, it must also be successfully introduced into international markets (Acs *et al.*, 2001). This can be identified as internationalization, or as an example of what Schumpeter defined as entrepreneurial action (Andersson, 2000).

An emerging area of research is the interface of entrepreneurship and international business called international entrepreneurship (McDougall *et al.*, 2000a; Antoncic *et al.*, 2000).

RECOMMENDATIONS

Paunovic *et al.*, (2010) confer strategic importance to the international entrepreneur (see table 3).

Table 3. Main barriers to internationalization faced by MSMEs

INTERNATIONALIZATION BARRIERS		IMPORTANCE
		+
1.	Lack of entrepreneurship, managerial and marketing abilities	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
2.	High levels of bureaucracy	
3.	Faulty approach to information and knowledge	
4.	Lack of funds and difficulties in obtaining financial resources	
5.	Limited access to investment in technology and know-how	
6.	Differences in normalization, lack of awareness concerning the importance of quality	
7.	Differences in the use of the range of offered products and services	
8.	Barriers in language and cultural differences	
9.	Risks in selling abroad	
10.	Competition of foreign firms	
11.	Inappropriate behavior of multinational firms against national ones	
12.	Complications in commerce documentation including packaging and labeling	
13.	Lack of government incentives for internationalization purposes	
14.	Unsuitable protection of intellectual property	
INTERNATIONALIZATION BARRIERS		IMPORTANCE
		-

Source: Adapted from Szabo, 2002 (cited in Paunovic *et al.*, 2010).

Based on their findings, they have identified that there are two categories of MSMEs that fit into the group of non-internationalized ones: a) those that find insurmountable internal and external barriers to internationalization and, b) those that do not perceive internationalization as a way of future development. The latter, for the most part, consider that the demand in the domestic market will last or they simply do not have growth ambitions. Despite the fact that the governments of most European countries have recognized the importance of the entrepreneurial feature in the MSME sector, the firms that have not yet disappeared continue to face numerous problems during the internationalization process.

Some of the obstacles seem to be specific to the MSME sector (internal) while others are the product of constant changes in business, politics and the economy (external).

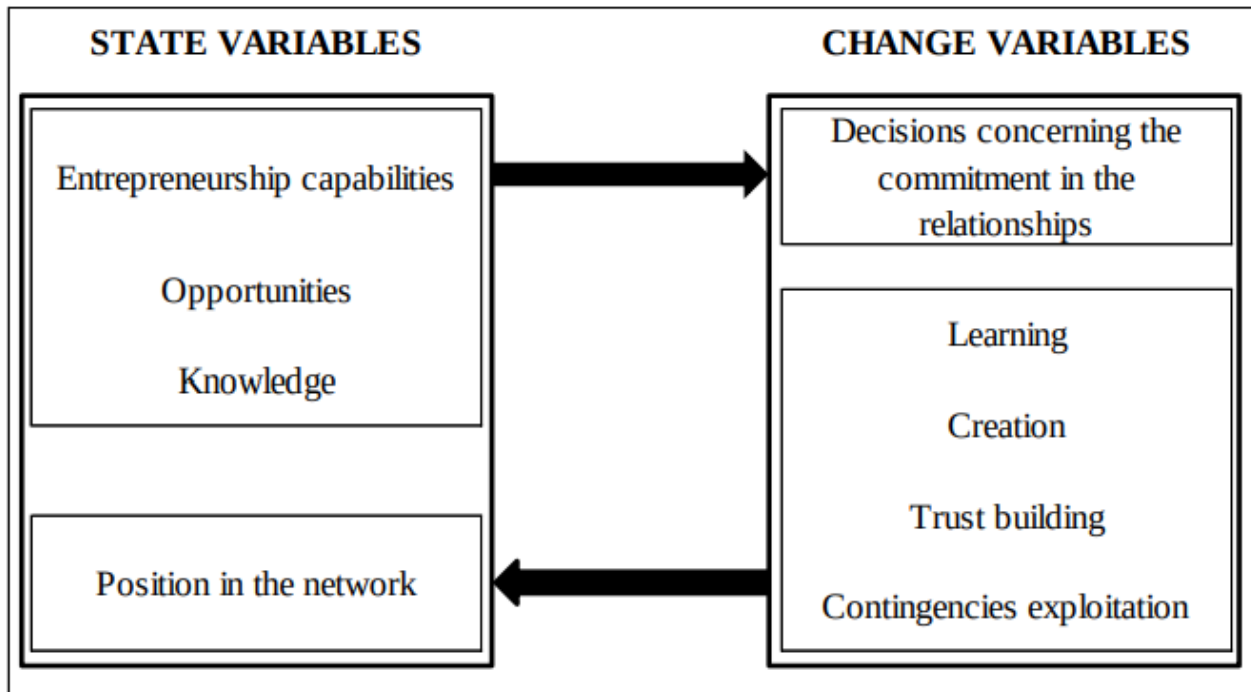
The greatest limitations that MSMEs face in order to internationalize their operations are related to the lack of entrepreneurial, business and marketing skills. Most owner/managers and neophyte entrepreneurs are experts in the products and services their business sells, yet they often lack effective management skills, negatively impacting their long-term success of the firm.

Strategic planning, the formation of a medium-term vision, marketing and commercialization activities, the search for buyers, innovation management, commitment to quality, knowledge of foreign languages, cash flow management, information technology management and many other elements are necessary to successfully face the challenges of the international market.

Schweizer *et al.*, (2010) show a deep interest in explaining the origins of the firm's internationalization. They recognize that the strategic decisions and activities of those who manage them play a fundamental role since there is a high degree of uncertainty due to the fact that the environment in which the company operates is dynamic, non-linear and characterized by an intertwining among networks. All this leads them to produce and propose, a business model of internationalization characterized by its dynamism (see table 4).

The model is dynamic because the state variables affect the change variables and vice versa. It can clearly be seen that the strategic factor considered in the model is the entrepreneur (attributes and disposition) on whom, ultimately, the other factors depend: generation, increase and existence of knowledge within the firm, recognition and use of opportunities, achievement of a position in one or several business networks, level of commitment in relationships, learning, creation of skills, capabilities, innovations, products, results, strategies, trust generation and effective exploitation of contingencies.

Table 4. Internationalization as a process based on entrepreneurship



Note: State Variables describe the situation of a system, or one of its components, either at the beginning, at the end or during a period of time. These variables interact with the exogenous and endogenous variables of the system according to the functional relations arranged. The value (behavior) that it denotes during a particular period of time may depend not only on one or more exogenous variables in a certain preceding period, but also on the value of certain endogenous variables from previous periods. Source: Adapted from Schweizer et al., 2010.

Thus, Katz (1974) establishes that the basic skills or abilities that an effective international entrepreneur must possess, or he doesn't have them, develop, correspond to the technical, human and conceptual field.

Technical skills: These types of skills correspond to the synergistic integration of empirical knowledge (provided by experience) and scientific knowledge (provided by professional training oriented towards specialization, and ideally, multi-specialization) and its consequent application in the business environment. Aspects such as professional training, previous experience in international business, effective management capacity, negotiation and learning, command of foreign languages, particularly the languages used in the place where the work, trade, and

management of information and communication technologies (ICT's) are to be performed, are considered to be of a particular importance.

Human skills: Attributes, essentially personal, that facilitate effective individual and/or collective interaction with other people or social groups, through effective communication, collaborative teamwork, emotional intelligence, the habitual exercise of values (honesty, belonging, respect, equitable treatment, spirituality, fidelity, confidentiality, support, delivery, compassion, moderation, respect, love and ethical behavior, among others) in order to enact them, daily and naturally in the context, both personal and professional, in order to motivate and foster synergy, inclusive and results-enhancing work with and among the collaborators of the social organization. In this categorization, such aspects as the ability to lead people, to motivate them effectively and to self-motivate, to generate teamwork and to operate accordingly, as well as to develop and to act with emotional intelligence, are highlighted.

Conceptual skills: These types of skills correspond to the use of strategic thinking in order to develop the mental capacity to diagnose and analyze complex situations through systematic study, integrated with intuition, added with creative potential, the use of heuristic or lateral thinking and of synergistic-integrative reasoning in order to be in the convenient condition to anticipate future situations, and therefore, to be in the privileged situation of making the most effective decisions, according to the framework and situational context, prevailing at the time. Regarding this type of skills, relevant aspects can be identified such as tolerance for ambiguity or unclear situations, creativity and initiative, the ability to make effective decisions and the appropriate attitude in situations of business risk. Paunovic *et al.*, (2010) add that the knowledge, attitude and motivation of decision makers in MSMEs, a role generally played by the entrepreneur, play a role of exceptional importance when making a decision regarding the internationalization of the firm.

BIBLIOGRAPHY

Acs, Z., Morck, R., & Yeung, B. (2001). Entrepreneurship, globalization, and public policy. *Journal of International Management*, 7, 235-251.

Alvarez, S., & Busenitz, L. (2001). The entrepreneurship of resource-based theory, *Journal of Management*, 27(6), 755-775.

Andersson, S. (2000). The internationalization of the firm from an entrepreneurial perspective, *International Studies of Management & Organization*, 30(1), 63-93.

Andersson, S., & Wictor, I. (2003). Innovative internationalization in new firms: born-global: the Swedish case. *Journal Of International Entrepreneurship*, 1(3), 249-276.

Antonicic, B., & Hisrich, R. (2000). An integrative conceptual model, *Global Marketing Co-operation and Networks*, International Business Press, New York, NY, 17-35.

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage, *Journal of Management*, 17, 99-120.

Barney, J., Wright, M., & Ketchen, D. (2001). The resource-based view of the firm: ten years after 1991, *Journal of Management*, 27(6), 625-641.

Bilkey, W., & Tesar, G. (1977). The export behaviour of smaller-sized Wisconsin manufacturing firms, *Journal of International Business Studies*, 8(1), 93-98.

Crick, D., & Jones, M. (2000). Small high-technology firms and international high-technology markets. *Journal Of International Marketing*, 8(2), 63-85.

Fernández-Méndez, L., García-Canal, E., & Guillén, M. (2011). Industrias lácteas asturianas, s.a. (ilas): un ejemplo de internacionalización discriminadora, *Universia Business Review*, (31), 102.

Forsgren, M. (2001). The concept of learning in the Uppsala internationalization process model: a critical review, *International Business Review*, 11(3), 257-277.

Foss, N., & Eriksen, B. (1995). *Competitive advantage and industry capabilities*, in Montgomery, C.A. (Ed.), *Resource-based and evolutionary theories of the firm: toward a synthesis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 43-69.

Gassmann, O., & Keupp, M. (2007). The competitive advantage of early and rapidly internationalizing in the biotechnology industry: a knowledge-based view. *Journal of World Business*, 42, 350-366.

Hitt, M., Ireland, R., Camp, S., & Sexton, L. (2001). Guest editors' introduction to the special issue strategic entrepreneurship: entrepreneurial strategies for wealth creation, *Strategic Management Journal*, 22(6-7), 479-491.

Johanson, J., & Vahlne, J. (1977). The internationalization process of the firm - a model of knowledge development and increasing foreign market commitment, *Journal of International Business Studies*, 8, 23-32.

Johanson, J., & Wiedersheim-Paul, F. (1975). The Internationalization of the firm: four swedish cases, *Journal of Management Studies*, 12(3), 305-23.

Kaarna, K. (2010). Understanding accelerated internationalisation: integrating theories for analyzing internationalisation paths, *Economics and Management*, 15.

Katz, R. (1974). Skills of an effective administrator, *Harvard Business Review*, (9-10), 90-102.

Keupp, M., & Gassmann, O. (2009). The past and the future of international entrepreneurship: A review and suggestions for developing the field. *Journal of Management*, 35(3), 600-633.

Knight, G., & Cavusgil, S. (2004). Innovation, organizational capabilities, and the born-global firm. *Journal of International Business Studies*, 35, 124-141.

Langlois, R. (1995). Capabilities and coherence in firms and markets, *Resource-Based and Evolutionary Theories of the Firm: Toward a Synthesis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 71-100.

McDougall, P., & Oviatt, B. (2000a). International entrepreneurship: the intersection of two research paths, *Academy of Management Journal*, 43(5), 902-906.

McDougall, P., & Oviatt, B. (2000b). "International entrepreneurship literature in the 1990s and directions for future research, *Entrepreneurship 2000*, Upstart Publishing, Chicago, IL, 291-320.

McDougall, P., Shane, S., & Oviatt, B. (1994). Explaining the formation of international new ventures: the limits of theories from international business research, *Journal of Business Venturing*, 9, 469-87.

Melén, S., & Nordman, E. (2009). The internationalisation modes of born globals: a longitudinal study. *European Management Journal*, 27(4), 243-254.

Miesenbock, K. (1988). Small business and exporting: a literature review, *International Small Business Journal*, 6(2), 42-61.

Ocampo, L., Alarcón, M. & Fong, C. (2014). Determinants of the internationalization of the firm: The accelerated model vs. the sequential model, *The International Journal of Business and Finance Research*, 8(5), 81-93.

OCDE. (2000). *OECD small and medium enterprise outlook*, Head of Publications Service, Paris.

Oviatt, B., & McDougall, P. (1997). Challenges for internationalization process theory: the case of international new ventures. *Management International Review*, 37, 85-99.

Oviatt, B., & McDougall, P. (2005). The internationalization of entrepreneurship. *Journal of International Business Studies*, 36, 2-8.

- Paunovic, Z., & Prebezac, D. (2010). Internationalization of small and medium-sized enterprises, *Trziste*, 22(1), 57-76.
- Penrose, E. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford University Press, Oxford.
- Rangone, A. (1999). A resource-based approach to strategy analysis in small-medium enterprises, *Small Business Economics*, 12(3), 233-248.
- Reid, S. (1981). The decision-maker and export entry and expansion, *Journal of International Business Studies*, 12(2), 101-112.
- Reid, S. (1983). Firm internationalization, transaction costs, and strategic choice, *International Marketing Review*, 1(2), 45-56.
- Ruzzier, M., Hisrich, R., & Antoncic, B. (2006). Sme internationalization research: past, present and future, *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 13(4), 476-497.
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schweizer, R., Vahlne, J., & Johanson, J. (2010). Internationalization as an entrepreneurial process, *Journal of International Entrepreneurship*, 8(4), 343-370.
- Shrader, R., Oviatt, B., & McDougall, P. (2000). How new ventures exploit trade-offs among international risk factors: lessons for the accelerated internationalization of the 21st century. *Academy of Management Journal*, 43, 1227-1247.
- Turnbull, P. (1988). Challenge to the stages theory of the internationalization process, *Managing Export Entry and Expansion*, 21-40.
- Vahlne, J., & Noedstrom, K. (1993). Internationalization process: the impact of competition and experience, *The International Trade Journal*, 7(5), 529-548.

ANÁLISIS DE PUBLICACIONES EN WEB OF SCIENCE SOBRE IGUALDAD DE GÉNERO Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Ingrid N. Pinto López, Cynthia M. Montaudon Tomas, Jorge I. González
Facultad de Administración e Inteligencia de Negocios. UPAEP Universidad
21 sur 1103, Barrio de Santiago, Puebla, México

ingrid.pinto@upaep.mx, Cynthiamaria.montaudon@upaep.mx, Jorgeisaac.gonzalez@upaep.mx

RESUMEN

Este artículo analiza el estado del arte de las publicaciones indexadas en la base de datos Web of Science sobre la intersección entre la igualdad de género y el desarrollo sostenible, con el soporte metodológico del análisis bibliométrico. Diversos aspectos son analizados a partir de indicadores bibliométricos como la cantidad, el impacto y la influencia de publicaciones, citas, palabras clave, autores, revistas, organizaciones, sponsors, países, co-citas, co-ocurrencia y acoplamiento bibliográfico. El análisis proporciona una visión integral del estado actual de la investigación en este campo, destacando tendencias, áreas de enfoque, autores influyentes, revistas de alto impacto y la relevancia de estas publicaciones para los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Palabras clave: igualdad de género, desarrollo sostenible, análisis bibliométrico, Web of Science

ABSTRACT

This article analyzes the state of the art of publications indexed in the Web of Science database on the intersection between gender equality and sustainable development, using bibliometric analysis as the methodological support. Various aspects are analyzed using bibliometric indicators such as the quantity, impact, and influence of publications, citations, keywords, authors, journals, organizations, sponsors, countries, co-citations, co-occurrence, and bibliographic coupling. The analysis provides a comprehensive view of the current state of research in this field, highlighting trends, areas of focus, influential authors, high-impact journals, and the relevance of these publications to the Sustainable Development Goals. Keywords: Great Resignation, workplace conditions, labor discontent, organizational culture, balance, employee's market.

Keywords: gender equality, sustainable development, bibliometric analysis, Web of Science

INTRODUCCIÓN

La igualdad entre hombres y mujeres no es solo un imperativo ético, sino también es fundamental para el progreso global. La igualdad trasciende la justicia social, convirtiéndose en un motor de transformación que contribuye a un crecimiento económico más inclusivo y a la mejora del bienestar social y ambiental.

La igualdad de género está integrada en varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas en la Agenda 2030, particularmente el ODS 5 que tiene como propósito lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas, algunos otros ODS que se relacionan estrechamente con la igualdad de género son el ODS 4 que se refiere a la educación de calidad, el ODS 8 que se refiere al trabajo decente y el crecimiento económico, el ODS 10 que se refiere a la reducción de las desigualdades y el ODS 13 que se refiere a la acción por el clima, la equidad de género se considera un requisito transversal para poder alcanzar todos los objetivos propuestos en la Agenda 2030 y construir un futuro sostenible e inclusivo.

En años recientes, se ha observado un notable aumento en las publicaciones sobre temáticas relacionados con la igualdad de género y el desarrollo sostenible desde diversas áreas de la ciencia como las ciencias ambientales (McCrudden, 2004; Vicente-Molina et al., 2018; Monteiro et al., 2019; Yarram & Adapa, 2021), tecnología sostenible verde (Monteiro et al., 2019; Alarcón & Cole, 2019; Agarwal, 2018), educación (Manzano, 2021; Sertyesilisik, 2023; Unterhalter, 2017); economía (Altun, 2021; Teklewold et al., 2019; Yount et al., 2018), gestión (Martínez et al., 2019; Naeem & Welford, 2009), negocios (Cervelló-Royo et al., 2020), geografía (Hilson & Maconachie, 2020), hospitalidad y turismo (Abou-Shouk, 2021), ciencias políticas (Weiland et al., 2021), entre otros.

Este aumento en las publicaciones se hace más evidente durante la pandemia de COVID-19 y en el período posterior a ella, las investigaciones repuntan principalmente en áreas como, ciencias ambientales (Shulla et al., 2021; Nguyen & Armogum, 2021; Moglia et al., 2021), economía (Brickell et al., 2020; Kazemikhasragh & Pineda, 2022), gestión (Foroudi et al., 2023; Altarturi et al., 2023), educación (Estrada-Molina et al., 2024; Bartiromo & Ivaldi, 2023); leyes (Petersen, 2024), entre otros.

El objetivo del presente análisis es evaluar y cuantificar la cantidad, calidad e impacto sobre la igualdad de género y el desarrollo sostenible con el soporte metodológico del análisis bibliométrico. El análisis busca ofrecer una perspectiva actualizada sobre la investigación en este campo, resaltando las tendencias emergentes, los principales focos de interés y las posibles direcciones futuras.

METODOLOGÍA

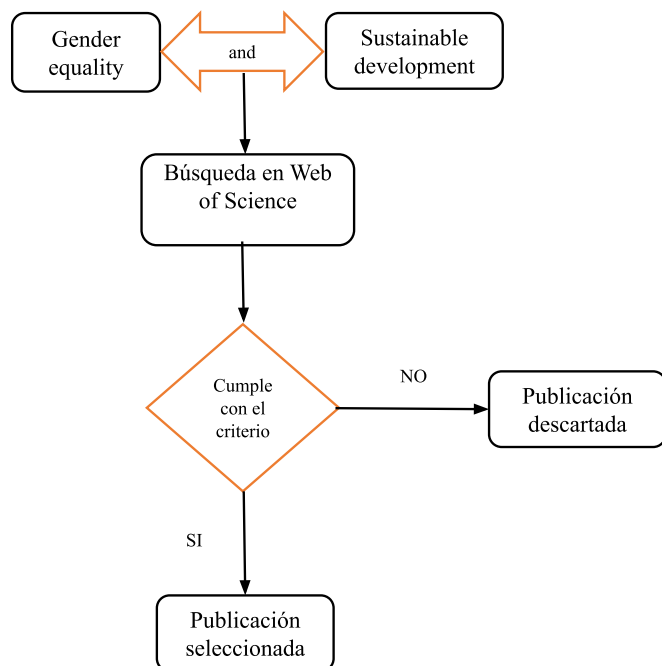
El análisis bibliométrico evalúa el impacto y la influencia en términos de cantidad, calidad y alcance de las investigaciones (Pinto - López & Montaudon - Tomas, 2021), esta metodología permite a partir de un conjunto de indicadores cuantificar la cantidad y el impacto de las publicaciones en una determinada área de la ciencia. Además de publicaciones se pueden analizar citas, autores, palabras clave, revistas, organizaciones, sponsors, países, co-citas, co-ocurrencia, acoplamiento bibliográfico, entre otros.

Si bien se identifican análisis bibliométricos que analizan por un lado la equidad de género (Mauleón et al., 2013; Palomo et al., 2017) y por el otro lado el desarrollo sostenible (Yamaguchi et.al., 2023; Hassan et al., 2014), no se identifica algún análisis bibliométrico que analice la relación entre la igualdad entre hombres y mujeres y el desarrollo sostenible.

RESULTADOS Y HALLAZGOS SIGNIFICATIVOS

Los datos analizados se recogieron del repositorio de publicaciones de Web of Science del 11 al 15 de abril del 2024. La búsqueda y selección de documentos se efectuó considerando las palabras clave “gender equality” and “sustainable development” enlazadas mediante el operador “and”, con el propósito de identificar publicaciones académicas que incluyeran ambos términos como lo muestra la Figura 1. El análisis abarca el intervalo de 2002 a 2023, considerando los siguientes índices: Social Sciences Citation Index (SSCI), Emerging Sources Citation Index (ESCI), Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED), Book Citation Index – Social Sciences & Humanities (BKCI-SSH), Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities (CPCI-SSH), Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S), Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) y Book Citation Index – Science (BKCI-S).

Figura 1. Proceso de selección.



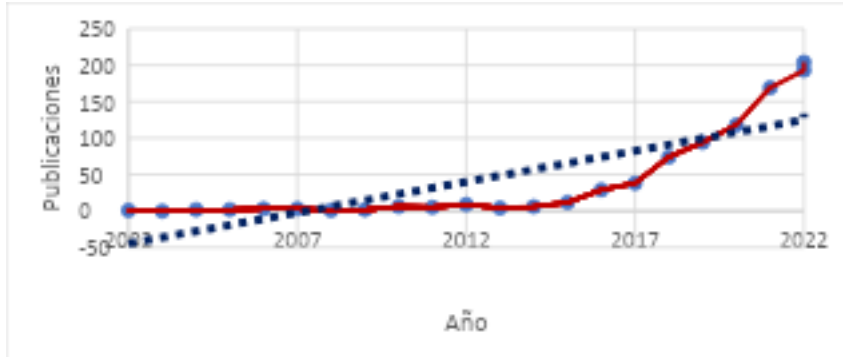
Los resultados correspondientes a cada uno de los indicadores bibliométricos analizados se exponen en las secciones siguientes.

Cantidad de publicaciones

El número de concordancias con las palabras clave “gender equality” y “sustainable development” es de 1040 de los cuales el 56.05% son de acceso abierto. La distribución anual de las publicaciones se ilustra en la Figura 2, destacándose una tendencia creciente con un repunte significativo en las publicaciones en el período que va de 2016 a 2023 en donde se publicó el 88.36% del total de publicaciones en este campo.

De las 1040 publicaciones el 92.63% corresponde a artículos, el 6.5% a proceedings y el 0.9% a libros. Actualmente alrededor de 200 publicaciones académicas se realizan por año, para abril del 2024, se contabilizan 65 publicaciones, lo que permite predecir que la tendencia se va a mantener creciente en el futuro.

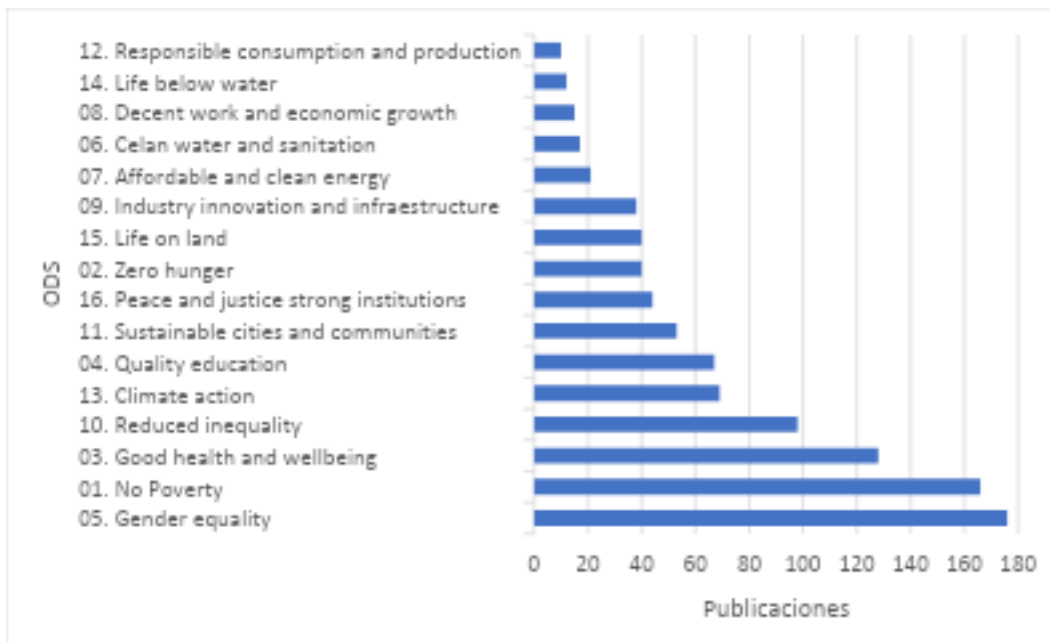
Figura 2. Cantidad de publicaciones anuales.



Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024.

El 95% de publicaciones está directamente relacionada con la igualdad de género y al menos uno de los ODS, como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3. Relación de la equidad de género con los ODS



Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024.

Análisis de citas

El número de citas que alcanza una publicación permite determinar el impacto que ha tenido. En el período de tiempo analizado, las publicaciones sobre “gender equality” and “sustainable development” han alcanzado 9709 citas, con un promedio de 462 citas anuales y 9.3 citas por artículo. El detalle de citas desglosadas por año se concentra en la Tabla 1, al igual que la cantidad de citas que las publicaciones han alcanzado en diferentes intervalos, se destaca de la tabla que el 27.8% de las publicaciones han alcanzado entre una y cuatro citas, el 12.78% entre cinco y nueve, el 12.4% entre diez y veinticuatro, el 5.5% entre veinticinco y cuarenta y nueve, el 2.1% entre cincuenta y setenta y cuatro, el 0.38% entre setenta y cinco y noventa y nueve, el 1.44 cien o más citas y el 37.6% de las publicaciones aún no ha recibido citas. La distribución anual de citas se ilustra en la Figura 4.

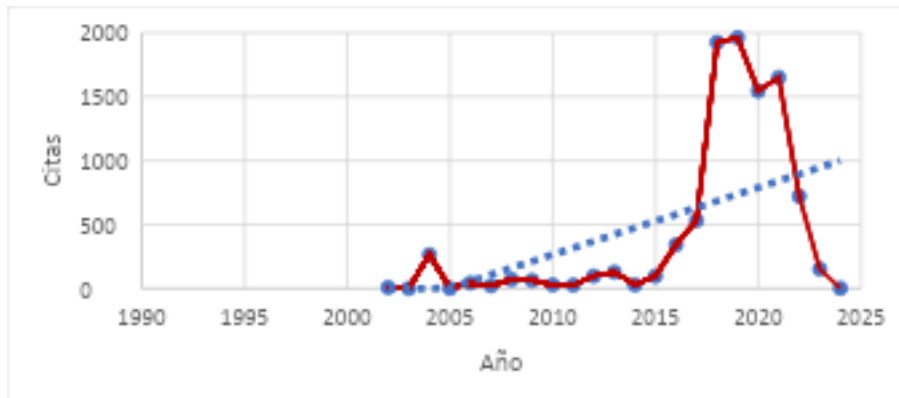
Tabla 1. Estructura de las citas por año.

Año	TP	TC	≥100	≥75	≥50	≥25	≥10	≥5	≥1
2002	1	9	-	-	-	-	-	1	-
2003	0	0	-	-	-	-	-	-	-
2004	2	264	1	-	-	-	1	-	-
2005	2	1	-	-	-	-	-	-	1
2006	3	43	-	-	-	-	2	-	-
2007	3	22	-	-	-	-	1	-	1
2008	1	71	-	-	1	-	-	-	-
2009	2	63	-	-	1	-	-	-	-
2010	6	28	-	-	-	-	1	1	1
2011	5	26	-	-	-	-	1	-	1
2012	9	98	-	-	-	1	3	1	4
2013	4	128	-	-	1	2	-	-	1
2014	6	29	-	-	-	-	2	-	1
2015	12	97	-	-	-	2	1	2	4
2016	29	341	-	-	1	5	6	3	10
2017	38	532	1	-	1	4	9	7	8
2018	74	1924	6	2	4	6	15	11	17
2019	94	1961	5	-	6	8	15	17	23
2020	118	1546	1	-	5	12	29	22	31
2021	167	1651	1	2	1	15	24	37	46
2022	193	722	-	-	1	2	17	27	79
2023	204	151	-	-	-	-	2	4	61
Marzo 2024	67	2							2
Total	1040	9709	15	4	22	57	129	133	291

Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024. Abreviaciones: TP: Total publicaciones, TC: Total citas; ≥100, ≥75, ≥50, ≥25, ≥10, ≥5, ≥1 = Número de publicaciones con citas iguales o mayores a 200, 100, 50, 25, 10, 5 y 1.

La Figura 4 presenta la distribución de citas por año destacando que en el período de 2016 a 2023 se observa un crecimiento de las citas, dato que es consistente con el crecimiento de las publicaciones en el mismo período (ver Figura 5), se prevé que para los próximos años este comportamiento se va a mantener.

Figura 4. Distribución de citas por año.



Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024.

Figura 5. Distribución de publicaciones y citas anuales.



Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024.

Publicaciones de mayor impacto

Diversas áreas de las ciencias realizan publicaciones sobre el campo de igualdad de género y desarrollo sostenible. Las veinticinco publicaciones con el mayor número de citas se muestran en la Tabla 2, se presenta también asociada a la publicación como, título, autores, revista, año, número de citas y promedio de citas anuales.

Cabe resaltar que el 88% de las publicaciones más citadas se publicaron entre 2017 y 2021 con un promedio de 27.4 citas por artículo durante ese período.

Para complementar el análisis, visualizar el impacto de las citas y sus relaciones de proximidad, se realiza una red bibliométrica de co-citación (ver Figura 6), esta red permite identificar cuando una publicación hace referencia a dos publicaciones adicionales con la posibilidad de que ambas fuentes puedan llegar a estar conectadas en términos de su contenido. Para realizar la red se consideran las 500 publicaciones con el mayor número de citas, en estas publicaciones se identificaron 29973 referencias y para seleccionar a las de mayor impacto se aplica el criterio de tomar en cuenta aquellas referencias en donde el número mínimo de citas de una referencia citada fuera 5 dando como resultado un umbral de 165.

En la red de co-citación se identifican 4 clústeres liderados por organizaciones como las Naciones Unidas en el año 2015 (año en el que se aprueba la agenda 2030), UN Women en 2018 y autores como Figueroa-Domecq, Pizzi, Williams, Ben-amar, Nilsson, entre otros.

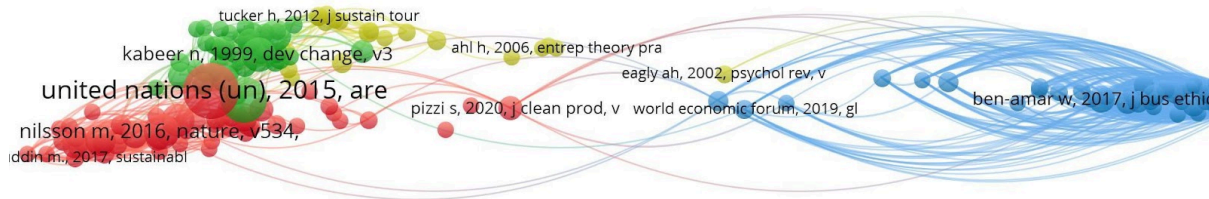
Tabla 2. Publicaciones de mayor impacto

R	Título	Autor/es	Revista	Año	TC	C/Y
1	Gender inequality and restrictive gender norms: framing the challenges to health	Heise, L., Greene, M.E., Opper, N., Stavropoulou, M., Harper, C., Nascimento, M., Zwedie, D., Darmstadt, G., Greene, M., Hawkes, S., Heise, L., Henry, S., Heymann, J., Klugman, J., Levine, R., Raj, A., & Gupta, G.R.	LANCET	2019	443	88.6
2	Using public procurement to achieve social outcomes	McCrudden, C.	Natural Resources Forum	2004	253	12.6
3	Does gender make a difference in pro-environmental behavior? The case of the Basque Country University students	Vicente-Molina, M.A., Fernández, Sainz, A., & Izaguirre-Olaizola, J.	Journal of Cleaner Production	2018	210	35.0
4	Tackling socioeconomic inequalities and non-communicable diseases in low-income and middle-income countries under the Sustainable Development agenda	Niessen, L.W., Mohan, D., Akuoku, J.K., Mirelman, A.J., Ahmed, S., Koehlmoos, T.P., Trujillo, A., Khan, J., & Peters, D.H.	LANCET	2018	186	31.0
5	Clean cooking and the SDGs: Integrated analytical approaches to guide energy interventions for health and environmental goals	Rosenthal, J., Quinn, A., Grieshop, A.P., Pillariseti, A., & Glass, R.I.	Energy for Sustainable Development	2018	185	30.8
6	Evaluating agricultural trade-offs in the age of sustainable development	Kanter, D.R., Musumba, M., Wood, S.L.R., Palm, C., Antle, J., Balvanera, P., Dale, V.H., Havlik, P., Kline, K.L., Scholes, R.J., Thornton, P., Tittonell, P., & Andelman, S.	Agricultural Systems	2018	163	27.1
7	Disrupting gender norms in health systems: making the case for change	Hay, K., McDougal, L., Percival, V., Henry, S., Klugman, J., Wurie, H., Raven, J., Shabalala, F., Fielding-Miller, R., Dey, A., et al.	LANCET	2019	139	23.1
8	Women in agricultura: Four myths	Doss, C., Meinzen-Dick, R., Quisumbing, A., & Theis, S.	Global Food Security Agriculture Policy Economics and environment	2018	139	23.1
9	Gender equality and gender norms: framing the opportunities for health	Gupta, C.R., Oomman, N., Grown, C., Conn, K., Hawkes, S., Shawar, Y.R., Shiffman, J., Buse, K., Mehra, R., Bah, C.A., Heise, L., Greene, M.E., Weber, A.M., et al.	LANCET	2019	127	25.4
10	Gender, health and the 2030 agenda for sustainable development	Manandhar, M., Hawkes, S., Buse, K., Nosrati, E., & Magar, V.	Bulletin of the World Health Organization	2018	127	21.1
11	Soils and sustainable development goals of the United Nations: An international union of soil sciences perspective	Lal, R., Bouma, J., Brevik, E., Dawson, L., Field, D.J., Glaser, B., Hatano, R., Hartemink, A.E., Kosaki, T., et al.	Geoderma Regional	2021	121	40.3
12	Characteristics of successful programmes targeting gender inequality and restrictive gender norms for the health and wellbeing of children, adolescents, and young adults: a systematic review	Levy, J.K., Darmstadt, G.L., Ashby, C., Quandt, M., Halsey, E., Nagar, A., & Greene, M.E.	LANCET Global Health	2020	116	29.0
13	Sustainable development goals is mining	Monteiro, N.B.R., da Silva, E.A., & Neto, J.M.M.	Journal of Cleaner Production	2019	112	22.4

14	The effects of globalization on Ecological Footprints: an empirical analysis	Figge, L., Oebels, K., & Offermans, A.	Environment Development and Sustainability	2017	112	15.8
15	No sustainability for tourism without gender equality	Alarcón, D.M., & Cole, S.	Journal of Sustainable Tourism	2019	111	22.2
16	Gender equality, food security and the sustainable development goals	Agarwal, B.	Current Opinion in Environmental Sustainability	2018	97	16.1
17	Board gender diversity and corporate social responsibility: Is there a case for critical mass?	Yarram, S.R., & Adapa, S.	Journal of Cleaner Production	2021	83	27.6
18	Women's Entrepreneurial Contribution to Family Income: Innovative Technologies Promote Females' Entrepreneurship Amid COVID-19 crisis	Ge, T.A., Abbas, J., Ullah, R., Abbas, A., Sadiq, I., & Zhang, R.L.	Frontiers on Psychology	2022	81	40.5
19	Towards the achievement of SDG 7 in sub-Saharan Africa: Creating synergies between Power Africa, Sustainable Energy for all and climate finance in-order to achieve universal energy access before 2030	Chirambo, D.	Renewable & Sustainable Energy Reviews	2018	78	13.0
20	Artisanal and small-scale mining and the Sustainable Development Goals: Opportunities and new directions for sub-Saharan Africa	Hilson, G., & Maconachie, R.	GEOFORUM	2020	77	19.2
21	Applying the SDG to cities: Business as Usual or a New Dawn	Zinkernagel, R., Evans, J., & Neij, L.	Sustainability	2018	77	12.8
22	Higher Education for Sustainability	Zaleniene, I., & Pereira, P.	Geography and Sustainability	2021	75	25.0
23	The impact of fair trade on social and economic development: A review of literature	Le Mare, A.	Geography Compass	2008	73	4.5
24	Homestays as an alternative tourism product for sustainable community development: A case study of women-managed tourism product in rural Nepal	Acharya, B.P., & Halpenny, E.A.	Tourism Planning & Development	2013	71	6.4
25	Gender policies on board of directors and sustainable development	Martínez, M.D.V., Rambaud, S.C., & Oller, I.M.P.	Corporate Social Responsibility and Environmental Management	2019	69	13.8

Fuente: Elaborado por los autores con base en WoS 2024. Abreviaciones: R: Ranking, TC: Total citas, C/Y: Promedio de citas por año.

Figura 6. Red bibliométrica de la relación co-citas con un umbral de 165 citas y los 1000 enlaces más representativos.

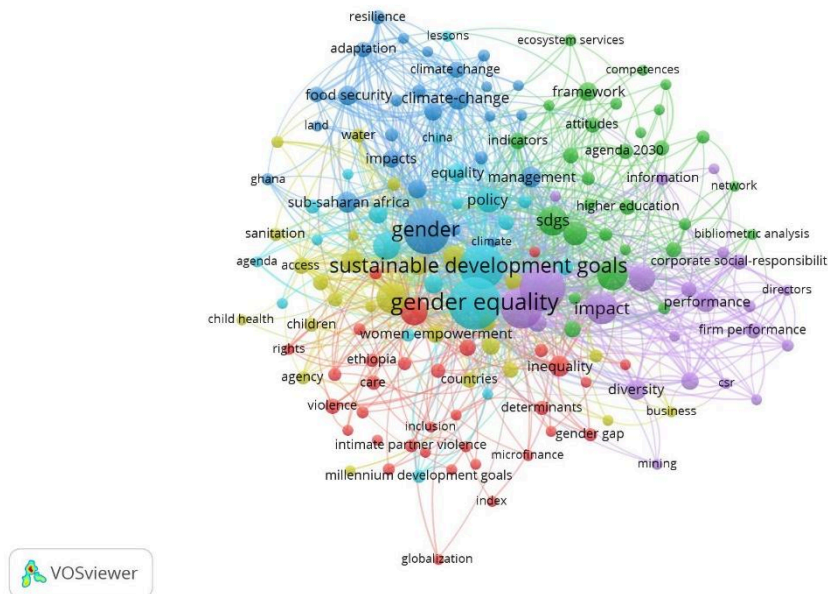


Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024. Para ser considerado en el resultado el número mínimo de citas de una referencia citada es 5.

Palabras clave

La Figura 7 presenta la red de co-ocurrencia de palabras clave. Se identifican 2428 palabras clave, para identificar aquellas de más relevancia se consideran las que tengan por lo menos 5 ocurrencias dando un umbral de 158 palabras. Se identifican 6 clústeres resaltando palabras como: mujer, empoderamiento, gobernanza, salud, sdgs, políticas, pobreza, educación, cambio climático, diversidad, responsabilidad social corporativa, seguridad alimentaria, desempeño, desigualdad, gestión, violencia, entre otras. Los seis clústeres se definen por palabras como: equidad de género, desarrollo sostenible, salud, empoderamiento, sdgs y género.

Figura 7. Red bibliométrica de la relación co-ocurrencia – palabras clave con un umbral de 158 y los 1000 enlaces más representativos



Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024. Para ser considerado en el resultado the número mínimo de ocurrencias de una palabra clave es de 5.

Autores con mayor producción

La tabla 3 muestra los autores con el mayor número de publicaciones en la investigación sobre igualdad de género y desarrollo sostenible. Se analizan además citas por autor, citas por publicación, el H-índice, organización de adscripción, así como la cantidad de publicaciones que tienen citas en intervalos de 1 a 9, 10 a 24, 25 a 49, 50 a 99

y 100 o más. Se destacan autores como Darmstadt, Klugman, Hawkes, Haymann, Raj con publicaciones que rebasan las 500 citas y autores como Yount, Darmstadt, Heymann y Raj con un H-index mayor a 40.

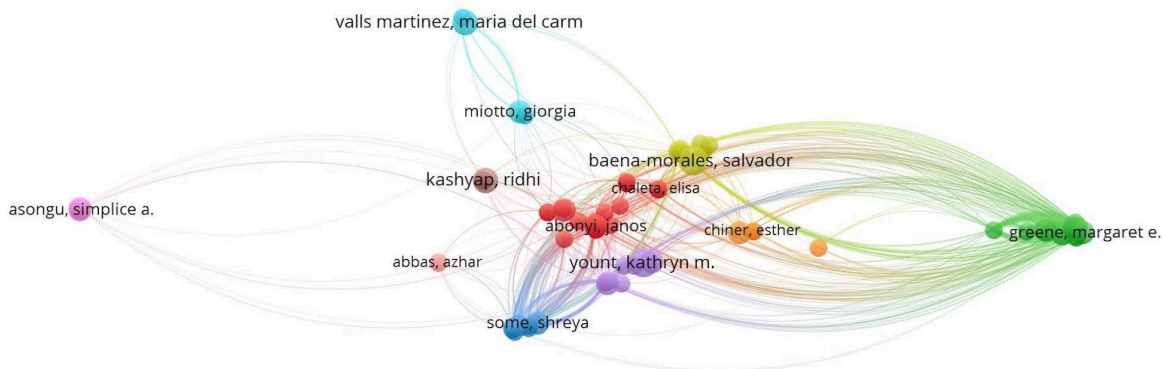
Tabla 3. Autores con mayor producción

R	Nombre	TP	TC	TC/TP	H-index	Organización	≥ 100	≥ 50	≥ 25	≥ 10	≥ 1
1	Baena-Morales, Salvador	9	64	7.1	12	Universidad de Alicante	-	-	1	2	4
2	Ojwala, Renis Auma	6	8	1.3	3	Universidad World Maritime	-	-	-	-	2
3	Del Carmen Valls Martínez, María	5	127	25.4	11	Universidad de Almería	-	1	1	2	1
4	Yount, Kathryn M.	5	46	9.2	47	Universidad de Emory	-	-	-	2	2
5	Darmstadt, Gary	5	880	176.0	71	Universidad de Stanford	4	-	-	-	-
6	Kitada, Momoko	5	74	14.8	11	-	-	1	-	-	1
7	Merma-Molina, Gladys	5	20	4.0	6	Universidad de Alicante	-	-	-	1	2
8	Klugman, Jeni	4	794	198.5	13	Universidad de Stanford	3	-	-	-	1
9	Hawkes, Sarah	4	849	212.2	35	Universidad College London	4	-	-	-	-
10	Buckingham, Susan	4	8	2.0	6	Universidad World Maritime	-	-	-	-	2
11	Heymann, Jody	4	785	196.2	43	Universidad de los Ángeles California	3	1	-	-	-
12	Raj, Anita	4	722	180.5	56	Universidad de San Diego California	3	-	-	-	1
13	Ridhi Kashyap	4	102	25.5	32	Universidad de Oxford	-	1	1	1	1
14	Urrea-Solano, Mayra	4	5	1.2	3	Universidad de Alicante	-	-	-	-	2
15	Labadi, Sophia	4	30	7.5	7	Universidad de Bonn	-	-	-	1	1

Fuente: Elaborado por los autores con base en WoS 2024. Abreviaciones: R. Ranking; TP: Total publicaciones; TC: Total citas; TC/TP: Promedio de citas por publicación; ≥100, ≥50, ≥25, ≥10, ≥1 = Número de publicaciones con citas iguales o mayores a 100, 50, 25, 10, y 1.

Para conocer el impacto de las publicaciones y las asociaciones de proximidad entre los autores, se realiza la red bibliométrica entre los indicadores bibliographic coupling - authors (ver Figura 8). Se identifican 1760 autores y para la red se consideran aquellos que tengan un mínimo de 2 publicaciones y un mínimo de 2 citas, resultando un umbral de 73. Se identifican 8 clústeres liderados por Asongu, Valls Martínez, Kashyap, Some, Yount, Abonyi, Baena-Morales y Greene.

Figura 8. Red bibliométrica de la relación acoplamiento bibliográfico – autores con un umbral de 73 y los 1000 enlaces más representativos



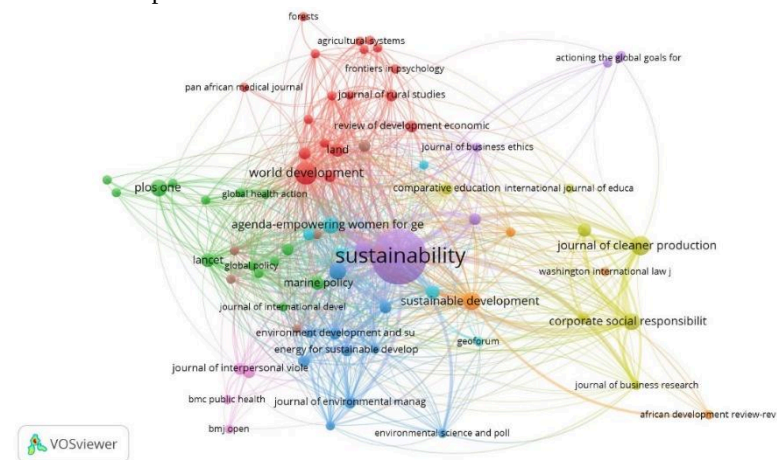
Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024. Para ser considerado en el resultado the número mínimo de publicaciones y el número mínimo de citas de un autor es 2.

Revistas de mayor impacto

Para identificar a las revistas de mayor impacto que publican las investigaciones sobre equidad de género y desarrollo sostenible y sus relaciones de proximidad con otras revistas, se realiza la red bibliométrica de la relación acoplamiento bibliográfico – revistas (ver Figura 9). Se identifican 288 revistas, y para realizar el mapa se consideran aquéllas que tengan un mínimo de 2 publicaciones y un mínimo de 2 citas, resultando un umbral de 77 revistas.

Se identifican en el mapa 9 clústeres liderados por las revistas: Sustainability, Plos One, World Development, Sustainable Development, Journal of Cleaner Production, Journal of Interpersonal Violence, Sustainability Science, Education Sciences y Agenda-Empowering Women for Gender Equity.

Figura 9. Red bibliométrica de la relación acoplamiento bibliográfico – fuentes con un umbral de 73 y los 1000 enlaces más representativos.



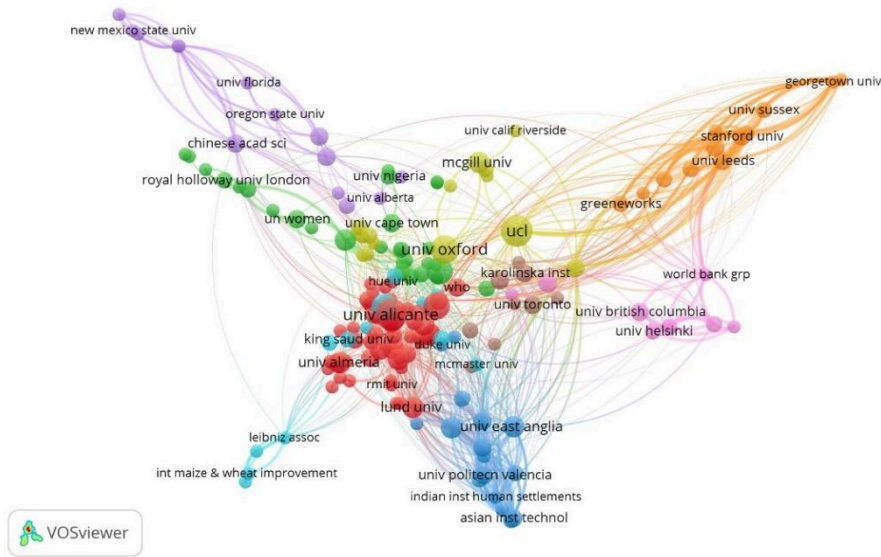
Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024. Para ser considerado en el resultado the número mínimo de publicaciones y de citas de una revista es 2.

Organizaciones y sponsors

Diversas organizaciones, principalmente universidades, se encuentran realizando investigaciones sobre este campo. Para identificar el impacto de las organizaciones, así como sus relaciones de proximidad se realiza la red bibliométrica de la relación acoplamiento bibliográfico – organizaciones (ver Figura 10). Se identifican 923 organizaciones, en el mapa se consideran aquéllas que tienen un mínimo de 2 publicaciones y un mínimo de 2 citas, quedando un umbral de 186 organizaciones. Se identifican 9 clústeres liderados por: Universidad de Alicante,

Universidad de Stanford, UCL, Universidad de Michigan, Universidad de Queensland, Universidad Emory, Universidad de Columbia, Universidad de Toronto y Universidad British Columbia. La Tabla 4 presenta una relación se los más importantes sponsors en este campo.

Figura 10. Red bibliométrica de la relación acoplamiento bibliográfico – organizaciones con un umbral de 73 y los 1000 enlaces más representativos.



Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024. Para ser considerado en el resultado the número mínimo de publicaciones y de citas de una organización es 2.

Tabla 4. Principales sponsors.

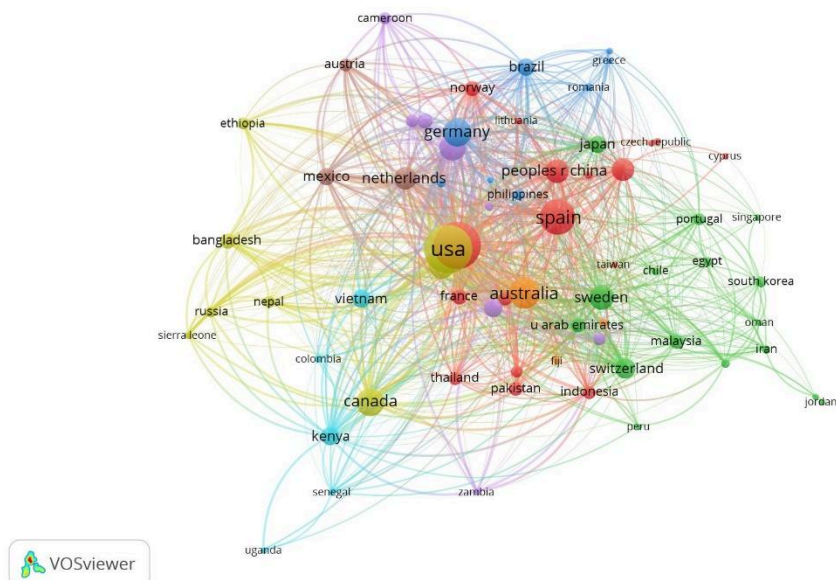
R	Sponsor	TP	TC	TC/TP
1	Spanish Government	18	458	25.4
2	UK Research Innovation UKRI	17	326	19.1
3	CGIAR	16	477	29.8
4	Bill Melinda Gates Foundation	15	726	48.4
5	European Union	13	459	35.3
6	Conselho Nacional De Desenvolvimento Cientifico e Tecnologico	9	126	14.0
7	National Institutes of Health NIH USA	8	356	44.5
8	Japan Society for the Promotion of Science	7	204	29.1
9	Social Sciences and Humanities Research Council of Canada	7	49	7.0
10	European Research Council ERC	6	145	24.1
11	Grants in Aid for Scientific Research Kakenhi	6	204	34.0
12	National Natural Science Foundation of China	6	81	13.5
13	National Science Foundation	6	289	48.1
14	United States Agency for International Development USAID	6	444	74.0

Fuente: Elaborado por los autores con base en WoS 2024. Abreviaciones: R: Ranking; TP: Total de Publicaciones; TC: Total citas, TC/TP: Promedio de citas por publicación.

Principales países

Diversos países realizan publicaciones sobre el tópico analizado. La Figura 11 muestra el mapa bibliométrico de la relación bibliographic coupling – países. Se identifican 101 países, en el mapa se consideran aquellos que tienen un mínimo de 2 publicaciones y un mínimo de 2 citas, quedando un umbral de 69 países. Se identifican 8 clústeres liderados por: Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Australia, Kenia, Suecia y Países Bajos.

Figura 11. Red bibliométrica de la relación acoplamiento bibliográfico – países con un umbral de 69 y los 1000 enlaces más representativos.



Fuente: Elaborado por los autores con datos de WoS 2024. Para ser considerado en el resultado the número mínimo de publicaciones y de citas de un país es 2.

Hallazgos significativos

A partir del análisis realizado en los apartados previos, se pueden resaltar los siguientes hallazgos:

- El análisis muestra un crecimiento en el número de publicaciones que abordan temáticas sobre igualdad de género y desarrollo sostenible. Este crecimiento es particularmente observable entre 2016 y 2023, período en el que se publicó el 88.36% del total de investigaciones en este campo. El interés de realizar cada vez más investigaciones puede atribuirse al creciente interés de abordar temas que abonen a concientizar sobre la importancia de integrar la igualdad de género en las estrategias de desarrollo sostenible, así como a los esfuerzos globales por alcanzar los Objetivos de Desarrollo sostenible plasmados en la Agenda 2030.
- Las publicaciones en este campo han alcanzado 9709 citas, lo que hace referencia a un impacto académico importante. El promedio de citas por artículo es de 9.3, lo que muestra que las investigaciones son relevantes y están siendo ampliamente referenciadas en investigaciones desde muy diversas áreas de la ciencia. Las publicaciones con el mayor número de citas siguen líneas de investigación en temas como desigualdades socioeconómicas, normas de género, Objetivos de Desarrollo Sostenible y temas de salud, lo que deja de manifiesto la importancia de estos temas en la investigación.
- El estudio bibliométrico identifica varias tendencias emergentes en cuanto a la investigación en este tópico, como el enfoque en la salud, el empoderamiento, la gobernanza, la diversidad, la responsabilidad social corporativa, etc., todas ellas áreas cruciales para avanzar en la igualdad de género y el desarrollo sostenible.
- El importante crecimiento de publicaciones y citas sobre la igualdad de género y el desarrollo sostenible refleja el reconocimiento académico en la investigación sobre este tópico. Este estudio proporciona una base sólida para investigaciones futuras y también es un referente para la formulación de políticas públicas, subrayando la relevancia de la equidad para alcanzar un futuro más inclusivo y sostenible para todas las generaciones actuales y futuras.

CONCLUSIÓN

El análisis bibliométrico realizado muestra una tendencia creciente en la investigación sobre la intersección entre igualdad de género y desarrollo sostenible. Basado en datos de Web of Science desde 2002 a 2023, este estudio emplea diversos indicadores bibliométricos para evaluar la cantidad, el impacto y la influencia de las publicaciones científicas en este campo emergente.

Se analizaron 1040 publicaciones que abordan temáticas sobre igualdad de género y desarrollo sostenible. El análisis muestra un aumento significativo en el número de publicaciones, especialmente en los últimos años, proyectando una tendencia creciente para el futuro próximo.

Los resultados confirman la importancia de la igualdad de género para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El incremento en publicaciones y citas demuestra un creciente reconocimiento académico y científico de la relevancia de este campo de estudio.

Sin embargo, el análisis también muestra la necesidad de una mayor colaboración interdisciplinaria, así como la integración de enfoques innovadores para las futuras investigaciones. Se identifican brechas significativas, especialmente en áreas que requieren perspectivas más inclusivas y diversas. Es fundamental promover la participación de investigadores de diversas disciplinas, organizaciones y países para enriquecer el debate y generar soluciones efectivas que equilibren la igualdad de género y el desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

Abou-Shouk, M.A., Mannaa, M.T., & Elbaz, A.M. (2021). Women's empowerment and tourism development: A cross-country study. *Tourism Management Perspectives*, 37.

Agarwal, B. (2018). Gender equality, food security and the sustainable development goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 34, 26-32.

Alarcón, D.M., & Cole, S. (2019). No sustainability for tourism without gender equality. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(7), 903-919. DOI: 10.1080/09669582.2019.1588283

Altarturi, H.H.M., Nor, A.R.M., Jaafar, N.I., & Anuar, N.B. (2023). A bibliometric and content analysis of technological advancement applications in agricultural e-commerce. *Electronic Commerce Research*. DOI: 10.1007/s10660-023-09670-z

Altun, D. (2021). An application analysis for gender equality in urban policies in the covid-19 crisis: The case of Izmir. *New Social Street Economy*, 107, 181-188.

Bartiromo, M., & Ivaldi, E. (2023). A gender sustainable development index for Italian Regions. *Gender Inequality and its Implications on Education and Health*, 247-258. DOI: 10.1108/978-1-83753-180-620231022

Brickell, K., Picchioni, F., Natarajan, N., Guermond, V., Parsons, L., Zanello, G., & Bateman, M. (2020). Compounding crises of social reproduction: Microfinance, over-indebtedness and the Covid-19 pandemic. *World Development*, 136, 105087.

Cervelló-Royo, R., Moya-Clemente, I., Perelló-Marín, M.R., & Ribes-Giner, G. (2020). Sustainable development, economic and financial factors, that influence the opportunity-driven entrepreneurship. An fsQCA approach. *Journal of Business Research*, 115, 393-402.

Di Vaio, A., Hassan, R., & Palladino, R. (2023). Blockchain technology and gender equality: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*, 68, 102517. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102517

Estrada-Molina, O., Repiso, R., & Aguaded, I. (2024). Bibliometric study on Quality Education. *Revista de Educación*, 404, 139-167.

Foroudi, P., Marvi, R., Cuomo, M.T., Bagozzi, R., Dennis, C., & Jannelli, R. (2022). Consumer perceptions of sustainable development goals: Conceptualization, measurement and contingent effects. *British Journal of Management*, 34(3), 1157-1183.

Hassan, S.U., Haddawy, P., & Zhu, J. (2014). A bibliometric study of the world's research activity in sustainable development and its sub-areas using scientific literature. *Scientometrics*, 99(2), 549-579.

Hilson, G., & Maconachie, R. (2020). Artisanal and small-scale mining and the sustainable development goals: Opportunities and new directions for sub-Saharan Africa. *Geoforum*, 111, 125-141.

Kazemikhasragh, A., & Pineda, M.V.B. (2022). Financial inclusion and education: An empirical study of financial inclusion in the face of the pandemic emergency due to Covid-19 in Latin America and the Caribbean. *Review of Development Economics*, 26(3), 1785-1797.

Manzano, J.R. (2021). Gender equality and women's leadership for sustainable development. *Education in a Changing World: Global Challenges and National Priorities*, 114, 51-58.

Martínez, M.D.V., Rambaud, S.C., & Oller, I.M.P. (2019). Gender policies on board of directors and sustainable development. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 26(6), 1539-1553.

Mauleón, Hillán, Moreno, Gómez, & Bordons. (2013). Assessing gender balance among journal authors and editorial board members. *Scientometrics*, 95(1), 87-114.

Mayer, S.J., & Rathmann, J.M.K. (2018). How does research productivity relate to gender? Analyzing gender differences for multiple publication dimensions. *Scientometrics*, 117(3), 1663-1693. DOI: 10.1007/s11192-018-2933-1

McCrudden, C. (2004). Using public procurement to achieve social outcomes. *Natural Resources Forum*, 28(4), 257-267. DOI: 10.1111/j.1477-8947.2004.00099.x

Moglia, M., Hopkins, J., & Bardoel, A. (2021). Telework, hybrid work and the United Nation's sustainable development goals: Towards policy coherence. *Sustainability*, 13(16), 9222.

Monteiro, N.B.R., da Silva, E.A., & Neto, J.M.M. (2019). Sustainable development goals in mining. *Journal of Cleaner Production*, 228, 509-520. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.04.332

Naeem, M.A., & Welford, R. (2009). A comparative study of Corporate Social Responsibility in Bangladesh and Pakistan. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 16(2), 108-122.

Nguyen, M.H., Armoogum, J. (2021). Perception and preference for Home-Based Telework in the COVID-19 era: A gender-based analysis in Hanoi, Vietnam. *Sustainability*, 13(6), 3179.

Palomo, J., Figueroa-Domecq, C., & Laguna, P. (2017). Women, peace and security state-of-art: a bibliometric analysis in social sciences based on SCOPUS data base. *Scientometrics*, 113(1), 123-148.

Petersen, C.J. (2024). The impact of the pandemic on reproductive autonomy and gender equality: perspectives from the sustainable development agenda. *Law and Development Review*. DOI: 10.1515/ldr-2024-0011

Pinto-López, I.N., & Montaudon-Tomas, C.M. (2021). Distance Learning: A bibliometric –based review en *Handbook of Research on Determining the Reliability of online assessment and istance learning*. IGI Global. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4769-4.ch003>

Raman, R., Subramaniam, N., Nair, V.K., Shivdas, A., Achuthan, K., & Nedungadi, P. (2022). Women Entrepreneurship and Sustainable Development: Bibliometric Analysis and Emerging Research Trends. *Sustainability*, 14(15), 9160. DOI: 10.3390/su14159160

Shulla, K., Voigt, B.F., Cibian, S., Scandone, G., Martinez, E., Nelkovski, F., & Salehi, P. (2021). Effects of covid-19 on the sustainable development goals (SDGs). *Discover Sustainability*, 2(1).

Sertyesilisik, B. (2023). Women empowerment as a key tu support achievement of the sustainable development goals and global sustainable development. *Gender Inequality and its Implications on Education and Health*, 153-163. DOI: 10.1108/978-1-83753-180-620231014

Teklewold, H., Gebrehiwot, T., & Bezabih, M. (2019). Climate smart agricultural practices and gender differentiated nutrition outcome: An empirical evidence from Ethiopia. *World Development*, 122, 38-53.

Vicente-Molina, M.A., Fernández-Sainz, A., & Izaguirre-Olaizola, J. (2018). Does gender make a difference in pro-environmental behavior? The case of the Basque Country University students. *Journal of Cleaner Production*, 176, 89-98. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.079

Unated Nations UN. (2024). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. CEPAL. <https://biblioguias.cepal.org/c.php?g=447204&p=6366258#:~:text=En%202015%20y%20tras%208,fue%20aprobada%20por%20la%2070a>.

Unterhalter, E. (2017). Negative capability? Measuring the unmeasurable in education. *Comparative Education*, 53(1), 1-16.

Weiland, S., Hickmann, T., Lederer, M., Marquardt, J., & Schwindenhammer, S. (2021). The 2030 agenda for sustainable development: Transformative change through the sustainable development goals?. *Politics and Governance*, 9(1), 90-95.

Yamaguchi, N.U., Bernardino, E.G., Ferreira, M.E.C., de Lima, B.P., Pascotini, M.R., & Yamaguchi, M.U. (2023). Sustainable development goals: a bibliometric analysis of literature. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5502-5515.

Yarram, S.R., & Adapa, S. (2021). Board gender diversity and corporate social responsibility: Is there a case for critical mass?. *Journal of Cleaner Production*, 278. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123319

Yount, K.M., Crandall, A., & Cheong, Y.F. (2018). Women's age at first marriage and long-term economic empowerment in Egypt. *World Development*, 102, 124-134.

AUDITORÍA AMBIENTAL DESDE LA ÓPTICA DE LA ISO 14001: CASO EMPRESAS CITRÍCOLAS DEL ESTADO DE VERACRUZ

Sinforoso Martínez, S., Rocha Hernández, M.A., Álvarez Velázquez, E. y González Rodríguez, T.
Universidad Veracruzana
ssinforoso@uv.mx, zs20009961@estudiantes.uv.mx, edalvarez@uv.mx, tgonzalez@uv.mx

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar la aplicación de la auditoría ambiental y de la norma ISO 14001 en las empresas citrícolas del Estado de Veracruz. Esta investigación se fundamenta en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de Productos Orgánicos. La metodología se basa en la construcción y aplicación de un cuestionario basado en tres bloques: la auditoría ambiental, normatividad medioambiental y la norma ISO 14001. Se estudia una muestra de 23 empresas dedicadas a la producción, industrialización, distribución y empaquetamiento de frutas cítricas del Estado de Veracruz. Los resultados muestran que las empresas objetos de estudio presentan un área de oportunidad respecto a la aplicación de la norma ISO 14001, identificándose la falta de aplicación de la auditoría ambiental. Se concluye que la ausencia de la auditoría ambiental genera desventaja competitiva en las organizaciones.

Palabras claves: Medio ambiente, Sistema de Gestión, Sustentabilidad, Contabilidad ambiental.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the application of environmental auditing and the ISO 14001 standard in citrus companies in the State of Veracruz. This research is based on the General Law of Ecological Balance and Environmental Protection, the Federal Law of Environmental Responsibility, the General Law for the Prevention and Integral Management of Waste, the Organic Products Law and the contributions of several authors. The methodology is based on the construction and application of a questionnaire based on three blocks: environmental auditing, environmental regulations and the ISO 14001 standard. A sample of 23 companies dedicated to the production, industrialization, distribution and packaging of citrus fruits in the State of Veracruz is studied. The results show that the companies studied present an area of opportunity regarding the application of the ISO 14001 standard, identifying the lack of application of the environmental audit. It is concluded that the absence of the environmental audit generates a competitive disadvantage in organizations.

Keywords: Environment, Management system, Sustainability, Environmental accounting.

INTRODUCCIÓN

El cuidado y conservación de los recursos naturales es responsabilidad del Estado, Sociedad Civil y de las Empresas. Se han implementado diversas alternativas para disminuir los impactos ambientales ocasionados por las organizaciones, una de las formas es a través de la Auditoría Ambiental. En este estudio se busca analizar la aplicación de esta auditoría y de la norma ISO 14001 en las empresas citrícolas del Estado de Veracruz.

Este estudio se fundamenta por varias investigaciones internacionales y nacionales acerca de la auditoría ambiental en diversos sectores económicos y su relación con la norma ISO 14001, así como en leyes medioambientales mexicanas como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Ley de Productos Orgánicos.

MARCO REFERENCIAL

Aspectos generales de la auditoría ambiental en México

México a raíz de los diferentes programas, conferencias y protocolos internacionales respecto al tema ambiental, ha propuesto iniciativas en materia ambiental, una de ellas es la auditoría ambiental la cual ha evolucionado conforme a las necesidades ambientales en el país, la tecnología y las actividades empresariales, a continuación, se mencionan algunas fechas importantes que anteceden a la aplicación de la auditoría ambiental en México y en el mundo.

En la década de 1960 según Antúnez (2019) es cuando los gobiernos de los países empezaron a concientizar acerca del peligro de la contaminación, la cual se comenzaron a tomar medidas significativas acerca de los problemas ambientales que enfrenta el país, posteriormente diez años después en Estados Unidos se crea la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) como una de las primeras formas de auditar a las empresas estadounidenses diagnosticando si sus actividades económicas dañan al medio ambiente.

En México ocurrieron varios sucesos de impacto al medio ambiente uno de los más importantes fue en el año de 1984 en San Juan Ixhuatepec, donde ocurrió una explosión en una planta de Petróleos Mexicanos (PEMEX), que ocasionó muertes con incontables afectados. Otros acontecimientos importantes fueron las distintas explosiones en Guadalajara en el año de 1992 por un acumulamiento de gasolina en el sistema de alcantarillado dejando un saldo de personas fallecidas y muchas otras heridas, estos dos acontecimientos tienen algo en común, que no se habían detectado los fallos ni riesgos de las instalaciones.

Como consecuencia de lo antes expresado se crea la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente que surge como un organismo encargado del cuidado y la preservación del ambiente a nivel nacional, la cual adopta la auditoría ambiental como una serie de técnicas y procedimientos con el Programa Nacional de Auditoría Nacional (PNA) para la prevención de futuros accidentes y asimismo funciona como un diagnóstico metodológico para las empresas industriales respecto a la proporción de sus actividades con el impacto ambiental que generan. Cinco años después este organismo inicia con expediciones de certificados en materia ambiental a empresas tanto industriales, comerciales y de servicios, tales como: Industria Limpia, Calidad Ambiental y Calidad Ambiental Turística, entre otros.

Con el transcurso de los años, la normatividad ambiental mexicana ha evolucionado, surgiendo nuevas leyes, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en 1988, la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental en 2013, entre otras leyes. Respecto a la auditoría ambiental, Angulo (2021) expone que es un instrumento que evalúa la gestión de una empresa de manera documentada, precisa y objetiva acerca de los sistemas de gestión ambiental, definiéndola como parte de un control sobre todo interno, donde tiene como objetivo encontrar áreas de oportunidad en los sistemas de gestión que implementan las empresas para su operación.

Con base a lo descrito se afirma que la auditoría ambiental funciona como un diagnóstico para todo tipo de empresa, sin importar su giro comercial o su tamaño, que tiene como finalidad reportar e informar acerca de las actividades y procesos que conlleven para realizar sus actividades económicas, como estas impactan en el medio ambiente y que acciones pueden realizar para mitigar el daño causado.

Con relación a la auditoría ambiental, uno de los conceptos que más grado de significancia e importancia tiene al momento de ejecutarlas, es la gestión ambiental, la cual es de importancia en todas las empresas, en particular las de carácter industrial o de transformación de bienes, pues sus procesos tienen procedimientos bien estructurados, documentados y gestionados en relación con la calidad, costo y sobre todo en la materia ambiental como lo es el uso de recursos y el impacto ocasionado.

La gestión ambiental es un conjunto de acciones obligatorias para todas las empresas sin importar su giro comercial que buscan alguna certificación ambiental, tales como la ISO 14001, la cual esta normatividad internacional menciona que la gestión ambiental son una serie de técnicas y procedimientos que tiene como objetivo optimizar a las entidades económicas en un marco normativo para el cuidado del medio ambiente, así como en la adaptación dependiendo de las condiciones ambientales sin descuidar la parte socioeconómica.

Desde otro punto de vista, Rodríguez (2016) en su artículo “Fundamentos básicos de auditoría ambiental”, la describe como un conjunto de mecanismos, acciones e instrumentos guiados para optimizar la administración y el uso adecuado de los recursos naturales. Desde un enfoque más apegado a la auditoría, se demuestra que la gestión ambiental es un área que la propia auditora ambiental debe evaluar ya que es un indicativo muy importante dentro de las empresas.

Desde el enfoque de la auditoría ambiental, el principal objetivo es la reducción de todo impacto ambiental que las organizaciones pueda causar al ambiente respecto a sus actividades económicas y para esto, se recurren a las políticas ambientales. En esta investigación se busca identificar la aplicación de la auditoría ambiental en las empresas cítricas del Estado de Veracruz.

ISO 14001. Un acercamiento teórico y su relación con el medio ambiente

La ISO 14001 forma parte de la serie 14000 y se enfoca en la implementación y mejora de un sistema de gestión ambiental. Por su parte Zambrano, Pérez y Perero (2021) definen que es un marco que delimita la normatividad para concientizar y actuar acerca del tema ambiental en las actividades de las entidades con la finalidad de amenizar los impactos ambientales y de la misma manera armonizar los requisitos de operación con el cuidado correspondiente al ambiente.

La ISO 14001 busca la generación de directrices, estándares e indicadores en las empresas para la implementación de sistemas de gestión ambiental, esto con el apoyo de técnicas como la evaluación, control y el diagnóstico, dentro de la cual se considera a la auditoría ambiental como una herramienta para lograr cumplir dichos requerimientos.

Retomando a la norma ISO 14001 su aplicación no está limitada por el tamaño de la empresa, giro comercial o propósito, bajo este sentido todas las empresas pueden generar sistemas de gestión ambiental; Esta norma menciona la designación de los elementos en las entidades a evaluar, en las cuales se destacan las actividades, productos y servicio, dependiendo del giro comercial de la entidad, asimismo hace hincapié en el control acerca de los procedimientos de la empresa para la realización de sus actividades económicas.

La contabilidad ambiental en las empresas

Una de las disciplinas que permite diagnosticar los aspectos económicos, ambiental y social de una organización es la contabilidad ambiental, que con base a Fernández (2004, p. 33) su objetivo “es conocer la relación entre una entidad con el medio ambiente”.

Otra definición es la de Sinforoso et al., (2020) quien define a la Contabilidad Ambiental como un medio que permite conocer a los usuarios, información ambiental en reportes ambientales a través de etapas como la identificación, clasificación, valoración, registro y presentación de impactos ambientales; con la finalidad de brindar información para la toma de decisiones de carácter ambiental, obteniendo una ventaja competitiva en el mercado.

Este tipo de contabilidad es de importancia para las empresas, ya que al revelar información ambiental, facilita la implementación de la auditoría ambiental en las entidades, sin embargo, se tiene como limitante que la mayoría de las empresas no llegan a implementar un sistema de contabilidad ambiental por varios factores como la falta de compromiso ambiental, la ausencia de conocimiento, entre otros factores.

La auditoría ambiental en las empresas cívicas

La auditoría ambiental se define como procesos documentados y sistemáticos que pueden llegar a diagnosticar varios aspectos de las empresas y es ahí donde recae su importancia ya que al realizar una auditoría de este tipo se tiene una ventaja al conocer las debilidades y las áreas de oportunidad de cada departamento. Un aspecto que evalúa la auditoría ambiental es que se asegura que las empresas cumplan con todas las normatividades ambientales que se encuentran en el país, por tanto, las empresas objetos de estudio deben tener en cuenta todas las normatividades correspondientes.

Al aplicar la auditoría ambiental se reconoce las áreas de oportunidades de la empresa, que le permite establecer estrategias para hacer uso eficiente de los recursos naturales, la identificación de fuentes de contaminación, la generación de residuos, entre otras acciones que ayudan a la mitigación del daño hacia el medio ambiente que incluso llegan a ser económicamente favorables para la empresa ya que se puede llegar a disminuir los gastos y los costos.

La auditoría ambiental en las organizaciones: Revisión de la literatura

Se han realizado investigaciones sobre la importancia de la auditoría ambiental en las organizaciones, por ejemplo en Ecuador se han elaborado estudios experimentales y de evaluación sobre la auditoría ambiental desde el enfoque de la ISO 14000 y la ISO 14001 tales como el de Cabrera y Veléz (2022) que su investigación se basa en el análisis de los sistemas de gestión ambiental que implementan las empresas, facilitando la obtención de información de indicadores ambientales más exactos, concluyendo que si las organizaciones cumplen todos los estándares de las normas ISO específicamente de la serie 14000, sus auditorías ambientales pueden llegar a tener un mayor impacto al mostrar información más relevante para los usuarios.

Por otra parte, en Colombia en los estudios de Ramírez y Andrade (2017) y López, Bermudes y Mozo (2021), afirman que las auditorías ambientales a diferencia de otros países sudamericanos o de centroamérica ha tomado más peso en el sector primario, la agricultura ha sido objeto de estudio en conjunto con la auditoría ambiental y los sistemas de gestión ambiental, estos relacionados a la evaluación y diagnóstico de empresas que se dedican a la producción agrícola y las acciones para disminuir su contaminación realizando prácticas sostenibles.

En Cuba, Antunez (2015) estudia aspectos relevantes a la auditoría ambiental desde una perspectiva gubernamental y empresarial, buscando y analizando técnicas para el control de actividades gubernamentales respecto a la materia ambiental, de la misma manera se busca un crecimiento empresarial de manera sostenible.

En España se recopilan diversas investigaciones sobre la auditoría ambiental, una de las cuales se destaca es la de Taberner (2018), donde aborda cómo las empresas de tecnología (producción y servicios) van adoptando cada día más el uso de la auditoría ambiental no solo como una obligación con el Estado, sino más bien como un método de control interno para la búsqueda de área de mejora y de oportunidad.

Con base al análisis de los estudios en un contexto internacional, se afirma que la auditoría ambiental contribuye a la competitividad de cualquier sector económico, pero algunas empresas no las implementan por varios motivos como lo costoso que pueden ser y la falta de información acerca de ella.

En México también se ha estudiado la auditoría ambiental, al respecto Denegri (2010) menciona que la auditoría ambiental no es exclusiva para las grandes empresas, sino que también las Pymes juegan un papel vital, ya que las políticas mexicanas para la disminución de la contaminación las colocan en un papel secundario, la cual genera una escasez de datos acerca de cuanto contaminan este tipo de empresas. En este estudio se destaca la carencia de investigaciones en México sobre la aplicación de la auditoría ambiental en empresas dedicadas a la producción, empaquetado o distribución de cítricos.

METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo no experimental con un alcance correlacional y descriptivo. Tiene un enfoque cuantitativo. La muestra es de tipo no probabilística, se estudia a 23 empresas de un total de 33 dedicadas a la producción, transformación, comercialización, empaquetado y distribución de cítricos especialmente de naranjas y limones ubicadas en el Estado de Veracruz. Estos datos se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Muestra de estudio clasificada por municipio y giro comercial.

Municipio	Giro comercial	Empresas estudiadas
Álamo Temapache	Comercializador e industrializador	1
	Industrializador	1
Cotaxtla	Productor	1
Martinez de la Torre	Productor, comercializador y distribuidor	1
	Empacador y comercializador	2
	Productor, empacador, comercializador y distribuidor	1
	Producción	3
	Empacador y comercializador	2
	Empacador	2
	Comercializador	3
	Productor, empacador y distribuidor.	1
Productor, empacador y distribuidor	1	
Papantla	Comercializador, empacador, industrializador y productor	1
	Productor	1
Tlapacoyan	Productor	1
Total		23

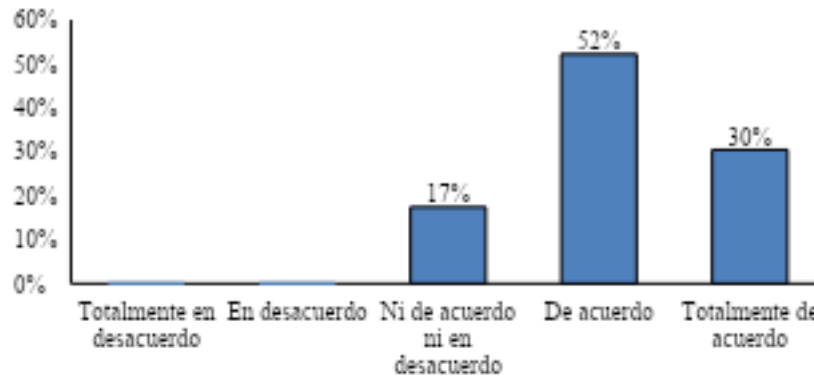
Fuente: Elaboración Propia (2024).

Esta investigación se enfoca en dos variables, la auditoría ambiental y la ISO 14001. Se aplica como técnica de recolección de datos la encuesta y como instrumento un cuestionario con respuestas escala Likert.

CASO EMPRESARIAL

En el gráfico 1 se observa que más de la mitad de las empresas encuestadas (52%) están de acuerdo en tener conocimiento acerca del concepto de auditoría ambiental, el 30% está totalmente de acuerdo, mientras que el 17% de la muestra ni de acuerdo ni en desacuerdo, sin embargo, ha llegado a escuchar acerca de este tipo de auditoría. Los resultados indican que la auditoría ambiental no es un tema desconocido en las empresas citrícolas del Estado de Veracruz.

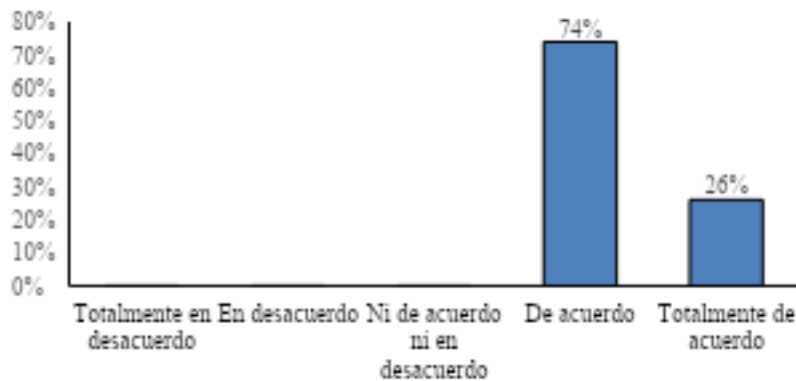
Gráfica. 1 Conocimiento del concepto de Auditoría Ambiental



Fuente: Elaboración propia (2024)

En el gráfico 2 se muestra que las empresas consideran importante la implementación de la auditoría ambiental, pues es el medio que permite identificar el cumplimiento de las normas en materia ambiental

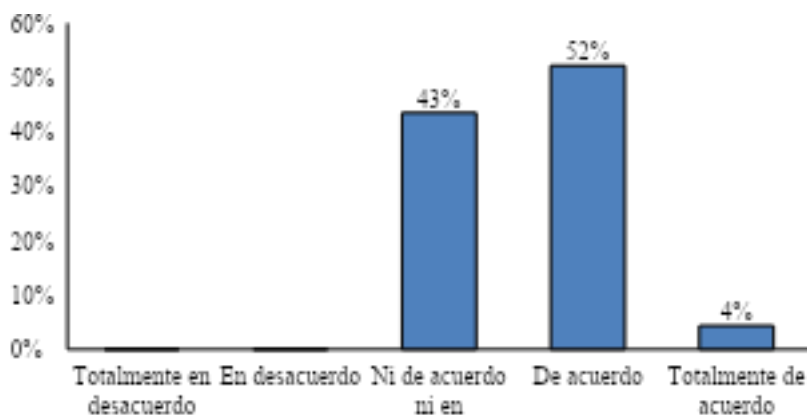
Gráfica. 2 Importancia de la Auditoría Ambiental



Fuente: Elaboración propia (2024)

En el gráfico 3 se muestran datos acerca del conocimiento que tienen las empresas citrícolas del Estado de Veracruz respecto a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la cual es una de las leyes más importantes en materia ambiental en México. Sobre esta ley se identificó que el 43% respondió ni de acuerdo ni en desacuerdo en conocerla, el 52% tiene conocimiento y un 4% tiene un total conocimiento sobre esta norma ambiental.

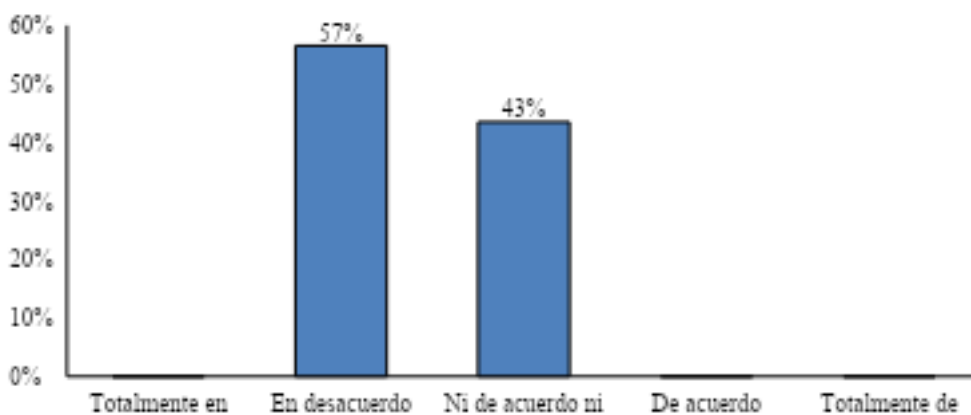
Gráfica 3. Conocimiento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente



Fuente: Elaboración propia (2024)

En el gráfico 4, se expone que las empresas citrícolas del Estado de Veracruz no tienen conocimiento o un conocimiento muy escaso acerca de la Ley de Productos Orgánicos, con un 57% en desacuerdo y un 43% ni de acuerdo ni en desacuerdo, mostrando una negatividad en la implementación de esta Ley. Esto demuestra un resultado preocupante y más para este tipo de empresas dedicadas a la producción y procesamiento de productos orgánicos como lo son las frutas cítricas, del cual se necesitan de procedimientos y técnicas para la conservación de productos como la fruta y el jugo.

Gráfica 4. Conocimiento de la Ley de Productos Orgánicos



Fuente: Elaboración propia (2024)

Respecto a la norma ISO 14001, en la gráfica 5 se identifica que la mayoría de las empresas citrícolas (78%) están ni de acuerdo ni en desacuerdo respecto al conocimiento sobre la ISO 14001, mientras que un 22% está en desacuerdo. Cabe destacar que las empresas objetos de estudio, no tienen el conocimiento sobre las características, requisitos o beneficios, de la ISO 14001 perjudicando la implementación de la auditoría ambiental.

Gráfica 5. Conocimiento de la norma ISO 14001



Fuente: Elaboración propia (2024)

En el gráfico 6, se observa que el 91% no cuenta con un sistema de gestión ambiental en sus procesos de producción, generando así que no se respeten normatividades ambientales y que no se pueda cumplir los criterios de la norma ISO 14001 para su certificación.

Gráfica 6. Aplicación de un Sistema de Gestión Ambiental



Fuente: Elaboración propia (2024)

En el gráfico 7 se identifica que 22% de las empresas citrícolas cuentan parcialmente con políticas ambientales, con un 39% cuentan con políticas que indirectamente ayudan al medio ambiente, el 35% no cuenta con políticas ambientales y el 4% no cuentan con ninguna política ambiental.

Gráfica 7. Empresas que cuentan con políticas ambientales



Fuente: Elaboración propia (2024)

CONCLUSIÓN

Se concluye que la muestra de estudio de las empresas citrícolas del Estado de Veracruz tiene un área de oportunidad respecto a la correcta aplicación de la auditoría ambiental, ya que omiten fundamentos esenciales como lo son las políticas y los objetivos ambientales, que son criterios y requisitos esenciales en la norma ISO 14001.

Sin políticas ni objetivos de carácter ambiental las empresas citrícolas tienen un área de oportunidad desde la perspectiva ambiental, pues sus actividades impactan de forma negativa al medio ambiente y a largo plazo puede generar una disminución en sus ingresos, pues el contar con certificaciones de carácter ambiental como es la norma ISO 1400, permite a la organización penetrar nuevos mercados.

Se concluye que la falta de incentivos fiscales por parte del Estado y la información limitada sobre la auditoría ambiental, pueden ser factores que limitan su aplicación en las organizaciones. Como futuro estudio se busca analizar como los incentivos fiscales pueden generar una motivación para la aplicación de la auditoría ambiental en las empresas del sector agropecuario.

Este trabajo de investigación es la base para futuras investigaciones sobre la aplicación de la auditoría ambiental considerando los criterios de la ISO 14001 en otros giros comerciales dentro del sector primario como el ganadero, pesca, agropecuario y silvícola que son las principales actividades del Estado de Veracruz.

BIBLIOGRAFÍA

Angulo, A. (2021). La auditoría ambiental y el servicio de agua potable en la ciudad de Huánuco. *Investigación Valdizana*, 15(4), 257-264. <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/1108/1146>

Antúnez. A, y Sánchez A. (2019). La Auditoría Ambiental, origen, desarrollo y evolución. *Misión Jurídica*, 12(17) 205 - 221. Doi: 10.25058/1794600x.104

Antunez A.F. (2015). La auditoría ambiental: Una Revisión y propuestas en clave de su función pública y dimensión empresarial. *Revista iberoamericana de contabilidad de gestión*, 13 (26), 85-112. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7267085>

Cabrera M.B. y Veléz, L.P. (2022). Auditoría de gestión ambiental a los desechos del hospital de especialidades de Portoviejo, 2020. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun*, 6(10), 40-52. Doi: 10.46296/yc.v6i10edespab.0163

Denegri F.M. y Peña, C.A. (2011) Identificación de perfiles ambientales en la Pyme a través de la auditoría ambiental. *Contaduría y Administración*, (235), 195-215. <https://www.redalyc.org/pdf/395/39519916010.pdf>

- Fernandez, M. (2004). El marco conceptual de la contabilidad ambiental. Una propuesta para el debate. *Contabilidad y Auditoría*, 19(10), 29-38. <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/Contyaudit/article/view/141/231>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, [L.G.P.G.I.R.]. Diario Oficial de la Federación [D.O.F], 8 de Octubre de 2003, (México)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, [L.G.E.E.P.A.]. Diario Oficial de la Federación [D.O.F], 28 de Enero de 1988, (México)
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, [L.F.R.A.]. Diario Oficial de la Federación [D.O.F], 7 de Junio de 2013, (México)
- Ley de Productos Orgánicos, [L.P.O.]. Diario Oficial de la Federación [D.O.F], 7 de Febrero de 2006, (México)
- López, D. D., Bermúdez, A. G. . y Mozo Cantillo, Y. E. (2021). Auditoría ambiental de una empresa minera que explota agregados pétreos. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 9(1), 196–205. Doi:10.17081/invinno.9.1.4936
- Ramírez, D. E., y Andrade, Y. (2017). Aporte de la contabilidad y la auditoría desde una perspectiva ambiental. *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*, 38 (69), 27-41. Doi:10.5154/rttextual.2017.69.002
- Rodríguez, R. G. (2016) Fundamentos básicos para la ejecución de la auditoría ambiental. *Ciencias Holguín*, 22 (1),1-17 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181543577002>
- Sinforoso S, Ricardez J. D., Álvarez E., Gonzalez T., Tapia O., Gutierrez J y Salas L. (2020) *Contabilidad Ambiental Perspectiva desde un contexto global*. CÓDICE Taller Editorial.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental. Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental. <https://www.gob.mx/semamat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>
- Taberner, A. (2018). Auditoría ambiental a las tecnologías de producción eléctrica en España [Tesis de Grado]. Universitat Politècnica de València.
- Zambrano, D. M., Pérez, J. C., y Perero, G. A. (2021). Evolución de la norma ISO 14001 y su implementación en el Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun*, 5(8), 9-26. Doi: 10.46296/yc.v5i8edespjun.0096

JUEGO EDUCATIVO COMO ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE DE FINANZAS EN ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR

Juan Pablo Pérez Aguilar¹, Grecia Itzel Colín González¹, Martha Beatriz Flores Romero²

¹Facultad de Ciencias Físico Matemáticas UMSNH, ²Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas UMSNH
2337656h@umich.mx, 2014865a@umich.mx, martha.flores@umich.mx

RESUMEN

La enseñanza de finanzas a nivel superior presenta desafíos derivados de la complejidad y abstracción de muchos de sus conceptos. Con el objetivo de abordar estas dificultades, se desarrolló un juego educativo interactivo diseñado para facilitar la comprensión de temas clave como el interés compuesto, la planificación financiera y la evaluación de riesgos. Mediante un formato de laberinto, el juego permite a los estudiantes avanzar resolviendo desafíos financieros, promoviendo la comprensión activa y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Esta herramienta educativa proporciona una experiencia dinámica que mejora la retención de conceptos complejos y fomenta un enfoque participativo en el aprendizaje. Como estrategia pedagógica, el juego interactivo ofrece una alternativa innovadora y efectiva para el desarrollo de competencias financieras en estudiantes universitarios, contribuyendo a una educación más accesible y significativa, que favorece la aplicación de los conocimientos en contextos prácticos.

Palabras Clave: Gamificación, finanzas, educación, enseñanza, laberinto, juego, pedagogía, aprendizaje.

ABSTRACT

Teaching finance at the university level presents challenges due to the complexity and abstraction of many of its concepts. To address these difficulties, an interactive educational game was developed, designed to facilitate the understanding of key topics such as compound interest, financial planning, and risk assessment. Through a maze-like format, the game allows students to progress by solving financial challenges, promoting active comprehension and the practical application of acquired knowledge. This educational tool provides a dynamic experience that enhances the retention of complex concepts and fosters a participatory approach to learning. As a pedagogical strategy, the interactive game offers an innovative and effective alternative for the development of financial competencies in university students, contributing to a more accessible and meaningful education that encourages the application of knowledge in practical contexts.

INTRODUCCIÓN

La educación financiera es fundamental en el contexto actual, ya que dota a los estudiantes de las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas en su vida personal y profesional (Lusardi & Mitchell, 2014). Sin embargo, enseñar finanzas en el nivel superior presenta múltiples retos, ya que muchos conceptos son abstractos y requieren de una base sólida de comprensión teórica y práctica. A lo largo de los años, diversas investigaciones han subrayado la necesidad de desarrollar métodos pedagógicos más efectivos que permitan a los estudiantes no solo memorizar, sino también aplicar y analizar estos conceptos en situaciones reales.

El uso de juegos en la educación ha emergido como una estrategia poderosa para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, al integrar elementos de entretenimiento con formación académica en un entorno interactivo. Este enfoque promueve la participación activa de los estudiantes, lo que facilita la comprensión y asimilación de los contenidos al proporcionar una experiencia de aprendizaje más atractiva y dinámica. Los juegos educativos permiten que los estudiantes adquieran conocimientos de manera práctica y divertida, lo que no solo facilita la retención de información, sino que también fomenta su interés por seguir aprendiendo.

El uso de herramientas pedagógicas basadas en el juego ha cobrado relevancia en las ciencias económicas y financieras debido a su potencial para captar la atención y motivación de los estudiantes. Los juegos educativos permiten que los estudiantes interactúen con el contenido de manera práctica, lo que refuerza la retención de conceptos a través de la experimentación. Sin embargo, aunque existen numerosos recursos de juegos y simulaciones en otras áreas de estudio, en finanzas aún es limitado el acceso a herramientas específicas que integran dinámicas lúdicas para reforzar conceptos técnicos y abstractos.

Este juego educativo está diseñado específicamente para estudiantes de nivel superior, con el objetivo de facilitar la revisión y comprensión de conceptos clave en el ámbito de las finanzas. A través de un formato de laberinto, simple y familiar, adaptado a las necesidades de los estudiantes en esta área, se presenta un enfoque lúdico que plantea

desafíos y problemas financieros. Estos retos permiten a los estudiantes estudiar y practicar de manera dinámica, integrando el aprendizaje teórico con la resolución de problemas concretos.

La estructura del juego está diseñada para mantener el interés y la motivación de los estudiantes, promoviendo no solo el aprendizaje de los contenidos financieros, sino también el desarrollo de habilidades fundamentales como el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Además, este tipo de aprendizaje contribuye a la motivación intrínseca, ya que los estudiantes experimentan un sentido de logro al resolver los retos y alcanzar los objetivos dentro del juego. La progresión de niveles y las metas alcanzables refuerzan este proceso, permitiendo a los estudiantes experimentar un continuo avance en su aprendizaje, lo que refuerza su interés en explorar nuevos contenidos.

El entorno de aprendizaje creado por el juego ofrece la oportunidad de aprender de los errores de manera inmediata, ajustando las estrategias en tiempo real. Este aspecto refuerza el proceso de aprendizaje, ya que permite a los estudiantes mejorar su capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales. Al combinar la enseñanza teórica con una experiencia de aprendizaje práctica y entretenida, este juego no solo facilita una comprensión más profunda de los conceptos financieros, sino que también mantiene la motivación de los estudiantes, contribuyendo a un aprendizaje continuo y efectivo.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los principales desafíos en la enseñanza de la educación financiera radica en la capacidad de involucrar a los estudiantes de manera activa con los conceptos teóricos tratados en clase, y en la posibilidad de que estos logren comprender y aplicar dichos conocimientos en contextos prácticos. Los conceptos financieros, en muchos casos, presentan una naturaleza abstracta y compleja que puede generar una desconexión entre los estudiantes y los contenidos enseñados. Este fenómeno, sumado a la falta de una interacción directa con situaciones reales, puede derivar en una falta de motivación y en la dificultad de los estudiantes para internalizar los principios fundamentales de las finanzas. Como resultado, los estudiantes no solo pierden el interés por la materia, sino que también pueden experimentar dificultades al momento de aplicar estos conocimientos en su vida cotidiana.

Dada esta problemática, se hace imperativo explorar nuevas metodologías educativas que puedan conectar de manera efectiva los contenidos académicos con el contexto práctico y cotidiano de los estudiantes, facilitando su comprensión y aplicación. Además, es necesario que estas metodologías logren captar el interés de los estudiantes y fomenten una participación activa en el proceso de aprendizaje. En este marco, la gamificación emerge como una metodología innovadora y prometedora, capaz de transformar el aprendizaje tradicional, que a menudo es percibido como pasivo y monótono, en una experiencia educativa dinámica, interactiva y profundamente involucrada con las actividades diarias de los estudiantes.

OBJETIVOS

Facilitar el aprendizaje de conceptos financieros: Adaptar un juego que permita a los estudiantes repasar y comprender conceptos clave de finanzas de manera interactiva y entretenida, utilizando un formato accesible y dinámico. Crear una herramienta educativa que motive a los estudiantes a participar activamente en el proceso de aprendizaje, promoviendo el interés por los temas financieros a través de un enfoque lúdico que fomente el disfrute mientras se aprende.

Mejorar la retención de información: A través de la gamificación, permitir que los estudiantes retengan y comprendan los conceptos financieros de forma más efectiva, ya que el aprendizaje activo contribuye a una mayor consolidación de los conocimientos adquiridos. Brindando así a los educadores y estudiantes una nueva herramienta para enseñar y aprender sobre finanzas de manera entretenida, eficaz y accesible, lo que puede enriquecer el proceso educativo tradicional.

DESARROLLO TEÓRICO

El desarrollo de un juego educativo de finanzas personales combina fundamentos de aprendizaje, interactividad digital y diseño de experiencias centradas en el usuario. Este proyecto, diseñado para reforzar conceptos financieros mediante una dinámica de preguntas y respuestas en un laberinto, se basa en principios de aprendizaje activo y gamificación. Estos principios son fundamentales en la pedagogía, ya que estimulan la participación y motivación del jugador, mejorando la retención de conocimientos.

En cuanto al diseño y selección de los laberintos de cada nivel, la estructura de cada laberinto fue cuidadosamente elaborada para asegurar que el juego fuera desafiante pero accesible. Cada laberinto representa un conjunto de decisiones y obstáculos que los jugadores deben sortear, cada uno relacionado con un concepto financiero clave. Las preguntas y desafíos dentro de los laberintos están diseñados para evaluar la comprensión de los estudiantes sobre temas como la planificación financiera, el cálculo de intereses, la gestión del riesgo, entre otros. Además, se seleccionaron cuidadosamente los laberintos para que su complejidad aumentara progresivamente, lo que refleja el enfoque pedagógico del juego: avanzar desde conceptos básicos hacia aplicaciones más complejas de las finanzas personales.

RESULTADOS

El código HTML que implementa el laberinto está disponible públicamente en el repositorio de GitHub Laberinto *. El archivo con el código puede ser consultado o descargado directamente desde la plataforma. A continuación se describen los componentes principales:

Interacción con el usuario: El jugador interactúa con el sistema a través de respuestas a preguntas de finanzas y el movimiento dentro de un laberinto. Este enfoque de interacción tiene el objetivo de enseñar conceptos financieros básicos mientras mantiene el interés del jugador mediante un formato de juego.

Preguntas y Respuestas: Las preguntas están relacionadas con temas clave de finanzas personales, como ingresos pasivos, tasas de interés, el Producto Interno Bruto (PIB) y créditos hipotecarios. El jugador debe seleccionar la respuesta correcta para avanzar. *Imagen 1.*

El jugador mueve un avatar (o personaje) a través de un laberinto y debe responder correctamente a las preguntas financieras para desbloquear nuevas áreas o niveles del juego. Si el jugador responde incorrectamente, pierde una vida.

El jugador puede recuperar vidas y recoger llaves, lo que añade una capa de estrategia en la toma de decisiones, pues las llaves se utilizan para abrir puertas en el laberinto, y las vidas determinan la capacidad de continuar en el juego. Esto refuerza la noción de gestión de recursos, un concepto clave en finanzas. El sistema reacciona en tiempo real a las respuestas del jugador, proporcionando retroalimentación inmediata (correcta o incorrecta). Además, la interfaz está diseñada para ofrecer mensajes claros sobre el progreso del jugador, como las respuestas correctas, el número de vidas y llaves restantes. *Imagen 2.*

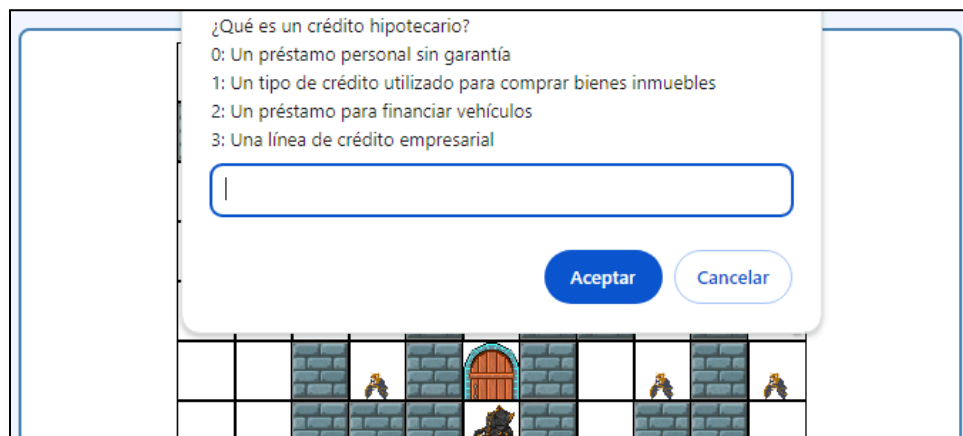


Imagen 1. Ejemplo de preguntas en el juego educativo de finanzas, diseñado para reforzar conceptos clave



Imagen 2. La interfaz muestra el progreso del jugador con mensajes claros sobre las respuestas correctas, junto con el estado actual de vidas y llaves.

La flexibilidad del código usado permite adaptar las preguntas según el nivel de conocimiento de los estudiantes, desde nociones básicas de ahorro hasta conceptos más avanzados de cálculo de interés compuesto y análisis financiero. Este tipo de adaptación es fundamental para mejorar la experiencia de aprendizaje y motivar a los estudiantes a profundizar en temas de finanzas de una manera interactiva y lúdica. Parte del código de las preguntas se muestra a continuación:

```
function askFinanceQuestion() {
  const questions = [
    {
      question: "¿Qué es el interés compuesto?",
      options: [
        "El interés que solo se aplica al capital inicial",
        "El interés calculado sobre el capital inicial y los intereses acumulados",
        "El impuesto sobre la renta aplicado a inversiones",
        "El costo de oportunidad de una inversión"
      ],
      answer: 1
    },
    {
      question: "Si tienes $1000 a una tasa de interés anual del 5%, ¿cuánto tendrás al final de un año?",
      options: [
        "$1000",
        "$1050",
        "$1100",
        "$1500"
      ],
      answer: 1
    },
    {
      question: "¿Qué representa un presupuesto balanceado?",
      options: [
        "Gastar más de lo que ganas",
        "Ingresos iguales o mayores que los gastos",
        "Evitar tener ingresos",
        "Tener deudas altas"
      ],
      answer: 1
    },
    {
      question: "¿Cuál de los siguientes es un activo financiero?",
      options: [
        "Una hipoteca",
        "Un automóvil",
        "Una acción en bolsa",
        "Un electrodoméstico"
      ],
    }
  ]
}
```

```

    answer: 2
  },
  {
    question: "Si compras un artículo a $200 y lo vendes por $260, ¿cuál es tu porcentaje de ganancia?",
    options: [
      "20%",
      "25%",
      "30%",
      "35%"
    ],
    answer: 1
  },
  {
    question: "¿Cuál es la función principal de un banco central?",
    options: [
      "Proporcionar préstamos personales",
      "Emitir moneda y controlar la política monetaria",
      "Garantizar ganancias en la bolsa de valores",
      "Vender seguros"
    ],
    answer: 1
  },
  {
    question: "¿Qué es un fondo de inversión?",
    options: [
      "Un préstamo bancario",
      "Un vehículo de inversión que reúne dinero de varios inversores",
      "Una cuenta corriente",
      "Un tipo de seguro"
    ],
    answer: 1
  },
  {
    question: "Si tienes un crédito con una tasa del 12% anual y pagas $120 en intereses, ¿cuál es el capital original?",
    options: [
      "$1000",
      "$1500",
      "$1200",
      "$2000"
    ],
    answer: 0
  },
  {
    question: "Si tu ingreso mensual es de $3000 y ahorras el 10%, ¿cuánto estás ahorrando al mes?",
    options: [
      "$200",
      "$250",
      "$300",
      "$350"
    ],
    answer: 2
  },
  {
    question: "¿Qué son los ingresos pasivos?",
    options: [

```

```

        "Ganancias obtenidas sin una actividad constante o activa",
        "Ingresos obtenidos por horas de trabajo",
        "Deudas adquiridas por hipotecas",
        "El dinero que se gasta mensualmente"
    ],
    answer: 0
},
{
    question: "Si tienes un préstamo de $5000 a una tasa de interés simple del 6% anual, ¿cuánto interés pagarás después de 3 años?",
    options: [
        "$900",
        "$600",
        "$1000",
        "$700"
    ],
    answer: 0
} ];

const randomIndex = Math.floor(Math.random() * questions.length);
const question = questions[randomIndex];
const userAnswer = prompt(`${question.question}\n0: ${question.options[0]}\n1: ${question.options[1]}\n2: ${question.options[2]}\n3: ${question.options[3]}`);

if (parseInt(userAnswer) === question.answer) {
    updateMessage("Respuesta correcta. Puedes continuar.");
    mazes[currentLevel][playerPos.y][playerPos.x] = ' ';
} else {

lives--;
updateLives();
if (lives <= 0) {
    updateMessage("Perdiste todas tus vidas. Fin del juego.");
} else {
    updateMessage("Respuesta incorrecta. Pierdes una vida.");
}
}
}
}

```

CONCLUSIONES

El desarrollo de este juego educativo ha demostrado cómo la combinación de interactividad y elementos de gamificación puede ser una herramienta valiosa para la enseñanza de conceptos financieros básicos. El juego es accesible desde cualquier navegador moderno, lo cual amplía su potencial de alcance y usabilidad en diversos entornos educativos. A través de una mecánica sencilla de preguntas y respuestas en un formato de laberinto, el juego no solo introduce al jugador en temas fundamentales de finanzas personales, sino que también le permite experimentar de manera práctica y entretenida cómo sus decisiones impactan su progreso. Asimismo, el diseño del juego, que penaliza las respuestas incorrectas mediante la pérdida de vidas, genera una experiencia que fomenta la reflexión y precisión en las respuestas, incentivando un proceso de aprendizaje reflexivo en lugar de uno puramente memorístico.

Además, el juego se apoya en un enfoque de gestión de recursos, como el uso de vidas y llaves para progresar; que es paralelo a muchos principios de administración financiera. A través de este diseño, los usuarios no solo aprenden conceptos financieros, sino que también ejercitan habilidades de toma de decisiones y manejo de recursos, desarrollando una intuición práctica que puede trasladarse al contexto real de sus propias finanzas. Este proyecto representa una oportunidad para explorar la enseñanza de finanzas de una manera más accesible y atractiva, al adaptar los principios básicos de la educación financiera en un entorno digital interactivo.

BIBLIOGRAFÍA

Lusardi, A., & Mitchell, O. S. (2014). La importancia económica de la educación financiera: teoría y evidencia. *Journal of Economic Literature*, 52(1), 5-44.

Apra, C., Wuttke, E., Breuer, K., Koh, NK, Davies, P., Greimel-Fuhrmann, B. y Lopus, JS (Eds.). (2016). *International Handbook of Financial Literacy*. Singapur: Springer.

Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York, NY: McGraw-Hill.

Gee, JP (2003). *Lo que los videojuegos tienen que enseñarnos sobre el aprendizaje y la alfabetización*. Nueva York: Palgrave Macmillan.

Anderson, C. A., & Dill, K. E. (2000). Video games and aggressive thoughts, feelings, and behavior in the laboratory and in life. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(4), 772-790.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems* (pp. 2425-2428).

Valero Elizondo, Luis. (s.f.). *Juego educativo: Laberinto*. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
<http://computo.fismat.umich.mx/~valero/Stuff/llevar/maze6.php>

*jp5862-coder. (2024). *Laberinto* [Repositorio de código]. *GitHub*. <https://github.com/jp5862-coder/Laberinto>

GOOGLE WORKSPACE PARA GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN EL PROCESO DE ACREDITACIÓN DE LA LICENCIATURA DE BIOLOGÍA DE LA UMSNH

Lucero Prado Vera¹, Jennifer López Chacón¹, Adrián Alonso López²

¹Facultad de Biología UMSNH, ²Facultad de Ciencias Físico Matemáticas UMSNH

lucero.prado@umich.mx, jennifer.lopez@umich.mx, 1803641k@umich.mx

RESUMEN

El proceso de acreditación de una licenciatura es esencial para garantizar que los programas académicos cumplan con estándares de calidad que aseguren una formación adecuada para los estudiantes. Herramientas como Google Workspace ofrecen un apoyo significativo en la gestión de la información requerida para este proceso. Esta plataforma permite una colaboración eficiente entre equipos mediante aplicaciones como Google Drive, Google Docs y Google Sheets, facilitando el trabajo simultáneo y el acceso centralizado a los documentos clave. Asimismo, herramientas de comunicación como Google Meet y Google Chat mejoran la coordinación en tiempo real, mientras que opciones de seguridad avanzadas garantizan el control de acceso y la integridad de los datos sensibles. La flexibilidad de acceso remoto y la automatización de tareas mediante Google Apps Script contribuyen a reducir la carga administrativa y mejorar la eficiencia operativa, asegurando que las instituciones cumplan con los exigentes requisitos de los organismos acreditadores de manera organizada y eficaz.

Palabras clave: Google Workspace, Acreditación, Educación Superior.

INTRODUCCIÓN

La acreditación de una licenciatura, tanto a nivel nacional como internacional, es un proceso voluntario que certifica que la educación impartida por una institución está alineada con los estándares establecidos por un ente rector o una agencia acreditadora. Este proceso es esencial para garantizar la calidad de los programas académicos y ofrecer certeza a los estudiantes sobre la validez y el rigor de los estudios que están cursando (CACEB, s. f.). La acreditación no solo promueve la mejora continua dentro de las instituciones educativas, sino que también refuerza la confianza de empleadores y otras instituciones en los egresados. Además, una acreditación reconocida a nivel internacional facilita la movilidad académica y profesional, abriendo puertas para la inserción en mercados laborales más competitivos.

En el marco de este proceso de acreditación, la gestión eficiente de información es clave. Aquí es donde herramientas tecnológicas como Google Workspace desempeñan un papel crucial. Google Workspace, anteriormente conocida como G Suite, es un conjunto de aplicaciones y servicios integrales diseñados por Google con el objetivo de mejorar la productividad y fomentar la colaboración en entornos empresariales y organizacionales. Estas herramientas también han demostrado ser extremadamente útiles en el ámbito académico, específicamente en la gestión de los extensos y complejos procesos de acreditación de programas educativos. El uso de estas herramientas puede facilitar la recopilación, organización, análisis y presentación de los datos requeridos por los organismos acreditadores, lo que contribuye significativamente a la eficiencia y éxito del proceso.

A continuación, se describen las principales aplicaciones que constituyen Google Workspace y su utilidad en el contexto de la gestión de la información para la acreditación de una licenciatura (Google, s. f.):

Gmail: Servicio de correo electrónico que ofrece funciones avanzadas, como la organización automatizada de correos, etiquetas personalizadas, y herramientas de búsqueda avanzada, facilitando la comunicación y coordinación entre los diferentes actores involucrados en el proceso de acreditación.

Google Drive: Plataforma de almacenamiento en la nube que permite a los usuarios guardar, compartir y colaborar en documentos en tiempo real. Esta característica es especialmente útil para centralizar documentos relevantes para la acreditación, como planes de estudio, evaluaciones de docentes y reportes de resultados.

Google Docs, Sheets y Slides: Aplicaciones para la creación y edición de documentos de texto, hojas de cálculo y presentaciones, respectivamente. Estas herramientas son fundamentales para preparar informes de autoevaluación, analizar datos sobre desempeño académico y presentar los resultados de manera clara y organizada ante los comités evaluadores.

Google Meet: Plataforma diseñada para videoconferencias, que facilita la realización de reuniones virtuales entre los responsables del proceso de acreditación y los diferentes actores académicos y administrativos. Además, permite coordinar visitas virtuales con los evaluadores externos.

Google Calendar: Herramienta que permite gestionar calendarios y programar eventos, siendo ideal para coordinar plazos clave y fechas importantes durante el proceso de acreditación, como reuniones de comités, talleres de preparación y plazos de entrega de informes.

Google Colab: Servicio gratuito que permite ejecutar Python directamente en el navegador, sin necesidad de configuración. Esto es especialmente valioso para analizar grandes cantidades de datos relacionados con el desempeño académico, permitiendo crear modelos predictivos o generar análisis estadísticos complejos de manera sencilla.

Google Forms: Aplicación que facilita la creación de formularios y encuestas, una herramienta esencial para la recolección de datos entre estudiantes, profesores y otros miembros de la comunidad académica, quienes deben brindar retroalimentación para el proceso de acreditación.

Google Sites: Sistema intuitivo para la creación de sitios web, lo que permite a las instituciones educativas generar un portal dedicado a mostrar la documentación y avances del proceso de acreditación, accesible tanto para el personal interno como para los evaluadores externos.

Google Keep: Aplicación para tomar notas y crear listas, ideal para organizar tareas pendientes y recordatorios durante las diferentes etapas del proceso de acreditación.

Google Chat: Plataforma de mensajería instantánea que permite la comunicación en tiempo real entre los equipos de trabajo, asegurando que los miembros del comité de acreditación puedan colaborar de manera eficiente y resolver cualquier duda o inconveniente de manera inmediata.

Google Admin Console: Herramienta de gestión para los administradores de Google Workspace, que permite controlar usuarios, dispositivos, permisos y configuraciones de seguridad, garantizando que todos los documentos y datos críticos estén seguros y protegidos contra accesos no autorizados.

Google Vault: Herramienta para el archivado y retención de datos, utilizada para cumplimiento normativo y eDiscovery, lo cual es fundamental para asegurar que toda la documentación relacionada con el proceso de acreditación sea almacenada de manera segura y cumpla con los requisitos legales y regulatorios.

Google Workspace también ofrece funcionalidades avanzadas de seguridad y gestión de usuarios, así como la capacidad de integrar herramientas de terceros, lo que la convierte en una opción altamente valorada por organizaciones que buscan una solución completa para mejorar la productividad y facilitar el trabajo colaborativo. En el contexto del proceso de acreditación de una licenciatura, estas herramientas permiten a los equipos de trabajo gestionar grandes volúmenes de información de manera eficiente, colaborar en tiempo real y presentar los resultados de manera clara y organizada (Intelligence Partner, 2020).

En este trabajo se demuestra cómo Google Workspace puede ser utilizado de manera estratégica para mejorar la gestión de la información durante el proceso de acreditación de una licenciatura. Desde la recopilación de datos hasta la presentación de informes, las herramientas de Google permiten una coordinación más eficiente entre los actores involucrados, garantizando que la documentación y la evidencia necesaria para el proceso de acreditación esté siempre disponible y debidamente organizada. Esto no solo mejora la calidad del trabajo realizado, sino que también reduce los tiempos y costos asociados con la gestión manual de la información.

GOOGLE WORKSPACE

La implementación de soluciones tecnológicas en el ámbito académico ha transformado significativamente la forma en que las instituciones educativas gestionan sus actividades. Google Workspace, anteriormente conocida como G Suite, ha emergido como una de las plataformas más útiles para las universidades públicas, permitiendo mejorar la colaboración, productividad y eficiencia en la administración académica y las labores educativas. Una de las principales ventajas que ofrece esta plataforma es la colaboración en tiempo real, ya que permite a estudiantes,

profesores y personal administrativo trabajar simultáneamente en documentos, hojas de cálculo y presentaciones. Esto es especialmente valioso en proyectos de investigación y trabajos en equipo que requieren la participación de múltiples disciplinas y la interacción de distintos actores dentro de la comunidad universitaria (Google, s. f.).

Además, la flexibilidad que proporciona Google Workspace es clave en un entorno académico en constante cambio. Al estar basada en la nube, esta plataforma permite el acceso remoto desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, lo que favorece enormemente el aprendizaje a distancia y el trabajo remoto. Esta característica ha demostrado ser crucial, especialmente en contextos de crisis como la pandemia de COVID-19, donde la continuidad académica y la adaptación rápida a nuevos formatos de enseñanza a distancia se convirtieron en prioridades para las universidades (Google, s. f.).

La optimización de la comunicación y coordinación dentro de la universidad es otro aspecto destacado de Google Workspace. Herramientas como Google Meet y Google Chat permiten la realización de reuniones virtuales y la comunicación fluida entre estudiantes, profesores y personal administrativo. Esta capacidad de coordinarse de manera eficiente, incluso cuando los equipos están dispersos geográficamente, ha sido esencial para garantizar la continuidad de las actividades académicas y la gestión efectiva de las tareas administrativas. La utilización de estas plataformas para la organización de encuentros virtuales ha demostrado su efectividad tanto en la enseñanza como en la gestión interna de las instituciones académicas (Google, s. f.).

Por otro lado, Google Drive se posiciona como un entorno seguro y flexible para el almacenamiento y compartición de archivos, lo que resulta esencial para la gestión de documentos académicos y administrativos. Las configuraciones avanzadas de permisos de acceso permiten un control preciso sobre quién puede ver y editar los archivos, asegurando la confidencialidad y la integridad de la información, aspectos críticos en instituciones educativas que manejan datos sensibles, como expedientes académicos o resultados de investigaciones (Google, s. f.).

Google Workspace también incluye herramientas diseñadas específicamente para la productividad. Aplicaciones como Gmail, Google Calendar y Google Keep ayudan a estudiantes, docentes y personal administrativo a gestionar sus responsabilidades diarias y cumplir con los plazos establecidos. Estas herramientas son esenciales para mantener el orden y la disciplina en un entorno universitario, permitiendo a los usuarios organizarse de manera eficiente y mantener un flujo constante de trabajo, lo que redundará en una mejora global en la calidad y eficacia de la enseñanza y la gestión académica (Google, s. f.).

Otra de las ventajas clave de Google Workspace es su capacidad de integración con otras herramientas y servicios. Esta característica permite a las universidades conectar sus aplicaciones con sistemas ya existentes, como plataformas de gestión educativa o sistemas de administración de bibliotecas, y automatizar procesos, lo que reduce la carga de trabajo del personal de TI y optimiza los recursos de la institución. Asimismo, las medidas de seguridad avanzadas que ofrece Google Workspace, junto con sus herramientas de gestión de usuarios, permiten cumplir con normativas internacionales de privacidad y protección de datos, como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) en Europa, un aspecto vital para instituciones que manejan grandes volúmenes de información personal y académica (Google, s. f.).

Un factor relevante es la escalabilidad de Google Workspace, que permite a las universidades ajustar el uso de la plataforma según sus necesidades particulares. Esto no solo genera una mayor eficiencia operativa, sino que también puede contribuir a la reducción de costos asociados con la infraestructura de TI y el mantenimiento de hardware local. Al liberar recursos financieros y operativos, las universidades pueden destinarlos a otras áreas críticas, como la investigación, la mejora de los programas académicos o la implementación de nuevas tecnologías educativas que fomenten la innovación (Google, s. f.).

En el caso de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el uso de Google Workspace ha permitido una conectividad eficiente entre los diferentes equipos de trabajo, particularmente en el área de acreditación de programas académicos. Gracias a las herramientas colaborativas de Google, la gestión de información se ha optimizado, facilitando la presentación de documentos clave, la comunicación con evaluadores externos y la coordinación entre los diferentes actores involucrados en el proceso de acreditación, lo que resulta en una mayor eficiencia y una mejora en la calidad del trabajo realizado.

GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN EL PROCESOS DE ACREDITACIÓN

La acreditación de un programa de licenciatura es un proceso formal y riguroso mediante el cual un organismo evaluador externo, ya sea gubernamental o independiente, verifica que un programa académico cumple con los estándares de calidad establecidos. Este proceso tiene como principal objetivo garantizar que los programas universitarios proporcionen una educación académica sólida y pertinente, y que los estudiantes egresados estén preparados para desempeñarse con éxito en sus futuras trayectorias profesionales o académicas (CACEB, s. f.).

Los componentes clave del proceso de acreditación incluyen la revisión y actualización del plan de estudios, asegurando que los contenidos y competencias sean pertinentes y acordes a las demandas actuales del mercado laboral y del desarrollo científico. Un plan de estudios bien estructurado garantiza que los estudiantes reciban una formación integral, basada en conocimientos actualizados y en el desarrollo de habilidades críticas para su campo de especialización. También es fundamental la evaluación de la calidad del cuerpo docente, considerando sus credenciales académicas, experiencia profesional y capacidad para generar un entorno de enseñanza efectivo. El análisis del perfil del profesorado no solo se centra en su calificación académica, sino también en su involucramiento en la investigación y su capacidad para fomentar el aprendizaje activo.

Además, se considera la disponibilidad y adecuación de recursos académicos y financieros como laboratorios, bibliotecas, y plataformas tecnológicas que apoyen los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estos recursos son evaluados para asegurar que los estudiantes cuenten con las herramientas necesarias para aplicar los conocimientos teóricos de manera práctica, un aspecto crucial en muchas disciplinas. A su vez, se examinan las metodologías de enseñanza y aprendizaje, considerando la efectividad de las mismas, y la capacidad de los estudiantes para retener y aplicar lo aprendido de forma crítica. La evaluación del desempeño estudiantil, incluyendo las tasas de graduación, empleabilidad y logros profesionales, es también un indicador crucial de la calidad del programa (CACEB, s. f.).

Otro aspecto fundamental de la acreditación es la evaluación de los mecanismos de evaluación interna y de los procesos de mejora continua. Las instituciones deben demostrar que cuentan con estrategias efectivas para revisar y mejorar sus programas de manera regular. Esto asegura que la calidad se mantenga a lo largo del tiempo y que el programa se mantenga alineado con las necesidades del entorno profesional y académico.

El vínculo con la industria y la sociedad es otro elemento esencial en el proceso de acreditación, especialmente en programas técnicos o profesionales. La relación activa con sectores productivos y profesionales garantiza que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino que también se preparen para las exigencias reales del mercado laboral. Esto asegura que el programa esté alineado con las tendencias actuales y emergentes, lo que incrementa la empleabilidad de los egresados.

El proceso de acreditación puede ser obligatorio o voluntario, dependiendo de las regulaciones de cada país. En algunos países, la acreditación es necesaria para que un programa sea reconocido oficialmente; en otros, es un signo de excelencia académica que proporciona beneficios adicionales como acceso a financiamiento, becas y colaboraciones internacionales. En todos los casos, la acreditación mejora la reputación de la institución, generando confianza entre los estudiantes, empleadores y la sociedad en general (CACEB, s. f.; Rodríguez et al., 2019).

Una pieza clave en el éxito del proceso de acreditación es la eficiencia en la gestión de información. Contar con un sistema de conectividad entre el equipo de trabajo que coordina el proceso es esencial para manejar de manera eficiente los documentos, reportes y evaluaciones requeridos por los organismos acreditadores. Herramientas colaborativas en línea, como Google Workspace, facilitan la creación, compartición y edición en tiempo real de documentos, lo que permite una comunicación fluida y la capacidad de coordinar las diferentes actividades necesarias para cumplir con los estándares de calidad exigidos. Este tipo de tecnología puede ser particularmente útil para garantizar que todos los involucrados en el proceso de acreditación tengan acceso rápido y seguro a la información clave, sin importar su ubicación física, favoreciendo un trabajo más eficiente y coordinado (Google, s.f.).

La acreditación no solo es un sello de calidad académica, sino también un impulso hacia la mejora continua de las instituciones educativas. Al mismo tiempo, el uso de herramientas tecnológicas adecuadas, como Google Workspace, puede ser un factor diferenciador que optimiza el proceso y asegura que la documentación y los estándares requeridos estén siempre disponibles y organizados de manera efectiva.

RESULTADOS

A continuación se presenta una clasificación detallada de las aplicaciones de Google Workspace y su utilidad en la optimización de la gestión de información durante el proceso de acreditación de una licenciatura. Este conjunto de herramientas permite a los equipos académicos y administrativos trabajar de manera eficiente, segura y organizada, optimizando cada fase del proceso.

1. Colaboración y Comunicación

- a. Google Drive: Facilita el almacenamiento centralizado de documentos, hojas de cálculo, presentaciones y otros archivos clave para la acreditación, permitiendo el acceso en tiempo real a todos los miembros del equipo. Esta centralización reduce la duplicación de archivos y garantiza que todos trabajen con la versión más reciente de los documentos. Esta funcionalidad es clave en la gestión de información crítica que debe ser actualizada y revisada continuamente durante el proceso (Morrison et al., 2019).
- b. Google Docs, Sheets, y Slides: Estas herramientas permiten la edición colaborativa en tiempo real, ideal para la creación conjunta de manuales, informes y planificaciones relacionadas con la acreditación. Al permitir que varios usuarios trabajen simultáneamente en un mismo documento, se fomenta una colaboración más ágil y eficiente, especialmente cuando el equipo de acreditación está disperso geográficamente o pertenece a diferentes departamentos (Google, s. f.).
- c. Google Meet y Google Chat: Estas plataformas facilitan la comunicación directa entre los miembros del equipo, permitiendo reuniones virtuales y discusiones en tiempo real. La capacidad de coordinarse de manera rápida y eficiente es fundamental cuando se enfrentan a plazos ajustados, evitando la necesidad de reuniones presenciales y asegurando que la comunicación fluya de manera continua (Morrison et al., 2019).

2. Gestión de Datos y Documentos

- a. Google Forms: Se utiliza para recopilar información clave de los estudiantes, profesores y otros grupos de interés. Por ejemplo, se pueden diseñar encuestas para obtener retroalimentación sobre los programas académicos, o para recolectar datos que puedan ser presentados ante los organismos acreditadores. La posibilidad de personalizar los formularios y analizar los resultados en tiempo real es una ventaja clave para la toma de decisiones basada en datos (Google, s. f.).
- b. Google Sheets: Ideal para la organización y análisis de datos. Las hojas de cálculo permiten rastrear el progreso del proceso de acreditación, gestionar calendarios y controlar los requisitos pendientes. La integración con otras herramientas de Google Workspace permite que los datos recopilados a través de Google Forms se analicen fácilmente en Google Sheets, facilitando el análisis y presentación de los resultados (Intelligence Partner, 2020).

3. Organización y Control de Proyectos

- a. Google Calendar: Es fundamental para mantener a todo el equipo al tanto de las fechas clave, reuniones y plazos importantes. En un proceso de acreditación, donde las fechas límite son críticas, Google Calendar permite coordinar actividades y recordar al equipo sobre hitos importantes (Google, s. f.).
- b. Google Keep: Permite la creación de listas de tareas y notas rápidas, ideal para realizar seguimientos de elementos pendientes relacionados con el proceso de acreditación. Esta aplicación ayuda a mantener un control detallado de las pequeñas tareas diarias que, aunque sencillas, son esenciales para el progreso fluido de la acreditación.

4. Seguridad y Control de Acceso

- a. Control de Acceso: Google Workspace proporciona herramientas de control de acceso que permiten definir permisos para los documentos y carpetas relacionados con el proceso de acreditación. Esto asegura que solo las personas autorizadas tengan acceso a información sensible, garantizando la seguridad y privacidad de los datos, lo cual es especialmente importante cuando se manejan expedientes académicos y otros documentos confidenciales (Google, s. f.).
- b. Historial de Revisión y Control de Cambios: Las aplicaciones como Google Docs permiten revisar el historial de versiones de los documentos, una funcionalidad crucial para mantener un registro claro y seguro de los cambios realizados en los documentos relacionados con la acreditación. Esto facilita la auditoría interna y asegura la transparencia en la elaboración de documentos oficiales (Morrison et al., 2019).

5. Automatización y Flujos de Trabajo

- a. Google Apps Script: Esta herramienta permite la automatización de tareas repetitivas y la creación de flujos de trabajo específicos que pueden ser de gran utilidad en el proceso de acreditación. Por ejemplo, se pueden programar recordatorios automáticos para plazos o notificaciones de cambios en documentos importantes, mejorando la eficiencia operativa del equipo (Intelligence Partner, 2020).
- b. Integraciones con Aplicaciones de Terceros: Google Workspace también se puede integrar con otras herramientas y servicios para mejorar los flujos de trabajo y automatizar procesos específicos. Esto incluye la integración con sistemas de gestión académica y otras plataformas que ayudan a gestionar el proceso de acreditación de manera más eficiente.

Google Workspace en la gestión de la acreditación de una licenciatura no solo facilita la colaboración, la organización y la administración de tareas complejas, sino que también mejora significativamente la eficiencia y seguridad en el manejo de datos sensibles. La integración de estas herramientas con flujos de trabajo automatizados, su flexibilidad en la comunicación y la capacidad de almacenar y gestionar documentos de manera segura, convierten a Google Workspace en una plataforma clave para el éxito de estos procesos. Las instituciones académicas que adoptan estas tecnologías se colocan en una posición ventajosa para cumplir con los estándares de acreditación de manera efectiva y organizada.

CONCLUSIONES

El proceso de acreditación de una licenciatura representa un paso fundamental para garantizar la calidad de los programas académicos y ofrecer a los estudiantes una educación alineada con estándares rigurosos, tanto a nivel nacional como internacional. Este proceso, que incluye la evaluación del plan de estudios, la calidad del cuerpo docente y los recursos disponibles, se ve significativamente optimizado mediante el uso de herramientas tecnológicas avanzadas como Google Workspace. Estas herramientas no solo permiten una colaboración eficiente en tiempo real entre los equipos de trabajo, sino que también aseguran un control preciso y seguro de la información, esencial para cumplir con los requisitos exigidos por los organismos acreditadores.

Google Workspace facilita la recopilación, organización y análisis de datos a través de aplicaciones como Google Drive, Google Forms y Google Sheets, lo que permite una gestión de datos ágil y precisa. Asimismo, la posibilidad de realizar videoconferencias y gestionar calendarios a través de Google Meet y Google Calendar respalda una comunicación fluida y efectiva entre los actores involucrados en el proceso de acreditación, independientemente de su ubicación geográfica.

El control de acceso, la seguridad en el almacenamiento de documentos y la trazabilidad de los cambios a lo largo del proceso son otros de los beneficios que ofrece Google Workspace, garantizando la confidencialidad y la integridad de los datos sensibles, un aspecto crucial en los procedimientos de acreditación. Además, la integración de estas herramientas con otras plataformas académicas y la capacidad de automatizar flujos de trabajo con Google Apps Script permiten una mayor eficiencia operativa, reduciendo la carga administrativa y mejorando la calidad del proceso en su conjunto.

La implementación de Google Workspace en el contexto de la acreditación de una licenciatura no solo mejora la eficiencia y colaboración entre los equipos académicos, sino que también asegura que las instituciones educativas puedan cumplir con los exigentes estándares de calidad de manera organizada, segura y transparente. Esto no solo facilita la mejora continua dentro de las instituciones, sino que también fortalece la confianza de empleadores y estudiantes en la calidad de la educación impartida.

BIBLIOGRAFÍA

Carrasco, C. P., & De La Cruz, D. H. (2022). Cloud Computing en la transformación digital de instituciones de educación universitaria. *Revista de investigación de Sistemas e Informática*, 15(1), 53-62.

Comite de Acreditacion y Certificacion de la Licenciatura de Biología, A.C. (CACEB) (s. f.). <https://www.caceb.com/>.

Google (s.f.a). Descripción general de Google Workspace for Education. https://edu.google.com/intl/ALL_mx/workspace-for-education/editions/overview/.

Google (s.f.b). Google Workspace | Business Apps & Collaboration Tools [Vídeo]. Google Workspace. <https://workspace.google.com/>.

Google (s.f.c). Información para usar Google Workspace con Google Domains. <https://support.google.com/domains/answer/6069226?hl=es-419#zippy=%2Cqu%C3%A9-es-google-workspace>.

Google (s.f.d). Productos que potencian la educación. https://edu.google.com/intl/es-419_ALL/.

Google. (s.f.e). Nuestro compromiso. https://edu.google.com/intl/es-419_ALL/why-google/our-commitment/.

Intelligence Partner. ¿Qué es Google Workspace y cuáles son sus productos? (2020). <https://www.intelligencepartner.com/productos-g-suite-2/>.

CLASIFICACIÓN DE UNIVERSIDADES LÍDERES EN INVESTIGACIÓN SOBRE SOSTENIBILIDAD: UN ENFOQUE BASADO EN LÓGICA DIFUSA Y MÉTRICAS DE DISTANCIA

Víctor G. Alfaro-García, Gerardo G. Alfaro Calderón
victor.alfaro@umich.mx, ggalfaroc@gmail.com
Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas UMSNH

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es clasificar las universidades líderes en investigación sobre sostenibilidad, considerando su producción académica, el impacto de sus publicaciones y su participación en programas de sostenibilidad. Para ello, se empleó un enfoque basado en lógica difusa y algoritmos humanistas que permiten evaluar la incertidumbre inherente a la clasificación de universidades. Se utilizaron tres métricas: distancia de Hamming, distancia Euclídea y entropía de Shannon, para medir la homogeneidad, la dispersión y el desorden en la configuración de los criterios de evaluación. Los resultados destacan a la Universidad de Oxford, la Universidad de Cambridge y la Universidad de Stanford como las universidades con mejor desempeño en investigación sobre sostenibilidad. La metodología propuesta proporciona una herramienta para la toma de decisiones en políticas educativas, facilitando la identificación de las universidades que lideran el campo de la sostenibilidad a nivel global.

Palabras clave: Sostenibilidad, clasificación de universidades, lógica difusa, algoritmos humanistas, métricas de distancia.

ABSTRACT

The objective of this study is to classify leading universities in sustainability research, considering their academic production, the impact of their publications, and their participation in sustainability programs. To achieve this, a fuzzy logic-based approach and distance metrics were employed to address the uncertainty inherent in the classification process. Three metrics were used: Hamming distance, Euclidean distance, and Shannon entropy, which assess homogeneity, dispersion, and disorder in the configuration of the evaluation criteria. The results highlight the University of Oxford, the University of Cambridge, and Stanford University as the top-performing universities in sustainability research. The proposed methodology provides a valuable tool for decision-making in educational policies, facilitating the identification of universities that lead the field of sustainability at a global level.

Keywords: Sustainability, university classification, fuzzy logic, distance metrics, sustainability performance

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad es uno de los temas más relevantes en la agenda académica, política y económica global (Giovannoni & Fabietti, 2013). La creciente preocupación por el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la desigualdad social ha llevado a la comunidad internacional a formular los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), una hoja de ruta que busca transformar el mundo hacia la sostenibilidad en sus dimensiones ambiental, social y económica (ONU, 2015; Ruiz-Morales et al., 2021). En este contexto, las universidades juegan un papel esencial, no solo como generadoras de conocimiento, sino también como catalizadoras del desarrollo económico, la innovación y la formación de futuros líderes comprometidos con la sostenibilidad (Thomas et al., 2021).

Las universidades contribuyen significativamente a la investigación sobre sostenibilidad mediante la producción de artículos científicos, la creación de programas académicos específicos y la participación en redes internacionales de colaboración (De la Poza et al., 2021). Estas actividades no solo fortalecen su reputación global, sino que también permiten el desarrollo de soluciones prácticas y aplicadas para los retos de la sostenibilidad (Mian et al., 2020). En este sentido, la identificación de universidades líderes en investigación sobre sostenibilidad es de vital importancia, ya que permite establecer referentes de buenas prácticas y fomentar la colaboración interinstitucional a nivel global (ver e.g., Bautista-Puig et al., 2022; Muñoz-Suárez et al., 2020; Perchinunno & Cazzolle, 2020).

Sin embargo, la clasificación de universidades según su desempeño en investigación sobre sostenibilidad enfrenta varios desafíos metodológicos. Los enfoques tradicionales, como los rankings basados en citas o publicaciones, no capturan la complejidad inherente a este fenómeno, ya que excluyen aspectos cualitativos, como la participación en proyectos de colaboración internacional o la presencia de programas de sostenibilidad en sus planes de estudio (Alfaro-García, 2020; Alfaro-García et al., 2015; Torres-Vergara et al., 2023). Ante esta situación, el uso de lógica difusa y algoritmos humanistas permite incorporar información objetiva y subjetiva, mejorando la precisión de la clasificación (Blanco-Mesa et al., 2020).

El presente estudio tiene como objetivo principal clasificar universidades internacionales líderes en investigación sobre sostenibilidad (Giovannoni & Fabietti, 2013). Para ello, se empleó una metodología basada en lógica difusa y se utilizaron tres métricas complementarias: la distancia de Hamming, la distancia Euclídea y la entropía de Shannon. El propósito es identificar a las universidades con mayor impacto en la investigación de la sostenibilidad y establecer criterios para la mejora continua en este ámbito.

METODOLOGÍA

La metodología de este estudio se basa en un enfoque de lógica difusa, diseñado para capturar la incertidumbre asociada a la clasificación de universidades en función de su desempeño en investigación sobre sostenibilidad. En general se sigue la propuesta de (Gil-Aluja, 2021) que se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Se constituye un Comité de Expertos con conocimientos en economía, finanzas y análisis de inversiones. Los expertos deben contar con una perspectiva integral e imparcial para garantizar la fiabilidad de la evaluación.
2. Se identifican los criterios clave que determinan la incertidumbre de la inversión en los países. Estos criterios incluyen aspectos políticos, económicos, culturales, ambientales y legales, entre otros. Los criterios se especifican y se delimitan claramente para que sean entendidos por todos los participantes.
3. Se seleccionan los países que serán objeto de la evaluación. Cada país será evaluado con respecto a los criterios definidos anteriormente. La cantidad de países puede variar según la necesidad del estudio o los recursos disponibles.
4. Los expertos asignan una puntuación a cada criterio para cada país, en un intervalo de $[0, 1]$. Estas valoraciones representan la percepción subjetiva del nivel de incertidumbre asociada a cada criterio. Las puntuaciones se otorgan utilizando una escala discreta de 11 puntos (0, 0.1, 0.2, ..., 1) o endecadaria.
5. Se construyen los subconjuntos borrosos para cada país a partir de las valoraciones asignadas. Cada subconjunto borroso contiene los grados de pertenencia de cada criterio, lo que permite modelar la incertidumbre de forma difusa.
6. Para cada subconjunto borroso de cada país, se determina el subconjunto booleano más cercano. Se utiliza una metodología de redondeo (0 o 1) para aproximar los valores borrosos. Este paso permite encontrar un conjunto de referencia con el que se comparará la información difusa.
7. Distancia de Hamming: Se calcula la cantidad de diferencias entre el subconjunto borroso y el subconjunto booleano más cercano. Distancia Euclídea: Se mide la distancia euclídea entre los subconjuntos borrosos y los booleanos. Entropía de Shannon: Se aplica la función de Shannon para calcular la incertidumbre asociada a cada conjunto borroso. Los valores obtenidos representan el "grado de desorden" o la "incertidumbre" en la configuración de cada país.
8. Se ordenan los países de menor a mayor incertidumbre inversora. Cuanto menor sea la entropía, la distancia de Hamming o la distancia euclídea, mayor será la capacidad de atracción de inversiones del país. Los países con menor incertidumbre se consideran más atractivos para los inversores.
9. Se analizan los resultados para verificar la consistencia de la clasificación utilizando las tres métricas (Hamming, Euclídea y Shannon). Se pueden realizar ajustes en los criterios, los operadores de distancia o las ponderaciones de los criterios.
10. Se presentan los resultados en forma de ranking de países. Los responsables de la toma de decisiones pueden utilizar este ranking para orientar sus decisiones de inversión.

En nuestro caso, la primera etapa consistió en la selección de universidades, en la que se identificaron 20 universidades internacionales líderes en sostenibilidad, destacando instituciones como la Universidad de Oxford, la Universidad de Stanford y la Universidad de Cambridge. Estas universidades se seleccionaron con base en su relevancia académica, su participación en programas de sostenibilidad y su visibilidad en rankings internacionales.

En la segunda etapa, se definieron los criterios de evaluación utilizados para la clasificación de las universidades. Se establecieron cinco criterios clave: (1) Producción de artículos sobre sostenibilidad, que evalúa la cantidad de publicaciones académicas relacionadas con el tema; (2) Impacto de citas en investigación de sostenibilidad, que mide la cantidad de citas recibidas por dichas publicaciones; (3) Participación en programas internacionales de sostenibilidad, que se enfoca en la colaboración de la universidad con redes internacionales; (4) Presencia de programas académicos de sostenibilidad, que contabiliza la existencia de programas de estudio especializados en sostenibilidad; y (5) Presencia en el ranking UI GreenMetric, que evalúa la posición de la universidad en dicho ranking internacional (ver e.g., Bautista-Puig et al., 2022; De la Poza et al., 2021; Meho & Yang, 2007; Muñoz-Suárez et al., 2020; Perchinunno & Cazzolle, 2020; Tek, 2012; Yang & Tao, 2012).

La tercera etapa consistió en la valoración de criterios, en la cual se construyeron subconjuntos difusos para cada criterio (Gil-Aluja, 2004, 2021; Kaufmann & Gil-Aluja, 1993). Para ello, se asignaron valores entre 0 y 1 a cada

universidad, donde 1 representa el mejor desempeño posible y 0 el peor. Este enfoque difuso permite reflejar la naturaleza ambigua e imprecisa de ciertos criterios, como la percepción de la participación en redes internacionales o la evaluación de la presencia de programas académicos de sostenibilidad. Para la evaluación de las universidades se creó un panel de 4 expertos académicos que valoraron según sus conocimientos y experiencia, los diversos criterios seleccionados.

La cuarta etapa se centró en la aplicación de métricas de clasificación. Se utilizaron tres métricas principales para evaluar el desempeño de cada universidad con respecto al perfil ideal de sostenibilidad. La distancia de Hamming (Hamming, 1950) se utilizó para cuantificar la cantidad de diferencias entre los subconjuntos difusos de las universidades y el subconjunto ideal. La distancia Euclídea (Gil-Aluja, 2021) permitió medir la distancia geométrica entre los subconjuntos de cada universidad y el ideal, proporcionando una representación continua de la proximidad. Finalmente, la entropía de Shannon (Shannon, 1948) se empleó para medir la incertidumbre asociada a la configuración de los criterios, de manera que se identificó la dispersión e inconsistencia en el desempeño de cada universidad.

El procesamiento de los datos se realizó mediante herramientas computacionales especializadas que permitieron calcular de forma automática los valores de cada métrica (Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, 2022). Posteriormente, se realizó una clasificación integral de las universidades, combinando los resultados de las tres métricas para obtener una clasificación robusta y coherente. Este proceso metodológico garantiza la precisión y la transparencia en la clasificación de las universidades líderes en sostenibilidad.

RESULTADOS

Las valuaciones de los criterios de sostenibilidad se presentan en una escala de 0 a 1, donde 1 representa el mejor desempeño posible y 0 el más bajo. Por ejemplo, la Universidad de Oxford obtuvo una valuación de 0.95 en Producción de Artículos, lo que indica un alto desempeño en esta categoría en comparación con el resto de las universidades evaluadas.

Tabla 1. Valuación de Universidades y Criterios de Sustentabilidad

Universidad	Producción Académica	Impacto de Citas	Redes internacionales	Programas Académicos	UI GreenMetric
Universidad de Buenos Aires	0.09	0.11	0.18	0.06	0.11
Universidad de Sao Paulo	0.13	0.16	0.27	0.17	0.16
Universidad de Melbourne	0.43	0.53	0.36	0.25	0.53
Universidad de Zurich	0.17	0.21	0.36	0.25	0.21
Universidad de Barcelona	0.07	0.08	0.14	0.03	0.08
Universidad Nacional de Singapur	0.5	0.58	0.45	0.25	0.58
Universidad de Princeton	0.22	0.26	0.45	0.25	0.26
Universidad de Toronto	0.57	0.63	0.55	0.5	0.63
Universidad de Yale	0.26	0.32	0.55	0.5	0.32
Universidad de Tokio	0.63	0.68	0.64	0.5	0.68
Universidad de Columbia	0.3	0.37	0.64	0.5	0.37
Instituto de Tecnología de Massachusetts	0.7	0.74	0.73	0.75	0.74
Universidad de Edimburgo	0.35	0.42	0.73	0.75	0.42
Universidad de California, Berkeley	0.77	0.8	0.82	0.79	0.8
Universidad de Pekín	0.39	0.47	0.82	0.75	0.47
Universidad de París	0.8	0.82	0.84	0.82	0.82
Universidad de Harvard	0.84	0.86	0.88	0.85	0.86
Universidad de Stanford	0.89	0.89	0.93	0.91	0.89
Universidad de Oxford	0.98	0.97	1	1	0.97
Universidad de Cambridge	0.94	0.94	1	1	0.94

Fuente: Elaboración propia basada en la opinión de los expertos.

La Universidad de Oxford presentó la menor distancia Euclídea con un valor de 0.0187, lo que la posiciona como la universidad más cercana al perfil ideal de sostenibilidad. Le sigue la Universidad de Cambridge con 0.0415, la Universidad de Barcelona con 0.0781 y la Universidad de Stanford con 0.0888. La Tabla 2 muestra los resultados que en general indican que estas universidades poseen configuraciones de criterios más equilibradas y cercanas al ideal propuesto.

Tabla 2. Resultados con la métrica distancia Euclídea

Universidad	Resultado
Universidad de Oxford	0.01876166
Universidad de Cambridge	0.04156922
Universidad de Barcelona	0.07817928
Universidad de Stanford	0.08881441
Universidad de Buenos Aires	0.10453707
Universidad de Harvard	0.12756175
Universidad de París	0.16139393
Universidad de Sao Paulo	0.16487571
Universidad de California, Berkeley	0.18304098
Universidad de Zúrich	0.22242302
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	0.24019992
Universidad de Princeton	0.26791043
Universidad de Edimburgo	0.31258919
Universidad de Pekín	0.3319759
Universidad de Tokio	0.33971753
Universidad de Yale	0.34056424
Universidad de Columbia	0.34488259
Universidad de Melbourne	0.36195027
Universidad Nacional de Singapur (NUS)	0.37262313
Universidad de Toronto	0.38182719

Fuente: Elaboración propia basada en la opinión de los expertos y el aplicativo BHE.

Los valores de distancia de Hamming revelaron que la Universidad de Oxford tiene el mejor desempeño con un valor de 0.032. Le siguen la Universidad de Cambridge con 0.072 y la Universidad de Barcelona con 0.160. La Universidad de Buenos Aires registró un valor de 0.220, lo que indica una mayor diferencia entre su configuración y el perfil ideal, sugiriendo posibles áreas de oportunidad en su estrategia de sostenibilidad.

Tabla 3. Resultados con la métrica distancia de Hamming

Universidad	Resultado
Universidad de Oxford	0.032
Universidad de Cambridge	0.072
Universidad de Barcelona	0.16
Universidad de Stanford	0.196
Universidad de Buenos Aires	0.22
Universidad de Harvard	0.284
Universidad de Sao Paulo	0.356
Universidad de París	0.36
Universidad de California, Berkeley	0.408
Universidad de Zurich	0.48
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	0.536
Universidad de Princeton	0.576
Universidad de Edimburgo	0.684
Universidad de Pekín	0.704
Universidad de Yale	0.74
Universidad de Tokio	0.748
Universidad de Columbia	0.76
Universidad de Melbourne	0.792

Universidad Nacional de Singapur (NUS)	0.816
Universidad de Toronto	0.848

Fuente: Elaboración propia basada en la opinión de los expertos y el aplicativo BHE

La menor entropía se registró en la Universidad de Oxford con un valor de 0.106, lo que indica una mayor homogeneidad y menor incertidumbre en la configuración de sus criterios. La Universidad de Cambridge y la Universidad de Barcelona presentan valores de 0.196 y 0.389, respectivamente. Las universidades con mayor entropía, como la Universidad de Buenos Aires con 0.488, reflejan una mayor dispersión en sus criterios de sostenibilidad.

Tabla 4. Resultados con la métrica Entropía de Shannon

Universidad	Resultado
Universidad de Oxford	0.10604485
Universidad de Cambridge	0.19646695
Universidad de Barcelona	0.38978254
Universidad de Stanford	0.46042827
Universidad de Buenos Aires	0.48876474
Universidad de Harvard	0.58839767
Universidad de Sao Paulo	0.66504534
Universidad de París	0.67929376
Universidad de California, Berkeley	0.72868546
Universidad de Zurich	0.77892631
Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)	0.83750528
Universidad de Princeton	0.84354257
Universidad de Pekín	0.89019158
Universidad de Edimburgo	0.90994372
Universidad de Yale	0.92565675
Universidad de Tokio	0.94042364
Universidad de Columbia	0.94506365
Universidad de Melbourne	0.94691591
Universidad Nacional de Singapur (NUS)	0.95339207
Universidad de Toronto	0.97598674

Fuente: Elaboración propia basada en la opinión de los expertos y el aplicativo BHE

DISCUSIÓN

Las universidades con baja entropía también presentan bajas distancias Euclídeas y de Hamming, lo que refuerza la coherencia del modelo. Estos resultados sugieren que la metodología utilizada permite identificar con precisión a las universidades líderes en sostenibilidad. Los tomadores de decisiones en instituciones educativas pueden utilizar estos resultados para priorizar inversiones en programas de sostenibilidad, identificar fortalezas y oportunidades de mejora en sus instituciones. Las universidades que desean atraer fondos de investigación o alianzas estratégicas pueden utilizar estas métricas para comunicar su posición en el campo de la sostenibilidad. El modelo de la triple hélice, que integra la colaboración entre universidades, gobiernos y empresas, se ve reflejado en la relación entre la producción académica, la transferencia de conocimiento hacia la industria y la colaboración en programas de sostenibilidad. Las universidades con mejor desempeño en investigación pueden actuar como agentes clave en la implementación de políticas de sostenibilidad a nivel local e internacional. Las tres métricas presentan resultados coherentes, ya que la Universidad de Oxford se ubica consistentemente como la mejor universidad evaluada. La distancia Euclídea y la distancia de Hamming muestran patrones de proximidad entre las universidades, mientras que la entropía de Shannon evalúa la homogeneidad de los criterios. Estas métricas proporcionan una perspectiva integral para la toma de decisiones estratégicas.

CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue clasificar a las universidades líderes en investigación sobre sostenibilidad, considerando criterios clave como la producción de artículos, el impacto de citas, la participación en redes internacionales, la oferta de programas académicos de sostenibilidad y la posición en el ranking UI GreenMetric. Para lograrlo, se utilizó una metodología basada en lógica difusa, empleando tres métricas: distancia de Hamming, distancia Euclídea y entropía de Shannon. Este enfoque permitió capturar la incertidumbre en la clasificación y generar resultados más precisos y equilibrados incluyendo información objetiva y subjetiva.

Los resultados destacan que la Universidad de Oxford, la Universidad de Cambridge y la Universidad de Stanford son las universidades con mejor desempeño en los criterios evaluados. La Universidad de Oxford se posiciona como la institución más cercana al perfil ideal en todas las métricas analizadas, lo que la convierte en la universidad líder en sostenibilidad. La Universidad de Cambridge y la Universidad de Barcelona también mostraron un desempeño consistente en las tres métricas, lo que resalta la coherencia del enfoque metodológico propuesto.

Los resultados obtenidos proporcionan una herramienta valiosa para la academia, ya que permiten identificar a las universidades líderes en sostenibilidad, destacando las mejores prácticas que pueden ser replicadas en otras instituciones. Estas clasificaciones también abren nuevas oportunidades para la colaboración internacional en proyectos de sostenibilidad, promoviendo el intercambio de conocimiento entre instituciones de diferentes regiones del mundo.

Para los tomadores de decisiones en universidades y organismos gubernamentales, los resultados pueden utilizarse para diseñar estrategias de mejora en la investigación sobre sostenibilidad. Las instituciones que deseen aumentar su posicionamiento pueden utilizar los resultados para orientar sus esfuerzos de inversión, la contratación de personal académico especializado y la creación de programas de investigación en sostenibilidad. Además, la transparencia en la clasificación permite atraer financiamiento externo, facilitando la generación de alianzas estratégicas con empresas, gobiernos y otras universidades.

La integración del modelo de la triple hélice (universidades, gobiernos y empresas) se refuerza con esta clasificación, ya que las universidades pueden convertirse en actores clave en la toma de decisiones conjuntas con sectores productivos y gubernamentales. Este modelo permite que la investigación en sostenibilidad no solo se traduzca en publicaciones científicas, sino también en políticas públicas y proyectos empresariales que contribuyan a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

REFERENCES

- Alfaro-García, V. G. (2020). Toma de decisiones en la incertidumbre: técnicas y herramientas ante escenarios altamente desafiantes. *Inquietud Empresarial*, 19(2), I–III.
- Alfaro-García, V. G., Gil-Lafuente, A. M., & Alfaro-Calderón, G. G. (2015). A fuzzy logic approach towards innovation measurement. *Global Journal of Business Research*, 9(3), 53–71.
- Bautista-Puig, N., Orduña-Malea, E., & Perez-Esparrells, C. (2022). Enhancing sustainable development goals or promoting universities? An analysis of the times higher education impact rankings. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8), 211–231. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2021-0309>
- Blanco-Mesa, F., León-Castro, E., & Acosta-Sandoval, A. (2020). Toma de Decisiones Estratégicas en Entornos Inciertos. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 30, 79–96. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.3845>
- De la Poza, E., Merello, P., Barberá, A., & Celani, A. (2021). Universities' Reporting on SDGs: Using THE Impact Rankings to Model and Measure Their Contribution to Sustainability. *Sustainability*, 13(4), 2038. <https://doi.org/10.3390/su13042038>
- Gil-Aluja, J. (2004). Fuzzy sets in the management of uncertainty (Vol. 145). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-39699-4>
- Gil-Aluja, J. (2021). Algoritmo sobre la capacidad de atracción de inversiones. In *La nueva economía después del SARS-CoV-2. Realidades y revolución tecnológica. XVI Acto Internacional / Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras*. (1st ed., Vol. 1, pp. 223–242). Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.
- Giovannoni, E., & Fabietti, G. (2013). What Is Sustainability? A Review of the Concept and Its Applications. In *Integrated Reporting* (pp. 21–40). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02168-3_2
- Hamming, R. W. (1950). Error detecting and error correcting codes. *Bell System Technical Journal*, 29(2), 147–160.

Kaufmann, A. J., & Gil-Aluja, J. (1993). *Técnicas especiales para la gestión de expertos*. Milladoiro.

Meho, L. I., & Yang, K. (2007). Impact of data sources on citation counts and rankings of LIS faculty: Web of science versus scopus and google scholar. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(13), 2105–2125.

Mian, S. H., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K., & Alkhalefah, H. (2020). Adapting Universities for Sustainability Education in Industry 4.0: Channel of Challenges and Opportunities. *Sustainability*, 12(15), 6100. <https://doi.org/10.3390/su12156100>

Muñoz-Suárez, M., Guadalajara, N., & Osca, J. M. (2020). A Comparative Analysis between Global University Rankings and Environmental Sustainability of Universities. *Sustainability*, 12(14), 5759. <https://doi.org/10.3390/su12145759>

ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sustentable 2015-2030 de la Organización de las Naciones Unidas*.

Perchinunno, P., & Cazzolle, M. (2020). A clustering approach for classifying universities in a world sustainability ranking. *Environmental Impact Assessment Review*, 85, 106471. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106471>

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. (2022). *Barcelona Humanist Economy*. barcelona.humanisteconomy.com

Ruiz-Morales, B., Espitia-Moreno, I. C., Alfaro-Garcia, V. G., & Leon-Castro, E. (2021). Sustainable Development Goals Analysis with Ordered Weighted Average Operators. *Sustainability*, 13(9), 5240. <https://doi.org/10.3390/su13095240>

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379–423.

Tek, N. (2012). Technovation The changing landscape of technology and innovation management : An updated ranking of journals in the field. *Technovation*, 32(5), 257–271. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.01.001>

Thomas, E., Faccin, K., & Asheim, B. T. (2021). Universities as orchestrators of the development of regional innovation ecosystems in emerging economies. *Growth and Change*, 52(2), 770–789. <https://doi.org/10.1111/grow.12442>

Torres-Vergara, C. J., Alfaro-García, V. G., & Gil-Lafuente, A. M. (2023). Uncertainty in Computer and Decision-Making Sciences: A Bibliometric Overview (pp. 325–345). https://doi.org/10.1007/978-3-031-25759-9_16

Yang, P., & Tao, L. (2012). Perspective: Ranking of the World's Top Innovation Management Scholars and Universities. *Journal of Product Innovation Management*, 29(2), 319–331. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00898.x>

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Requisitos para la representación de trabajos de investigación como posibles publicaciones en la revista.

- **Revista Científica del Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial** recibe trabajos de investigación en cualquiera de las áreas o especialidades de las ciencias sociales (educación, económico- administrativas, financieras y derecho).
- Los trabajos de investigación que se sometan a **Revista Científica del Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial** deben ser inéditos.
- Los artículos pueden ser escritos en español o inglés y deben incluir un resumen en ambos idiomas.
- Los trabajos de investigación que se sometan a **Revista Científica del Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial** no pueden ser enviados simultáneamente a otras revistas.
- Los trabajos de investigación se reciben en el editor de texto (Word) en no más de 15 cuartillas a espacio y medio, incluyendo cuadros y gráficas. Los trabajos pueden ser enviados al correo electrónico: fegosa@gmail.com. El título de trabajo es en Times New Roman 10 pt. Centrado y en mayúsculas. La extensión del manuscrito debe ser de máximo de 15 páginas, letra tipo Times New Roman, 10 pts, espacio de interlíneas sencillo, texto justificado, figuras y tablas centradas e intercaladas en el texto, las fórmulas deben estar centradas y numeradas. Márgenes izquierdo, derecho, superior e inferior a 2.5 cm.
- La primera página debe contener: a) título del trabajo; b) nombre(s) del (de los) autor(es); c) institución de adscripción; d) resumen de no más de 200 palabras; e) pie de página con correo electrónico del autor que recibirá correspondencia.
- Gráficas, cuadros y fórmulas se numerarán consecutivamente.
- La bibliografía debe presentarse al final, de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Fuller, W. A. (1996). *Introduction to Statistical Time Series*. 2nd ed., John Wiley, New York.

Granger, C. W. (1980). *Long Memory Relationships and the Aggregation of Dynamics Models*. *Journal of Econometrics*, 14, pp. 227-238.

Duffy, J. (2001). *Learning to Speculate: Experiments with Artificial and Real Agents*. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 25 (3), pp. 295-319.

Arifovic, J., J. Bullard, and J. Duffy (1997). *The Transition from Stagnation to Growth: An Adaptive Learning Approach*. *Journal of Economic Growth*, 2, pp. 185-209.

Duffy, J., and J. Ochs (1999). *Fiat Money as a Medium of Exchange: Experimental Evidence*. Working paper, University of Pittsburgh.

- Todo trabajo de investigación que reciba la **Revista Científica del Instituto Iberoamericano de Desarrollo Empresarial** estará sujeto a la revisión de dos dictaminadores anónimos. Un dictamen en contra resultará en el rechazo de publicación. Los resultados de los dictámenes se entregarán a los autores en un lapso de dos meses, como máximo, después de la recepción del trabajo.
- Recomendable que los trabajos tengan los siguientes apartados: título del trabajo, resumen (abstract) palabras clave, introducción, definición de problema, objetivos, hipótesis, desarrollo teórico, análisis de caso si lo incluye, resultados, conclusiones, recomendaciones y bibliografía.