A bayesian binomial model based on expert judgment to calculate the entrepreneurship evolution index of mechanical engineers in Honduras

Jose Luis Ordoñez Fernández
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Honduras, jlordonez@unah.edu.hn

Abstract– Mechanical engineering in Honduras has established itself as a flagship program at the National Autonomous University of Honduras. This program has enabled many graduates and students to secure jobs and even launch their own ventures. These ventures require guidance to help them grow and develop as national and transnational companies. Therefore, the objective of this study is to propose a methodology for evaluating the evolution of traditional mechanical engineering ventures through the integration of emerging technological capabilities. To this end, a methodology based on expert judgment and Bayes' theorem is proposed. The main result presented is the process for calculating the venture evolution index in the field of mechanical engineering. In the cases evaluated, robotics was the technology with a moderate index, and only 3D printing in parts manufacturing startups achieved high viability. This index is presented as a methodological proposal that will help students and faculty evaluate startups and the adoption of new technologies.

Keywords-- startup, robotics, 3D printing, mechanisms, innovation.

Modelo bayesiano binomial basado en juicio de experto para calcular índice de evolución del emprendimiento de ingenieros mecánicos en Honduras

Jose Luis Ordoñez Fernández
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Honduras, jlordonez@unah.edu.hn

Resumen*– La ingeniería mecánica en honduras se posicionado como una carrera referente de la universidad nacional autónoma de honduras. Esta carrera a permitido que muchos egresados y estudiantes tengan fuentes de trabajo e incluso sus propies emprendimientos. Estos emprendimientos necesitan guías que les permitan crecer y desarrollarse como empresas nacionales y transnacionales. Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo proponer una metodología para evaluar la evolución de emprendimientos tradicionales de Ingeniería Mecánica mediante la integración de capacidades tecnológicas emergentes. Para esto se propone una metodología basada en el juicio de expertos y el teorema bayesiano. Como principal resultado se muestra el proceso para calcualr el indicie de evolución del emprendimiento en área de la mecánica. En los casos evaluados la robótica fue la tecnología con índice moderado y solo la impresión 3D en emprendimiento de fabricación de piezas logro una viabilidad alta. Este índice se muestra como una propuesta metodológica que servirá a estudiantes y docentes para evaluar emprendimiento y la adopción de nuevas tecnologías.

Palabras clave—emprendimiento, robótica, impresión 3D, mecanismos, innovación.

I. Introducción

La evolución de los ecosistemas de negocios ha permitido transitar de una visión de empresas compitiendo de forma aislada hacia el reconocimiento de interdependencias estratégicas gestionadas mediante plataformas [1]. En esta transición, las Instituciones de Educación Superior (IES) han transformado sus modelos operativos, evolucionando de ser "torres de marfil" a universidades emprendedoras que actúan como instituciones ancla comprometidas con el desarrollo regional [2]. Esta metamorfosis se sustenta en la transferencia de tecnología y la comercialización del conocimiento, procesos esenciales para que las empresas obtengan ventajas competitivas a través de la innovación compartida [3]. En disciplinas como la Ingeniería Mecánica, este proceso representa una oportunidad para transformar los modelos tradicionales de emprendimiento mediante la incorporación de tecnologías emergentes que incrementen la competitividad de pequeñas empresas y profesionales independientes.

El emprendimiento digital y la innovación tecnológica se han consolidado como pilares fundamentales para el desarrollo socioeconómico en economías emergentes, actuando como catalizadores de crecimiento y generación de empleo [4]. En contextos como el ecosistema colombiano, se destaca que el éxito de estas iniciativas depende de una combinación equilibrada entre el conocimiento técnico especializado y el desarrollo de habilidades transversales en los equipos fundadores [5]. Asimismo, la expansión de los ecosistemas de plataforma fomenta la creación de redes de cooperación que inducen el flujo de conocimiento, contribuyendo directamente a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel regional [6]. En el caso de la Ingeniería Mecánica, esta transformación implica la integración progresiva de tecnologías como manufactura aditiva, robótica, inteligencia computacional, Internet de las Cosas y realidad extendida dentro de emprendimientos tradicionales como el mantenimiento industrial, la soldadura, el mecanizado y los servicios de diseño mecánico.

A pesar de este auge, existen desafíos significativos en el diseño curricular y el financiamiento que generan una brecha técnica y económica difícil de superar para estudiantes de bajos recursos [7]. Esta situación se agrava por estructuras sistémicas que a menudo priorizan la competencia y el beneficio económico sobre el bienestar integral del ser humano, creando barreras culturales y de incentivos que dificultan una inclusión real [8]. Además, la incorporación de tecnologías emergentes conlleva costos de infraestructura, capacitación y actualización tecnológica que representan un obstáculo crítico para las instituciones y estudiantes con recursos limitados [9]. Estas limitaciones se ven profundizadas por los requerimientos técnicos y la inversión necesaria para adoptar dichas tecnologías, lo que restringe su implementación en emprendimientos de pequeña escala y en economías emergentes. En consecuencia, muchos egresados de Ingeniería Mecánica continúan orientando sus iniciativas empresariales hacia emprendimientos tradicionales de bajo costo, sin contar con herramientas metodológicas que les permitan identificar qué tecnologías emergentes pueden incorporarse de manera gradual y viable [10]. De lo expuesto por estos investigadores

se deduce que los modelos actuales de emprendimiento tecnológico, condicionados por altos costos operativos y lógicas competitivas excluyentes, terminan por limitar la adopción tecnológica en pequeños emprendimientos de ingeniería.

El impacto social y los beneficios de tecnologías como la Inteligencia Artificial dentro de ecosistemas de innovación abierta para garantizar una distribución justa del valor co-creado [11]. En la educación en ingeniería, es necesario rediseñar los programas de emprendimiento para crear entornos equitativos que mitiguen las diferencias de participación y fomenten la inclusión de grupos históricamente desfavorecidos [12]. Comprender las micro-fundaciones y las interdependencias causales de los actores permite orientar las políticas hacia el intercambio de valor sistémico y el cumplimiento de metas comunes [13]. No obstante, la literatura ofrece escasa orientación sobre cómo evaluar la evolución de emprendimientos tradicionales de Ingeniería Mecánica hacia modelos que incorporen capacidades tecnológicas emergentes. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo proponer una metodología para evaluar la evolución de emprendimientos tradicionales de Ingeniería Mecánica mediante la integración de capacidades tecnológicas emergentes.

II. METODOLOGÍA

El emprendimiento tradicional en ingeniería mecánica se ha asociado históricamente con servicios técnicos como el mecanizado, la soldadura, el mantenimiento, el diseño mecánico y la consultoría. Sin embargo, la rápida aparición de las tecnologías digitales e inteligentes ha creado nuevas oportunidades para transformar estas iniciativas convencionales en negocios de mayor valor. Por lo tanto, este trabajo propone un marco metodológico que conecta las actividades empresariales tradicionales con las capacidades tecnológicas emergentes a través de un proceso de evaluación de la evolución.

Para realizar una mayor comprensión este trabajo tiene un carácter mixto, como primera etapa del estudio se realiza una búsqueda en scopus utilizando la metodología PICOS para generar la ecuación de búsqueda. La Tabla I muestra los elementos del PICOS utilizado y la ecuación de búsqueda generada para realizar el análisis de metadatos: A partir de eso se utilizó Vosviewr para analizar la metadata de palabras caves, autores claves y tendencias de las publicaciones orientadas con la temática.

Como punto de partida, las actividades emprendedoras tradicionales se derivaron de los sectores industriales [14]. En lugar de seleccionar las iniciativas de forma subjetiva, se identificaron actividades emprendedoras representativas y de bajo coste que suelen asociarse al sector manufacturero hondureño. La tabla II se estructura en tres elementos: el sector industrial, que proporciona el contexto productivo; las necesidades industriales, que representan los servicios que suele demandar la industria; y la iniciativa empresarial tradicional, que identifica oportunidades de negocio viables para los titulados en Ingeniería Mecánica.

Las capacidades tecnológicas se adaptaron a partir de la clasificación tecnológica propuesta [15]. En lugar de evaluar tecnologías aisladas, estas se agruparon en capacidades tecnológicas que pueden incorporarse progresivamente a las actividades emprendedoras. La tabla III se compone de tres elementos: la capacidad tecnológica, que define el ámbito funcional; las tecnologías asociadas, que ofrecen ejemplos representativos de cada capacidad.

Finalmente, en el análisis cualitativo se aplica el criterio de expertos para entender cuál es la probabilidad de que un emprendimiento de mecánica tradicional pueda lograr implementar tecnologías disruptivas basado en sus conocimientos y clientes actuales. Para esto se utilizó el juicio de expertos contratando los elementos de la Tabla I con los del a Tabla II. Además, se utilizó un modelo bayesiano beta-binomial conjugado para interpretar la viabilidad de dos de los emprendimientos de la Tabla I. El modelo utilizo la ecuación (1) para convertir las valoraciones teniendo los valores 4 y 5 como éxitos y los demás como fracasos. Posteriormente se realiza el conteo de éxitos y fracasos para la porción observada con la ecuación (2). Y la ecuación (3) para el ajuste bayesiano sencillo el cual se tomora como índice de viabilidad del emprendimiento mecánico.

$$z = \begin{cases} 1, & x \geq 4 \\ 0, & x < 4 \end{cases} \tag{1}$$

$$\hat{p}_j = \frac{s_j}{K} \tag{2}$$

$$\bar{p}_j = \frac{1 + s_j}{K + 2} \tag{3}$$

Tabla I. PICOS para la búsqueda de metadatos

PICOS	
P	Ingenieros mecánicos
I	Emprendimientos disruptivos
C	Emprendimientos tradicionales
O	TIR, VAN
S	Empíricos

Ecuación de búsqueda:

(TITLE-ABS-KEY (Mechanical engineers) AND (TITLE-ABS-KEY (business models) OR TITLE-ABS-KEY (startups)))

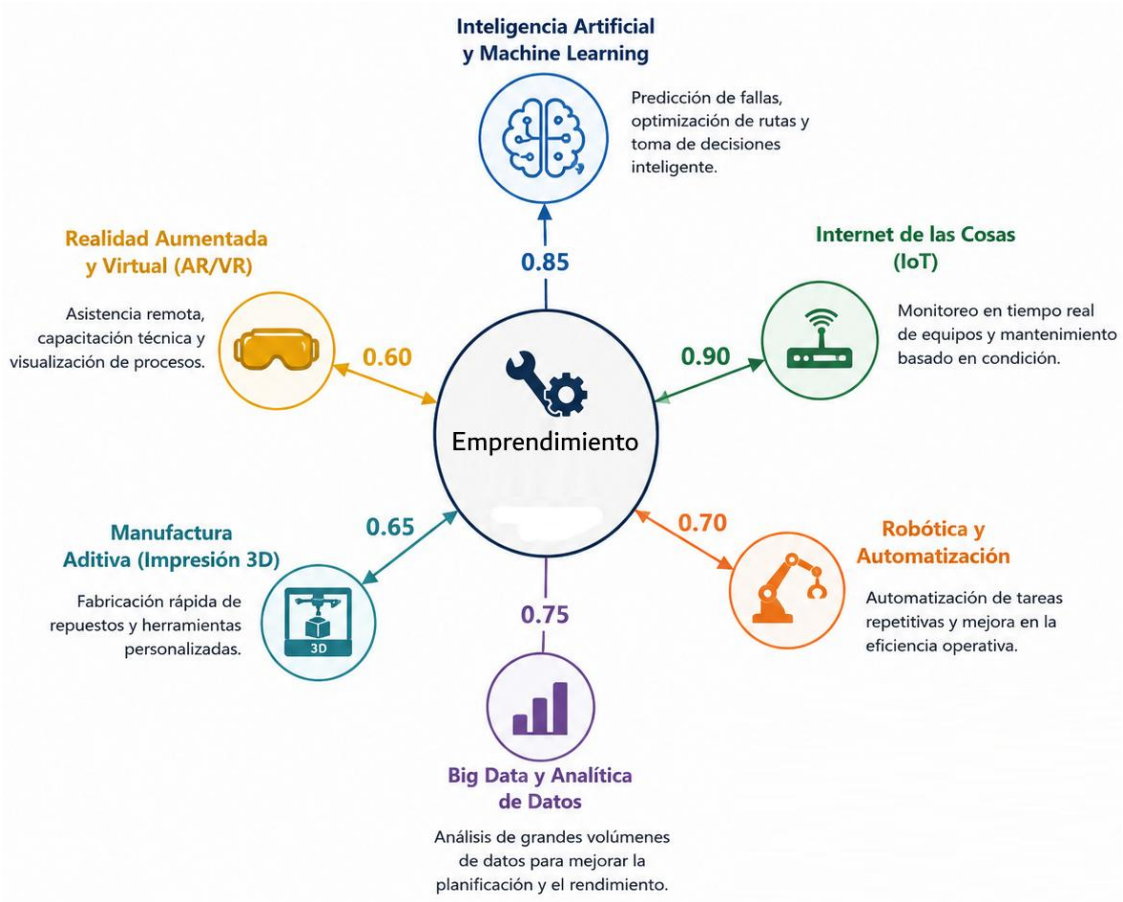


Figura 1. Análisis metodológico propuesto del índice de evaluación del emprendimiento.

Tabla I. Emprendimientos tradicionales derivados del contexto industrial hondureño

Sector industrial identificado por Kattan et al. (2019)	Necesidad del sector	Emprendimiento de bajo costo para un Ingeniero Mecánico
Fabricación de productos metálicos	Fabricación y reparación de componentes	Taller de mecanizado y fabricación de piezas bajo pedido
Metalurgia	Unión y reparación de estructuras metálicas	Servicios de soldadura móvil e industrial
Industria manufacturera	Mantenimiento continuo de maquinaria	Servicios de mantenimiento industrial
Industria manufacturera	Elaboración de planos y adaptación de equipos	Servicios de diseño mecánico CAD
Industria manufacturera	Optimización de procesos	Consultoría técnica en procesos productivos
Industria de alimentos	Reparación y mantenimiento de equipos	Mantenimiento de equipos para la industria alimentaria
Industria energética	Uso eficiente de la energía	Auditorías y consultoría en eficiencia energética
Energías renovables	Instalación de sistemas solares	Instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos de pequeña escala
Manufactura	Fabricación rápida de prototipos	Servicios de impresión 3D y prototipado
Diversificación industrial	Soporte técnico especializado	Asistencia técnica y supervisión de proyectos mecánicos

Tabla II. Capacidades tecnológicas para la evolución de emprendimientos en Ingeniería Mecánica

Capacidad tecnológica	Tecnologías asociadas	Propósito en el emprendimiento
Tecnologías inmersivas	Realidad Virtual (VR), Realidad Aumentada (AR)	Capacitación, simulación, asistencia al mantenimiento y diseño colaborativo.
Tecnologías inteligentes	Machine Learning, Redes Neuronales	Predicción, optimización, diseño inteligente, mantenimiento predictivo y apoyo a la toma de decisiones.

Tecnologías de manufactura	Impresión 3D	Fabricación aditiva, prototipado rápido y personalización de productos.
Tecnologías de automatización	Robótica	Automatización de procesos, manipulación de materiales y manufactura inteligente.
Tecnologías de conectividad	Internet de las Cosas (IoT), Sensores	Monitoreo en tiempo real, adquisición de datos y mantenimiento basado en condición.
Tecnologías de analítica de datos	Big Data	Gestión y análisis de grandes volúmenes de información para optimizar procesos y apoyar decisiones.
Tecnologías de seguridad	Ciberseguridad	Protección de sistemas industriales, infraestructura digital y datos del emprendimiento.
Tecnologías energéticas	Energías Renovables	Desarrollo de soluciones energéticas sostenibles y eficiencia energética.

III. Resultados

A. *Análisis de la metadata*

Las figuras 1 y 2 muestran la línea de tendencia y los dos países latinoamericanos que está realizando investigaciones en esta temática. La línea de tendía muestra como a disminuido en comparación con una década atrás el emprendimiento en ingenieros mecánicos. Mientras que México lidera apenas con 6 trabajos seguido de Brasil con 2. Pese a que la temática es relevante en las universidades no hay claridad de cómo se puede impulsar el tema de emprendimiento en la actualidad.

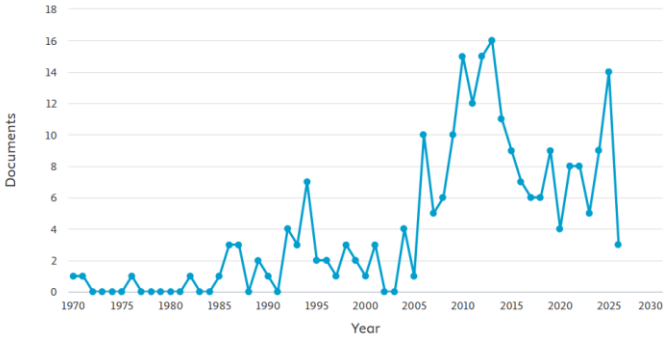


Figura 2. Línea de tendencia de la ecuación de búsqueda propuesta.

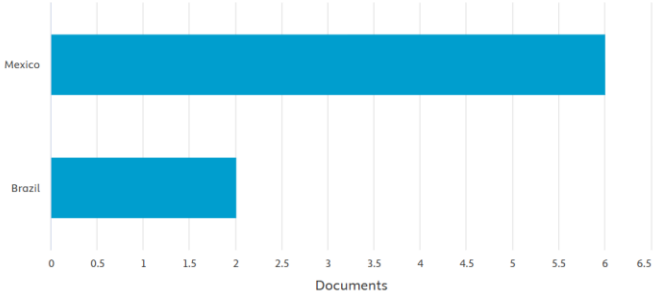


Figura 3. Publicaciones de países latinoamericanos en la temática.

B. *Caso I Taller de mecanizado y fabricación*

La Tabla IV muestra las respuestas evaluadas en la escala de Likert de 1 a 5 de que tan viable es implementar la tecnología disruptiva en el emprendimiento. Impresión 3D fue la tecnología que más se adapta según los seis expertos todos coincidiendo en que es efectivo ese tipo de implementación. En la Tabla V se aplican la ecuación uno para determinar éxitos y fracasos, la ecuación 2 calcular el porcentaje de éxitos (factibilidad) de cada una de las tecnologías según el juicio de expertos. Finalmente, en la Tabla VI se aplica la ecuación 3en este caso se observa como el teorema bayesiano, nos da una viabilidad más realista con una muestra reducida. Por ejemplo, el 3.33 del IoT es equivalente a un 0.56 lo cual indicaría una viabilidad moderada, pero el 0.5 del teorema lo pone en viabilidad baja. Las tecnologías que se recomienda para este emprendimiento serán la Impresión 3D y la robótica. La impresión 3D era muy intuitiva ya que facilita la fabricación de piezas. Por otro lado, los robots pueden ser usados como herramientas más versátiles para la fabricación de piezas, pero a costos de inversión altos.

Tabla IV Resultados juicio de expertos caso I

Ruta de transición	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Realidad Virtual (VR), Realidad Aumentada (AR)	1	1	4	3	1	1
Machine Learning, Redes Neuronales	3	4	3	2	5	1
Impresión 3D	5	4	5	4	4	5
Robótica	3	1	5	4	4	4
Internet de las Cosas (IoT), Sensores	2	5	4	3	4	2
Big Data	1	5	5	3	4	1
Ciberseguridad	1	4	2	4	4	1
Energías Renovables	3	1	2	4	4	4

Tabla V Resultados de éxito de expertos caso I

Ruta de transición	E1	E2	E3	E4	E5	E6	F	PF
Realidad Virtual (VR), Realidad Aumentada (AR)	0	0	1	0	0	0	1	0.17
Machine Learning, Redes Neuronales	0	1	0	0	1	0	2	0.33
Impresión 3D	1	1	1	1	1	1	6	1.00
Robótica	0	0	1	1	1	1	4	0.67
Internet de las Cosas (IoT), Sensores	0	1	1	0	1	0	3	0.50
Big Data	0	1	1	0	1	0	3	0.50
Ciberseguridad	0	1	0	1	1	0	3	0.50
Energías Renovables	0	0	0	1	1	1	3	0.50

Tabla VI Resultados teorema bayesiano caso I

Promedio original	Probabilidad estimada	Viabilidad
1.83	0.25	Baja
3.00	0.38	Baja
4.50	0.88	Alta
3.50	0.63	Moderada
3.33	0.50	Baja
3.17	0.50	Baja
2.67	0.50	Baja
3.00	0.50	Baja

C. Caso II Servicios de soldadura móvil e industrial

La Tabla VII presenta las valoraciones de los expertos, en una escala Likert de 1 a 5, sobre la viabilidad de implementar cada tecnología disruptiva en los emprendimientos. La impresión 3D obtuvo la valoración más favorable, con coincidencia de los seis expertos sobre su viabilidad. En la Tabla VIII se aplicaron las ecuaciones 1 y 2 para clasificar y contabilizar las respuestas favorables y no favorables, mientras que la ecuación 3 permitió estimar la viabilidad de cada tecnología mediante el modelo bayesiano beta-binomial. Finalmente, la Tabla IX muestra el enfoque bayesiano ofrece una valoración más conservadora y realista ante el reducido número de expertos. Para este caso se obtiene cuatro tecnologías de viabilidad moderada destacando las energías renovables como un medio para la reducción de costos y servicios mas sostenibles. Las redes neuronales para la detección de errores de soldadura se agregan como un control de calidad efectivo. Por otro lado, la robótica queda en viabilidad moderada nuevamente a pesar de ser muy utilizada por la soldadura, pero sus costos de inversión y especialización no le permiten ser altamente viable. Los desarrollos de efectores blandos fabricados mediante impresión 3D [16] y robots para inspección de tuberías [17] ilustran oportunidades de diversificación hacia la manipulación de piezas y los servicios de inspección industrial. Asimismo, los diseños de ruedas con patas para subir escaleras [18] ofrecen alternativas de movilidad que podrían explorarse para el traslado de herramientas y equipos en servicios mecánicos.

Tabla VII Resultados juicio de expertos caso II

Ruta de transición	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Realidad Virtual (VR), Realidad Aumentada (AR)	2	5	5	4	4	3
Machine Learning, Redes Neuronales	5	5	4	2	4	1
Impresión 3D	2	1	4	3	4	5
Robótica	5	5	5	4	4	3
Internet de las Cosas (IoT), Sensores	2	5	3	3	4	1
Big Data	1	4	4	2	4	1
Ciberseguridad	1	2	2	4	4	2
Energías Renovables	4	4	2	4	4	3

Tabla VIII Resultados de éxito de expertos caso II

Ruta de transición	E1	E2	E3	E4	E5	E6	F	PF
Realidad Virtual (VR), Realidad Aumentada (AR)	0	1	1	1	1	0	4	0.67
Machine Learning, Redes Neuronales	1	1	1	0	1	0	4	0.67
Impresión 3D	0	0	1	0	1	1	3	0.50
Robótica	1	1	1	1	1	0	5	0.83
Internet de las Cosas (IoT), Sensores	0	1	0	0	1	0	2	0.33
Big Data	0	1	1	0	1	0	3	0.50
Ciberseguridad	0	0	0	1	1	0	2	0.33
Energías Renovables	1	1	0	1	1	0	4	0.67

Tabla IV Resultados teorema bayesiano caso II

Promedio original	Probabilidad estimada	Viabilidad
3.83	0.625	Moderada
3.50	0.63	Moderada
3.17	0.50	Baja
4.33	0.75	Moderada
3.00	0.38	Baja
2.67	0.50	Baja
2.50	0.38	Baja
3.50	0.63	Moderada

IV. Conclusión

La revisión de los metadatos muestra un vacío en la literatura de suma importancia al momento de dirigir el emprendimiento de estudiantes de ingeniería mecánica. Este trabajo propone la estimación de un índice de viabilidad del emprendimiento para los ingenieros mecánicos. Se proponen emprendimientos comunes en el mercado hondureño y dos casos para demostrar su cálculo y relevancia. Para esto seis expertos cuatro ingenieros mecánicos y dos doctores en administración de empresas valoraron la viabilidad utilizando la escala de Likert. Los resultados muestran que en ambos

casos expuestos la robótica resulta se moderadamente viable. La única tecnología que termino siendo altamente viable fue la impresión 3D cuando el emprendimiento era para de fabricación de piezas. La propuesta metodológica muestra un argumento mas rigoroso que los simples promedios y menos exhaustiva que una encuesta gracias al panel de expertos. El modelo bayesiano beta-binomial conjugado evito que el índice se inflara como los promedios y permite ser mas cauteloso con las recomendaciones para los emprendedores. Como trabajo futuro se propone aumentar el panel de expertos y desarrollar una matriz de todos los emprendimientos identificados en este trabajo. A pesar de los resultados obtenidos este trabajo aun tiene limitaciones de campo y se muestra aun como una teoría para recomendar y gestionar los emprendimientos.

REFERENCES

[1] M. Di Domenico, E. Hofman, and H. Schiele, "A Bibliometric Review of the Business Platforming Literature: Theoretical Cornerstones and Research Trends," IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 71, pp. 6812–6829, 2024, doi: 10.1109/TEM.2023.3240300.

[2] L. Corazza, E. Truant, D. Cottafava, and A. Dhir, "Higher Education Institutions and Multistakeholders' Engagement: A Longitudinal Study of an Anchor Institution's Legitimacy and Dynamism," IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 71, pp. 13572–13585, 2024, doi: 10.1109/TEM.2023.3265263.

[3] Y. Wang, L. Shuib, A. A. Norman, and F. P. Tajudeen, "The Factors Influencing University-Driven Technology Transfer With SMEs: A Systematic Literature Review," IEEE Access, vol. 13, pp. 45753–45770, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3526653.

[4] M. Tondro, M. Jahanbakth, and D. Ozay, "Exploring the Role of Information Technology and Digital Innovation in Socio-Economic Development: A Case Study of Startup and Home-Based Businesses," IEEE Access, vol. 13, pp. 155064–155083, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3579806.

[5] R. D. Estrada-Esponda, G. Matturro, and J. R. Sabogal-Pinilla, "Technical Knowledge and Transversal Skills in Software Startups Within the Colombian Entrepreneurial Ecosystem," IEEE Access, vol. 14, pp. 79557–79578, 2026, doi: 10.1109/ACCESS.2026.3695409.

[6] C. Xuelin, Z. Yang, Z. Dongmei, and L. Ruoyu, "The Evolution and Knowledge Change of Innovation Cooperation Network in Platform Ecosystem: A Computer Simulation From Complex Network Perspective," IEEE Access, vol. 11, pp. 22221–22232, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3250964.

[7] J. W. Browning and J. Bustard, "A Systematic Literature Review of Entrepreneurial Education in Electrical, Electronic, and Computer Engineering Curricula," IEEE Access, vol. 12, pp. 7927–7941, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3352162.

[8] A. Van Noppen, "Creating Technology Worthy of the Human Spirit," Journal of Social Computing, vol. 2, no. 4, pp. 309–322, Dec. 2021, doi: 10.23919/JSC.2021.0024.

[9] S. R. Ali, M. I. Memon, J. Hussain, M. Mohatram, and M. Faraz, "Digital Learning Platforms and Blockchain for Entrepreneurial Skill Development: Bridging Gaps in Education and Practice," IEEE Access, vol. 13, pp. 180877–180890, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3622194.

[10] K. Achuthan, S. Ramanathan, and R. Raman, "Exploring Metaverse Technologies in Entrepreneurship Through Machine Learning-Based Topic Modeling," IEEE Access, vol. 13, pp. 93417–93438, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3567622.

[11] D. Corrales-Garay, J.-L. Rodríguez-Sánchez, and A. Montero-Navarro, "Co-Creating Value With Artificial Intelligence: A Bibliometric Approach to the Use of AI in Open Innovation Ecosystems," IEEE Access, vol. 12, pp. 56860–56871, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3391054.

[12] P. Shekhar, "Engineering Entrepreneurship Program Participation: Differences Across Men and Women," IEEE Transactions on Education, vol. 66, no. 2, pp. 188–196, Apr. 2023, doi: 10.1109/TE.2022.3208524.

[13] F. Cosenz, G. Noto, and A. Cavallo, "Understanding the Microfoundations of Entrepreneurial Ecosystems: Toward a Value-Based Method and Theory," IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 71, pp. 7298–7310, 2024, doi: 10.1109/TEM.2023.3275097.

[14] J. E. Kattan, R. Cerna, I. Venegas, and J. Santamaría, "Manufactura en Honduras, breve panorama de las industrias locales," in Proceedings of the 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, Jamaica, 2019, pp. 1–10, doi: 10.18687/LACCEI2019.1.1.529.

[15] J. L. Ordoñez-Avila and M. G. Martínez-Rangel, "Proposed Open Systems Model and Intelligent Agriculture in Coffee Farms within the Harvesting Process," in Proceedings of the 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD), Virtual Edition, 2022, doi: 10.18687/LEIRD2022.1.1.77.

[16] J. L. Ordoñez-Avila et al., "Experimental Evaluation of Lattice Geometries for a Soft Robotic End-Effector," Applied Sciences, vol. 16, no. 19, Art. no. 9953, 2026, doi: 10.3390/app16199953.

[17] M. Cardona, I. Sevilla, J. L. Ordoñez-Avila, A. M. Carrasco, and H. Moreno, "Development of a Kinematic Model Based on Simulation Data for a Three Symmetrical Wheeled Pipeline Robot," Processes, vol. 14, no. 10, Art. no. 1655, 2026, doi: 10.3390/pr14101655.

[18] J. L. Ordoñez-Avila, H. A. Moreno, M. E. Perdomo, and I. G. Carrera Calderón, "Designing Legged Wheels for Stair Climbing," Symmetry, vol. 15, no. 11, Art. no. 2071, 2023, doi: 10.3390/sym15112071.