

La complejidad económica a través de la teoría organizacional

Economic complexity through organizational theory

María Guadalupe Montiel-Hernández ^a, Carla Carolina Pérez-Hernández ^b, Blanca Cecilia Salazar-Hernández ^c

Abstract:

Economic complexity employs network science and machine learning techniques to predict, explain, and warn of changes in economic structures. It is studied from various perspectives and encompasses a wide range of topics, such as greenhouse gas emissions, green economy, blue economy, migration, sports, health, music, among others. Economic complexity methods are being used in the creation of national development strategies, involving contributions from computer scientists, physicists, economists, geographers, and mathematicians (Hidalgo, 2022).

The study of economic complexity derives, from a relational perspective, from the Theory of Complex Systems, as recognized by various authors. Composed of multiple elements interacting with each other, which evolve and adapt, it seeks to understand the outcomes of interconnected systems. Likewise, the Theory of Endogenous Growth, which addressed the importance of knowledge in economics, arguing that economic growth can be sustainable if it is based on the acquisition and transmission of knowledge and innovation (Thurner, Hanel, & Klimek, 2018; Romer, 1990).

Keywords:

Organizational theory, economic complexity, endogenous growth theory

Resumen:

La complejidad económica emplea ciencias de redes y técnicas de aprendizaje automático para predecir, explicar y advertir cambios en las estructuras económicas, es estudiada desde varias perspectivas y engloba una gran diversidad de temas, tales como las emisiones de efecto invernadero, economía verde, economía azul, migración, deportes, salud, música entre otros. Los métodos de complejidad económica están siendo utilizados en la creación de estrategias de desarrollo nacional, involucra contribuciones de informáticos, físicos, economistas, geógrafos y matemáticos (Hidalgo, 2022).

El estudio de la complejidad económica deriva, desde la perspectiva del relacionamiento, de la Teoría de Sistemas Complejos, como ha sido reconocida la economía por diversos autores. Compuesta por múltiples elementos interactuando entre sí, los cuales evolucionan y se adaptan, busca comprender los resultados de sistemas interconectados. Asimismo, la Teoría del Crecimiento Endógeno, la cual abordó la importancia del conocimiento en la economía, argumentando que el crecimiento económico puede ser sostenible si se basa en la adquisición y transmisión de conocimiento e innovación (Thurner, Hanel y Klimek, 2018; Romer, 1990).

Palabras Clave:

Teoría organizacional, complejidad económica, teoría del crecimiento endógeno

^a Autor de Correspondencia, UA EH | Escuela Preparatoria Número 3 | Pachuca de Soto, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-6385-3148>, Email: maria_montiel@uaeh.edu.mx

^b UA EH | Instituto de Ciencias Económico Administrativas | San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-8286-8775>, Email: carla_perez@uaeh.edu.mx

^c UA EH | Instituto de Ciencias Económico Administrativas | San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-9427-0826>, Email: bsalazar@uaeh.edu.mx

Introducción

Las teorías de la organización contemporáneas datan de hace aproximadamente 60 años, tiempo en el que han ocurrido un sin fin de sucesos y estudios que permiten entender mejor a las organizaciones, por ello, se deben generar y adaptar las teorías existentes a la actualidad, en donde se debe poner especial atención a los entornos cambiantes, tecnología y pequeñas empresas.

Las contribuciones a las teorías organizacionales tienen su inicio a partir de la década de 1950 y diez años después llegó la teoría de la organización, donde se considera que los estímulos principales fueron el crecimiento de las escuelas de negocio y el camino en la naturaleza del trabajo, donde se pasó de una revolución industrial, a una revolución de la productividad hasta llegar a la revolución de la administración. Entre 1960 y 1970 se gestaron la mayoría de las teorías contemporáneas, reconociendo el mundo cambiante.

Los cambios de finales del siglo XX sin duda han tenido un gran impacto en cómo se concibe a las organizaciones en la actualidad, describiendo las nuevas tecnologías, la comunicación y la automatización, por ejemplo; en la actualidad el conocimiento en las organizaciones es un factor clave para la creación de valor, las máquinas y el capital sirven a los trabajadores, la identificación y resolución de problemas proporcionan lógica en el trabajo basado en el conocimiento, se valora el conocimiento y percepción, donde se apuesta por inversión en capital humano y educación formal.

Por ello, la ventaja competitiva está relacionada con el conocimiento obtenido a través del capital humano. Se considera que la revolución del conocimiento y globalización cambiaron la naturaleza de las organizaciones y éstas deben estar preparadas para ello.

Teoría de sistemas complejos

La teoría de sistemas complejos se relaciona con interacciones generalizadas, un sistema complejo puede tener relaciones que cambien simultáneamente y resulten nuevos estados, son adaptativos y coevolutivos, trata de comprender las propiedades de los sistemas en función de sus componentes básicos y sus interrelaciones, combina principios matemáticos y físicos, tomados de ciencias sociales y biología, a través de técnicas computacionales. Busca comprender los resultados de los sistemas interconectados para controlar y diseñar propiedades. Su naturaleza es cuantitativa, predictiva y comprobable (Thurner, et al., 2018).

Se considera que los sistemas complejos provienen de las ciencias sociales, la física y la biología. Son redes multicapa en evolución conjunta, se componen de muchos elementos los cuales interactúan entre sí a través de uno o más tipos de interacción, no son estáticas y cambian con el tiempo, dependen del contexto, a menudo tienen memoria y almacenan la información del pasado. Un sistema se considera sistema complejo, si los estados cambian en función de la red de interacción y éstas cambian simultáneamente en función de los estados (Thurner, et al., 2018).

Los sistemas complejos carecen de límites precisos, tanto geográficos como en su problemática, sus componentes se determinan mutuamente, no son independientes, sus elementos suelen construir subsistemas que interactúan entre sí, es necesario el establecimiento de escalas temporales y espaciales, para entender las relaciones significativas entre los subsistemas.

Su estructura estará dada por las relaciones entre los elementos y no por las propiedades en sí. Es necesario el estudio de sus procesos para entender los cambios en el sistema, esta teoría ofrece un marco conceptual y metodológico (García, 2006).

Debido a la diversidad de sistemas no pueden ser estudiados bajo el mismo marco metodológico, los sistemas complejos, en la relación de sus componentes, pues pueden diferir por las dependencias y afectaciones entre sí, por ello, los sistemas complejos se caracterizan por tener grandes cantidades de componentes interactuando entre sí, no siguen dinámicas lineales, evolucionan y se adaptan a los cambios (Siegenfeld y Bar-Yam, 2020).

Teoría del crecimiento endógeno

El desarrollo de la teoría del crecimiento endógeno ha sido un elemento clave para el estudio de la complejidad económica. Hidalgo (2021) considera que ésta última puede ser vista como la continuación de dicha teoría, la cual fue establecida por Romer (1990) refiere que el crecimiento en la economía se debe al incremento del conocimiento, entendiendo que no es fácil de reproducir o compartir, su transmisión obedece al relacionamiento, la ubicación geográfica y los sistemas sociales.

Paul Romer (1994) argumenta que, el cambio tecnológico es un elemento primordial, pues proporciona un incentivo para la acumulación de capital, surge debido a las acciones de las personas para responder a incentivos de

mercado que se traducen en acumulación y transmisión del conocimiento.

Establece que el conocimiento puede funcionar como guía para el crecimiento económico basado en innovación y sostenibilidad. Propone la creación de modelos que integren determinantes de éxito económico, con el objetivo de formular políticas económicas que incentiven la investigación, vinculación e innovación para fomentar el acceso y producción de nuevos conocimientos (Romer, 1994).

Propone un modelo de crecimiento endógeno, el cual introduce variables como la experiencia, educación, ciencia, conocimiento y alfabetización, así como su utilidad para comprender el crecimiento de las naciones, donde su nivel inicial ayuda a predecir la tasa de inversión y en consecuencia la tasa de crecimiento, se integra el análisis del crecimiento y desarrollo de los países entre la organización industrial, estudios empresariales, investigación y desarrollo (I+D) y producción agregada (Romer, 1989).

La teoría es práctica y conceptual, explica como las ideas y el conocimiento son diferentes a otros bienes, es una contribución metodológica de conocimientos sobre las causas y efectos de la innovación y tecnología, su desarrollo se debe al cuestionamiento sobre cómo lograr un crecimiento económico sostenido y sostenible.

Plantea que la innovación, resultado de cambio técnico es una variable que incide en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y que el conocimiento se mide a través de exportaciones de productos tecnológicos, patentes y capital humano (Peñaloza y Martínez, 2020).

Esta teoría, se distingue del crecimiento neoclásico, enfatiza que el crecimiento económico es un resultado endógeno, el sistema económico, se centra en el comportamiento de la economía en conjunto (Romer, 1994).

La teoría del crecimiento endógeno (Romer, 1994) sostiene que:

- El crecimiento económico es el resultado de factores endógenos.
- La economía basada en el conocimiento es la base del desarrollo económico.
- La innovación, el conocimiento y el capital humano potencian el crecimiento.

- El conocimiento es la guía para el crecimiento económico a largo plazo.

Con respecto a la Teoría de Sistemas Complejos, las principales aportaciones han sido de Stefan Thurner, doctor en física y economía, sus estudios se centran en la comprensión de sistemas complejos. Rudolf Hanel, doctor en física médica ha investigado a los sistemas complejos desde 2007, doctor en física médica. Peter Klimek, también doctor en física estudia los sistemas complejos y realiza modelos de predicción, los tres científicos mencionados son profesores asociados de la Universidad Médica de Viena y miembros de la facultad de *Complexity Science Hub* (CSH, 2022). Asimismo, resaltan las aportaciones de Rolado García, quien trabajó en la fundamentación teórica y epistemológica y metodológica de los sistemas complejos (HERDER, 2022).

Relacionado con la Teoría del Crecimiento Endógeno se destacan las ideas de Paul Romer, empresario, emprendedor y activista, dedicado a la intersección de la economía, tecnología, innovación y urbanización con el objetivo de acelerar el progreso humano, agrega el uso y producción de ideas, integra el cambio climático e innovaciones tecnológicas al análisis económico (Romer, 2018). Ambas teorías mencionadas con anterioridad surgen a finales del siglo XX, la de sistemas complejos por Rolando García y la del crecimiento endógeno por Paul Romer.

La siguiente figura resume las teorías, aspectos, autores y elementos que preceden a la complejidad económica

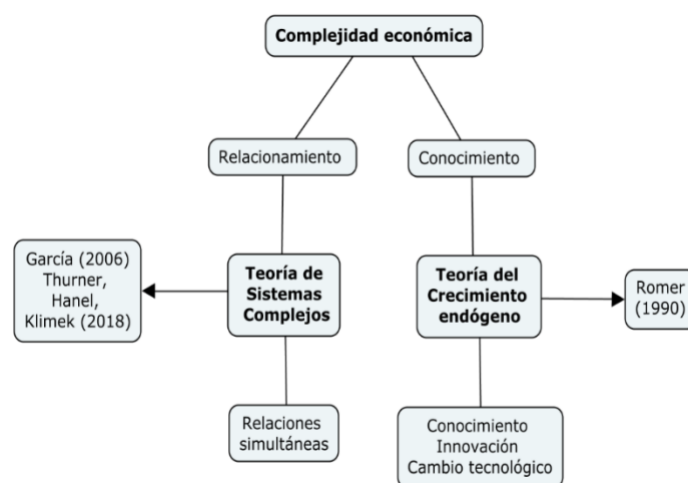


Figura 1. Complejidad económica y sus teorías precedentes

Como se puede distinguir, la complejidad económica proviene de dos teorías, desde el relacionamiento de la teoría de sistemas complejos y desde el conocimiento e innovación desde la teoría del crecimiento endógeno.

Complejidad económica

La complejidad económica es un tópico propuesto por Hidalgo y Hausmann (2009), realizan una analogía de las capacidades con las que cuenta un país y bloques de lego, donde cada capacidad es un bloque, en conjunto se obtiene una cubeta de legos con la que se pueden hacer diversas construcciones, lo mismo sucede con las capacidades en los países y lo que se puede desarrollar, con ello se estudia la diversificación de los países, medida por la cantidad de producto que exporta un país y la ubicuidad de los productos, que refiere al número de países que exportan dicho producto.

Emplea la ciencia de redes, reducción de la dimensionalidad, *machine learning*, para estimar, la diversificación, sofisticación, ubicuidad, predecir, advertir y anticipar cambios en el crecimiento económico de regiones, ciudades y países. Para su estudio contribuyen varias disciplinas, tales como físicos, informáticos, geógrafos y economistas (Hidalgo, 2021; 2022).

Los métodos de complejidad económica resultan interesantes para el desarrollo de políticas públicas y estrategias nacionales, tal es el caso de la Secretaría de Economía de México, quien ha creado Data México que integra, visualiza y analiza datos para la toma de decisiones, con el objetivo de fomentar la inclusión, innovación y diversificación de la economía en el país, emplea datos de empleo, producción, comercio, educación y demografía (Data México, 2022).

Actualmente, se emplean los métodos de complejidad económica para estudiar una gran diversidad de temas, entre los cuales se encuentra;

- patrones de diversificación,
- crímenes,
- migración,
- sustentabilidad,
- productos verdes,
- economía azul,
- música,
- deportes,
- salud,
- crecimiento económico,
- espacio-producto,
- equidad de género,
- producción de carne,
- diversidad según el lugar de nacimiento,
- habilidades digitales,

- relacionamiento,
- creatividad,
- finanzas,
- inclusión,
- fertilidad,
- emisiones de gases y
- enfermedades.

En la siguiente figura se muestran algunos de los temas emergentes en la complejidad económica.

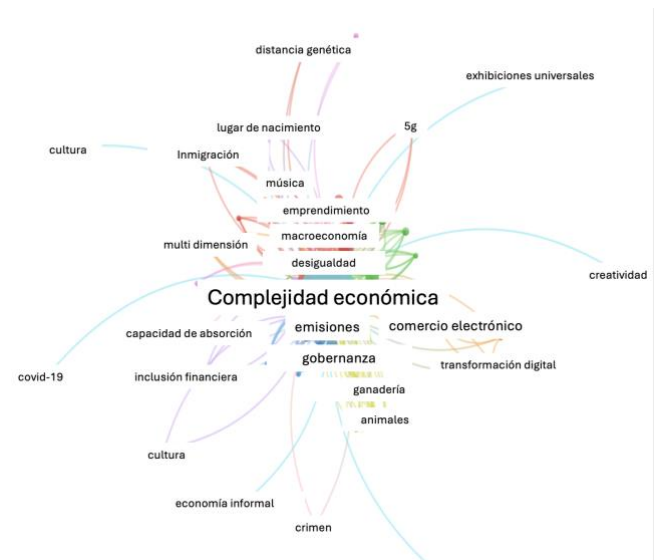


Figura 2. Las conexiones emergentes de la complejidad económica.

Como se puede observar existe una gran diversidad de temas con los que actualmente se vincula la complejidad económica, tópicos que tomaron gran auge como el covid-19, además de temas como cultura, creatividad, crímenes, el lugar de nacimiento de las personas, música, emisiones o gobernanza. Son tópicos que, a partir de la geografía económica y de las capacidades con las que una región cuenta se han podido vincular para predecir y advertir cambios en las estructuras económicas. Lo anterior ratifica la utilidad y diversidad de aplicación de la complejidad económica desde distintas perspectivas.

Asimismo, los estudios realizados de complejidad económica se pueden enlistar en al menos 7 grupos, dentro de los que se encuentran:

1. Relacionamiento
2. Economía
3. Producto-espacio
4. Estudios regionales
5. Social
6. Índice de complejidad económica

7. Medio ambiente

En la siguiente figura se analizan 495 artículos académicos de complejidad económica publicados desde 2006 hasta 2022, se realiza mediante un *software* de procesamiento de lenguaje natural que agrupa las palabras clave de los títulos y resúmenes de los artículos.

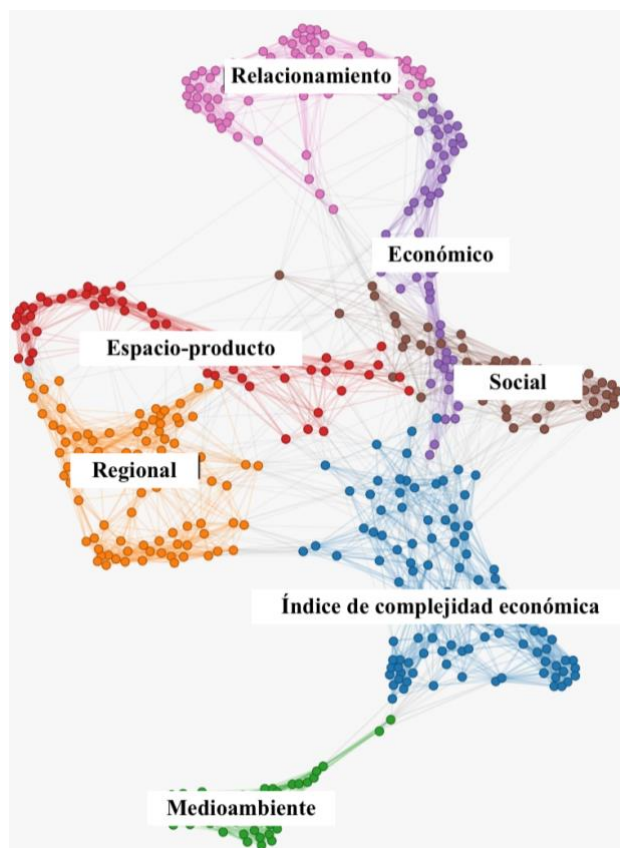


Figura 3. Las conexiones de la complejidad económica.

En la imagen se puede observar como es que se agrupan los artículos de investigación según la relación que existe entre los títulos y resúmenes, se distinguen al menos siete grupos importantes en los que se estudia la complejidad económica.

Como se ha mencionado las métricas de complejidad se relacionan con temas como las emisiones de gases de efecto invernadero, proporcionan medidas para reconocer el impacto de las actividades económicas en el medioambiente.

Gozgor et al., (2018), realizaron un modelo económico basado en la complejidad económica para la medición de habilidades para la exportación de productos, empleando una base de datos de 29 países de 1990 a 2013 en el que identifican que el consumo de energía no renovable y

renovable se relaciona con altos índices de crecimiento económico, donde un consumo de energía renovable puede ser útil para incrementar la canasta de exportaciones e incidir en el crecimiento económico. Como se ha mencionado, permite la medición de gases de dióxido de carbono y su relación con la complejidad económica, consumo de energía y crecimiento económico, en el caso de Francia, Can & Gozgor (2017) identifican que un mayor nivel en el índice de complejidad económica suprime el nivel de emisiones a largo plazo.

Tópicos como el emprendimiento se han relacionado con las métricas de complejidad económica pues se considera que potencializan el desarrollo económico, para examinar vínculo se realiza un estudio de 53 economías del mundo en un periodo de 10 años, tomando en cuenta variables tales como, densidad de emprendimiento, índice de complejidad económica, crecimiento económico, total de impuestos, capital humano, apertura comercial y la inversión extranjera directa, se detectó que el aumento de complejidad económica facilita la densidad empresarial y se crean mejores oportunidades de negocio, asimismo se resalta la importancia de la complejidad económica para impulsar la densidad del emprendimiento nacional (Nguyen et al., 2021).

Otro de los temas son los Negocios digitales, internet y tecnología, han sido vinculados con la complejidad económica y el ICE, se ha analizado el proceso de transformación digital sobre la complejidad económica, se detectó que en el sector empresarial la digitalización influye positivamente en el ICE, por lo que se sugiere incrementar los negocios digitales, asimismo, el uso internet tiene un efecto positivo sobre la sofisticación económica, aumento del comercio aunado a los negocios digitales, intensidad tecnológica y el internet, las tecnologías 5G permiten mejoras significativas en la economía y puede medirse a través de su diversidad, complejidad y ubicuidad. Las tecnologías I4 tienen un efecto positivo en el desarrollo de especialización en tecnologías, se muestra que las regiones con un alto potencial en términos de una fuerte presencia local de tecnologías relacionadas con I4T tienen más probabilidades de diversificarse con éxito en nuevas I4T. La implementación de tecnología en la economía acelera la capacidad productiva y su nivel de sofisticación (Balland & Boschma, 2021; Ha, 2023; Lapatinas, 2019; Parcu et al., 2022; Rodríguez-Crespo & Martínez-Zarzoso, 2019; Yaméogo et al., 2014).

Como se ha mencionado con anterioridad, son una gran variedad de temas que se relacionan con la complejidad económica, lo cual permite comprender la naturaleza de las regiones y permite una correcta toma de decisiones.

Conclusiones

Conocer el pasado de un tema, como lo es el caso de la complejidad económica, permite entender su desarrollo y comprender los elementos que lo componen, el tema en cuestión es el resultado de dos teorías importantes en economía, las cuales han sido gestadas a finales del siglo XX, al estar relacionado con la Teoría de Sistemas Complejos se entiende que está inmersa en temas como física, matemáticas y ciencias sociales, emplea métodos matemáticos para identificar las interrelaciones, componentes y propiedades de los sistemas, lo cual se vincula con el relacionamiento, que indica que tanto las actividades económicas se relacionan en entradas, conocimiento y contexto.

La complejidad económica aborda al conocimiento, por lo que tiene relación con la Teoría del Crecimiento Endógeno, la cual establece que el crecimiento económico está relacionado con el crecimiento del conocimiento, el cual es difícil de comunicar, medir y transmitir, por ello es que se vincula con que tantos países o regiones producen cierto producto y que tantas capacidades se requieren, es decir, el conocimiento.

Al tener como precedente las teorías descritas con anterioridad y lo que éstas engloban es que se puede distinguir una amplia variedad de temas y aplicaciones para la complejidad económica y cómo es útil para la creación de políticas públicas y estrategias de las ciudades, países y regiones para incentivar la innovación tecnológica, acumulación de conocimiento, vinculación y producción.

Referencias

- [1] Balland, P.-A., & Boschma, R. (2021). Mapping the potentials of regions in Europe to contribute to new knowledge production in Industry 4.0 technologies. *Regional Studies*, 55, 1652-1666. <https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1900557>
- [2] Can, M., & Gozgor, G. (2017). The impact of economic complexity on carbon emissions: Evidence from France. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(19), 16364-16370. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9219-7>
- [3] CSH. (2022). *HOME*. CSH. <https://www.csh.ac.at/>
- [4] Data México. (2022). *Data México | Acerca | Data México*. <https://datamexico.org/es/about>
- [5] García, R. (2006). *Sistemas complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* (1.a ed.). Gedisa.
- [6] Gozgor, G., Lau, C. K. M., & Lu, Z. (2018). Energy consumption and economic growth: New evidence from the OECD countries. *Energy*, 153, 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.158>
- [7] Ha, L. T. (2022). Digital Business and Economic Complexity. *JOURNAL OF COMPUTER INFORMATION SYSTEMS*. <https://doi.org/10.1080/08874417.2022.2040066>
- [8] Ha, L. T. (2023). Digital Business and Economic Complexity. *JOURNAL OF COMPUTER INFORMATION SYSTEMS*. <https://doi.org/10.1080/08874417.2022.2040066>
- [9] HERDER. (2022). *Rolando García | Editorial Herder MX*. <https://herder.com.mx/es/autores-writers/rolando-garcia>
- [10] Hidalgo, C. A. (2021). Economic complexity theory and applications. *Nature Reviews Physics*, 3(2), 92-113. <https://doi.org/10.1038/s42254-020-00275-1>
- [11] Hidalgo, C. A. (2022). *The Policy Implications of Economic Complexity* (arXiv:2205.02164). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2205.02164>
- [12] Lapatinas, A. (2019). The effect of the Internet on economic sophistication: An empirical analysis. *Economics Letters*. <https://doi.org/10.1016/J.ECONLET.2018.10.013>
- [13] Nguyen, C. P., Nguyen, B., Duy Tung, B., & Dinh Su, T. (2021). Economic complexity and entrepreneurship density: A non-linear effect study. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121107. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121107>
- [14] Parcu, P. L., Innocenti, N., & Carrozza, C. (2022). Ubiquitous technologies and 5G development. Who is leading the race? *TELECOMMUNICATIONS POLICY*, 46(4, SI). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102277>
- [15] Rodriguez-Crespo, E., & Martinez-Zarzoso, I. (2019). The effect of ICT on trade: Does product complexity matter? *TELEMATICS AND INFORMATICS*, 41, 182-196. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.05.001>
- [16] Romer, P. (2018). *Paul Romer 1. BCC Speakers*. <https://grupobcc.com/mx/speakers/paul-romer/>
- [17] Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *JOURNAL OF POLITICAL ECONOMY*, 34.
- [18] Romer, P. M. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *The Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 3-22.
- [19] Romer, P. (1989). Human capital and growth: Theory and evidence. *NBER working paper series*, 3173, 51.
- [20] Siegenfeld, A. F., & Bar-Yam, Y. (2020). An Introduction to Complex Systems Science and Its Applications. *Complexity*, 2020, 1-16. <https://doi.org/10.1155/2020/6105872>
- [21] Thurner, S., Klimek, P., & Hanel, R. (2018). *Introduction to the Theory of Complex Systems* (Vol. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198821939.001.0001>
- [22] Yaméogo, N. D., Nabassaga, T., Abebe, A., & Ncube, M. (2014). Diversification and Sophistication as drivers of structural transformation for Africa: The Economic Complexity Index of African Countries. *Journal of African Development*. <https://doi.org/10.5325/jafrideve.16.2.0001>