

Sistemas de innovación inclusivos:

una aproximación a su comprensión
a través de la modelación basada
en agentes y casos de estudio

Walter Lugo Ruiz Castañeda
María Luisa Villalba Morales
Eliana María Villa Enciso



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad



El conocimiento
es de todos

Minciencias

Sistemas de innovación inclusivos:

una aproximación a su comprensión
a través de la modelación basada
en agentes y casos de estudio

Walter Lugo Ruiz Castañeda
María Luisa Villalba Morales
Eliana María Villa Enciso

Catalogación en la publicación – Universidad Católica de Oriente

Sistemas de innovación inclusivos: una aproximación a su comprensión a través de la modelación basada en agentes y casos de estudio / editor Walter Lugo Ruiz Castañeda, María Luisa Villalba Morales y Eliana María Villa Enciso -- Rionegro (Antioquia) : Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente, 2024

243 páginas: ilustraciones y fotografías, \$c21 cm.

ISBN 978-628-7521-82-7

eISBN 978-628-7521-81-0

Referencias bibliográficas al final de cada capítulo

1. Innovación 2. Aptitud creadora 3. Métodos de simulación i. Ruiz Castañeda, Walter Lugo (editor - autor) ii. Villalba Morales, María Luisa (editora - autora) iii. Villa Enciso, Eliana María (editora - autora) iv. Robledo Velásquez, Jorge (autor) v. Castro Restrepo, Dagoberto (autor) vi. Martínez Izquierdo, José Julián (autor) vii. Sánchez Gamba, Mariel Viviana (autora) viii. Montoya García, Cristina (autora) ix. Hormeches Tapia, Karen Cristina (autora) x. Universidad Católica de Oriente. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas xi. Colombia. Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) xii. Colombia. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) xiii. Colombia. Universidad Nacional (UNAL) xiv. Huerta El Herbolario

658.4063 23

Archivo descargable en formato MARC en: <https://tinyurl.com/uco0050>



© Universidad Católica de Oriente

ISBN (Digital) 978-628-7521-81-0

ISBN (Impreso) 978-628-7521-82-7

Primera edición: Marzo 2024

Editores

Walter Lugo Ruiz Castañeda
María Luisa Villalba Morales
Eliana María Villa Enciso

Revisión de textos

Natalia Maya
Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente

Diseño y diagramación

Angela María Pérez Loffsner
Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente

Editado por

Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente
Sector 3, Carrera 46 n.º 40B-50
054040 Rionegro (Antioquia)
fondo.editorial@uco.edu.co

Autores

Walter Lugo Ruiz Castañeda
María Luisa Villalba Morales
Eliana María Villa Enciso
Jorge Robledo Velásquez
Dagoberto Castro Restrepo
José Julián Martínez Izquierdo
Mariel Viviana Sánchez Gamba
Cristina Montoya García
Karen Hormeches Tapia



Se permite la reproducción del libro o de sus contenidos, siempre y cuando se dé el debido crédito a los autores, a la Universidad Católica de Oriente.



8	Declaración de obra original
9	Agradecimientos
10	Introducción
	Parte I. Aproximación teórica y metodológica para entender el rol de la innovación como mecanismo para la inclusión: sistemas de innovación inclusivos
25	CAPÍTULO 1
	Ciencia, tecnología e innovación ante la exclusión social
51	CAPÍTULO 2
	Sistemas de Innovación Inclusivos
73	CAPÍTULO 3
	Modelación y simulación como aproximación metodológica
	Parte II. Sistemas de innovación inclusivos. Casos empíricos
93	CAPÍTULO 4
	Modelo conceptual y computacional de los sistemas de innovación inclusivos para el análisis de su emergencia

119	CAPÍTULO 5 Emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Caso del sector agropecuario en Colombia
153	CAPÍTULO 6 La universidad latinoamericana y su aporte en un sistema de innovación inclusivo
	Parte III. Sistemas de innovación inclusivos: emergencia y evolución
181	CAPÍTULO 7 Un modelo conceptual para la articulación de la política de innovación transformativa con el marco de los sistemas de innovación
207	CAPÍTULO 8 Análisis de escenarios para comprender la emergencia de los sistemas de innovación inclusivos
229	CAPÍTULO 9 Análisis de escenarios para identificar el rol de la universidad en la innovación inclusiva



Resumen

Este libro recopila diferentes contribuciones teóricas y metodológicas construidas para aportar a la comprensión de la complejidad de los sistemas de innovación y cómo sus agentes (universidades, empresas, intermediarios, poblaciones excluidas, entre otros) pueden interactuar para crear mejores soluciones a los problemas sociales y ambientales actuales, basándose en la relación existente entre la ciencia, la tecnología, la innovación y la inclusión social. En este sentido, se presenta un marco teórico sobre ciencia, tecnología e innovación ante los problemas sociales y sobre los sistemas de innovación inclusivos como mecanismo para hacer frente a estas problemáticas; luego, se sustenta el uso de la Modelación y Simulación como aproximación metodológica para abordar el estudio de estos fenómenos complejos. Todo lo anterior es apoyado por diversos casos que respaldan— la construcción y validación del modelo que permite representar la participación de actores excluidos de los sistemas de innovación en la generación de innovaciones inclusivas que aportan a la solución de sus problemas y necesidades. El modelo se soporta en una perspectiva sistémica que reconoce las características y dinámicas de quienes participan en la generación de innovaciones, siendo uno de ellos poblaciones en condiciones de exclusión social. Este modelo contempla las dimensiones económica, social y ambiental del territorio y los posibles agentes que en él participan, las capacidades de innovación, las capacidades para la inclusión, y la presencia de conocimiento científico y tecnológico, así como también la presencia de conocimiento tradicional. La implementación del modelo fue posible gracias a la existencia de un espacio de enseñanza-aprendizaje a nivel piloto en el municipio de La Unión, Antioquia, específicamente en el sector agropecuario, el cual es clave en la economía de este municipio y que a su vez estuvo inmerso en las problemáticas de conflicto armado. Por último, se plasma el análisis de diversos escenarios que arrojan información relevante sobre las diferentes configuraciones de los sistemas de innovación para que estos sean inclusivos.

Palabras clave: Modelamiento y Simulación; Inclusión para la paz; Sector agropecuario; Espacios de enseñanza-aprendizaje; Sistemas de innovación inclusivos.

Declaración de obra original

Los autores de este libro declaramos lo siguiente:

Hemos leído la normatividad nacional relacionada al respeto de los derechos de autor, al igual que la normatividad de las universidades a las que estamos vinculados. Este libro representa nuestro trabajo original, excepto donde se han reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores, hemos realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

Hemos obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, como este libro es resultado del proyecto “Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial” – en adelante El Proyecto - el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia, algunos resultados han sido presentados en otros productos de conocimiento de los cuales somos coautores y también hacen parte integral de las tesis doctorales que se desarrollaron en el marco del proyecto. Esto lo hemos notificado en cada capítulo.

Walter Lugo Ruiz Castañeda¹

María Luisa Villalba Morales²

Eliana María Villa Enciso³

1 Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. wlruizca@unal.edu.co

2 Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas - Universidad Católica de Oriente. mvillalba@uco.edu.co. Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. mvillalbam@unal.edu.co

3 Departamento de Ciencias Administrativas - Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM. elianavilla@itm.edu.co



Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Min-Ciencias) de Colombia, a la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín (UNAL), al Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) y a la Universidad Católica de Oriente (UCO) por su apoyo y financiación del proyecto denominado: “Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial”, código: 111880864330, el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019. Los resultados del proyecto son presentados en este libro.

Finalmente, se agradece de manera especial a la Huerta El Herbolario, así como a todos y cada uno de los colaboradores de la intervención realizada durante el proyecto, quienes participaron de manera activa en el proceso para poder obtener los resultados finales del proyecto.

Introducción

La innovación se ha considerado como un medio para lograr diferentes tipos de fines organizacionales. Las empresas la necesitan para lograr ser más competitivas; los hacedores de políticas públicas se apoyan en ella para cumplir sus programas de gobierno; las organizaciones no gubernamentales y fundaciones la buscan para dar solución a problemas sociales y/o ambientales; y, en general, se puede decir que toda organización o persona la utiliza para conseguir sus objetivos. Joseph Schumpeter, al concebir la innovación como el proceso de destrucción creadora que es “el hecho esencial del capitalismo”, anticiparía todo esto (Schumpeter, 2006, pág. 83). En este sistema económico, uno de sus supuestos fundamentales es que el mercado es el mecanismo que permite la asignación de los recursos escasos de forma más eficiente, el cual fue metafóricamente explicado por Adam Smith (1776) como una mano invisible que tiene la capacidad de autorregularse y lograr el bienestar social máximo a través de la búsqueda de intereses individuales. Sin embargo, más de dos siglos después de la prevalencia de esta perspectiva, vivimos en un mundo con problemas de pobreza, hambre, salud, educación, desigualdad, contaminación, trabajo informal, sistemas sociotécnicos insostenibles, extinción de varias especies, cambio climático, entre otros; los cuales son evidencia de las fallas de este modelo y la necesidad de regularlo, llevando a que en el 2015 se adoptaran unas metas globales, llamadas Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con el fin de “erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos” (Naciones Unidas, s.f., pág. s.p). Sin embargo, se podría decir que la innovación se ha concentrado más en lograr fines particulares, especialmente económicos, y no tanto objetivos comunes, como los planteados en los ODS.

Ante este panorama, se encuentra que la perspectiva con la que se ha estudiado el fenómeno de la innovación (enfocado en el proceso o, mejor dicho, en el cómo, más que en su desenlace) se queda corta para abordar estos nuevos retos a los que se enfrenta la humanidad, por lo que se requieren nuevas aproximaciones sobre el asunto. Este trabajo se concentra principalmente en el problema de la inclusión, entendiendo que los países, llamados en desarrollo y específicamente los del sur global, poseen grandes problemas de desigualdad y economías con altas tasas de informalidad (Amarante & Arim, 2015); donde la perspectiva de los sistemas de innovación (nacionales, regionales, sectoriales y tecnológicos) conceptualizada en países desarrollados y que ha sido muy fructífera para entender la innovación como un proceso so-



cial donde una red de actores se complementan para generar, difundir y usar conocimiento y tecnología (Carlsson, Jacobsson, Holmén, & Rickne, 2002), parece quedarse corta al no tener en cuenta, o excluir, actores que abundan en estos otros contextos, los cuales es necesario incluir si se pretende atacar los problemas sociales ya mencionados y que son prioridad de los ODS. De lo anterior, surgen las preguntas de ¿cómo se deben concebir los sistemas de innovación para ser inclusivos? y ¿cómo se puede comprender su emergencia?

Para abordar estas preguntas, en este trabajo se parte de la perspectiva de los sistemas de innovación, su función y las capacidades que requieren los diferentes actores que los conforman para que se pueda cumplir dicha función, y cómo esta representación se queda corta al intentar incluir otros actores que se pueden considerar como vulnerables y excluidos de estos sistemas. Entonces, partiendo de trabajos previos como los de Ruiz (2016), Ruiz et al (2016), Quintero (2016), Quintero et al (2017), Quintero et al (2019), Villalba et al (2019), Hormecheas (2021) y Legarda et al (2022), donde se han construido modelos conceptuales que permiten representar sistemas de innovación su función y las capacidades de innovación requeridas para su funcionamiento. Se propone entonces una nueva función equivalente a la de generación, difusión y uso de conocimiento y tecnología, pero enfocada a la preservación y apropiación de conocimiento tradicional, la difusión de conocimiento tradicional y vinculación social, y al uso de conocimiento tradicional, las cuales pueden ser realizadas por actores que usualmente no han sido tenidos en cuenta en los sistemas de innovación convencionales. Ahora, las capacidades de innovación que se requieren para cumplir con los diferentes componentes de esta nueva función, y que permiten aportar al cumplimiento de la función convencional de los sistemas de innovación, son: 1) la capacidad de investigación y la capacidad de desarrollo experimental, las cuales permiten la generación de conocimiento y tecnología; 2) la capacidad de difusión y la capacidad de vinculación, las que facilitan la difusión de conocimiento y tecnológica gracias a sus actividades de transferencia, gestión tecnológica y relacionamiento de los diferentes actores del sistema; y 3) la capacidad de producción y la capacidad de mercadeo de innovaciones, que proporcionan la posibilidad de apropiar nuevos conocimientos y tecnologías en el proceso productivo o de prestación del servicio y la posibilidad de introducir al mercado innovaciones. Con respecto a las capacidades de innovación inclusiva que permiten el cumplimiento de la nueva función de los sistemas de innovación inclusivos, y siguiendo el paralelismo con la función convencional de los sistemas de innovación y sus capacidades, se proponen las siguientes: 1) la capacidad de preservación del conocimiento tradicional



y la capacidad de apropiación de conocimiento y tecnología para aportar conocimiento tradicional (empírico y/o ancestral) de la comunidad en las innovaciones donde participen y apropian conocimiento y tecnología a problemas en el contexto comunitario de excluidos sociales; 2) la capacidad de agencia y la capacidad de gestión de espacios de enseñanza-aprendizaje, encargadas de darle voz a los que no la tienen, con el fin de evidenciar las problemáticas de los excluidos y de propiciar espacios de cocreación necesarios para la participación, el aprendizaje e intercambio de conocimientos y tecnologías necesarias para la generación de innovaciones inclusivas; 3) La capacidad de producción y la capacidad de mercadeo basada en tecnologías apropiadas, que propician la implementación de procesos de producción y comercialización de innovaciones basadas en tecnologías apropiadas que impactan en problemáticas de las poblaciones excluidas.

Ahora, para comprender cómo se da la emergencia de un sistema de innovación inclusivo, este trabajo hace dos abordajes: uno real y otro virtual. La aproximación real se hace mediante la implementación de un espacio de enseñanza-aprendizaje en un contexto rural agrícola, donde personas de una comunidad rural a través de sus propios problemas, necesidades, oportunidades y proyectos productivos de auto sostenimiento y que cumplieran con la característica de ser excluidos de los sistemas de innovación convencionales, pudieron interactuar con conocimiento y tecnologías proporcionadas por universidades o empresas que comúnmente se han considerado como parte de los sistemas de innovación. En este espacio se hicieron explícitas estas necesidades y problemáticas de la comunidad excluida de los sistemas de innovación convencionales, se pusieron a disposición de ellos conocimientos y tecnologías por parte de las universidades y la empresa que se pensaba inicialmente que podían ser adecuadas para afrontar estos retos, se permitió la interacción de los diferentes actores y la cocreación de posibles soluciones (de estas últimas se jerarquizaron proyectos en los que los diferentes actores aportaron desde sus capacidades para poderlos ejecutar), y por último, se realizó un balance en cuanto a los resultados obtenidos para dar solución o satisfacer los problemas y necesidades de la comunidad, así como una comparación de las diferentes capacidades de todos los actores al inicio y al final de la intervención; todo esto para identificar si se habían o no generado innovaciones inclusivas gracias al relacionamiento producido en este sistema de prueba que permitía evaluar el modelo conceptualmente propuesto. Con respecto a la aproximación virtual, se reconoce al sistema de innovación inclusivo como un sistema complejo adaptable, tal como se había hecho anteriormente por los trabajos ya referenciados sobre los sistemas de innovación.



Incluso, por las nuevas características, actores y variables del sistema de innovación inclusivo, este presenta niveles de complejidad superiores al del sistema de innovación convencional; ante esta característica y reconociendo la simulación computacional como una herramienta que facilita abordar este tipo de complejidad, especialmente la modelación basada en agentes que permite una aproximación de abajo hacia arriba (bottom-up) del fenómeno en estudio, completamente evidente en el caso que se está estudiando, donde los problemas y las soluciones son específicas y particulares al estar relacionadas con las experiencias y capacidades de los individuos; se opta por la creación de un modelo basado en agentes que permita representar el caso real estudiado y validarlo a partir de los resultados reales obtenidos y, especialmente, en el comportamiento de acumulación y desacumulación de capacidades reflejada en los actores participantes del estudio.

Gracias a estos dos abordajes se pudo validar el modelo, permitiendo la realización de experimentos a través de diferentes escenarios que dan elementos de análisis para comprender la emergencia de los sistemas de innovación inclusiva y también la posibilidad de analizar el impacto que puede tener un agente, en este caso la universidad, en el desempeño inclusivo del sistema de innovación. Con respecto a comprender la emergencia de estos sistemas, se construyeron 6 escenarios enfocados en identificar la influencia que podría tener la direccionalidad económica, social y ambiental de los agentes que conforman el sistema, así como los efectos de los diferentes niveles de las capacidades de innovación inclusivas y su aporte a los diferentes componentes de la función inclusiva del sistema de innovación. En cuanto al rol de la universidad en el desempeño de los sistemas de innovación inclusiva se exploraron 11 escenarios, estos relacionan el contexto en el que está inmersa la universidad (capacidades de inclusión de los actores del sistema) con las misiones a las que la universidad hace especial énfasis (formación, investigación, extensión, sostenibilidad), y que le ha permitido acumular cierto tipo de capacidades.

Los hallazgos principales del trabajo muestran que, con respecto a la emergencia de los sistemas de innovación inclusivos, la orientación netamente económica de los sistemas de innovación convencionales aumentan la exclusión social; los agentes que tengan capacidades de agencia o capacidad de generar espacios de aprendizaje cumplen un rol de intermediarios inclusivos, permitiendo la vinculación social, la generación de confianza y la acumulación de capacidades, y para mejores resultados en cuanto desempeño innovador, tanto convencional como inclusivo, es fundamental que en el sistema existan todas las capacidades requeridas para cumplir con las funciones,



tanto del sistema de innovación convencional como el inclusivo y que haya un adecuado relacionamiento que permita la complementariedad entre ellas, por lo que la confianza que de paso a la interacción y la acumulación de capacidades es un aspecto de fundamental importancia para la política pública de ciencia, tecnología e innovación. En cuanto al impacto de la universidad en estos sistemas de innovación inclusiva, se identifica que las universidades con capacidades de innovación inclusiva mejoran en términos generales la inclusión social de los sistemas en que están inmersos, en especial, las universidades extensionistas muestran mejores resultados en la mayoría de variables analizadas. Otro resultado relevante es la direccionalidad, el desempeño del sistema de innovación inclusiva se ve negativamente afectado cuando los agentes que lo conforman no tienen una direccionalidad social, casi sin importar el tipo de universidad que haga parte de él. Un hallazgo interesante es que no se encuentra el escenario ideal, ya que no se obtiene el escenario con los mejores resultados para todas las variables, por eso, desde el punto de vista de la política pública, con respecto a la inclusión, se debe determinar cuál es el aspecto más importante y los recursos disponibles, para de ese modo apoyar a x o y tipo de universidad y lograr la posible acumulación de qué capacidades específicas se requieren (Villa-Enciso, 2023).

Este libro está dividido en diferentes partes y capítulos, en la parte I se aborda una aproximación teórica y metodológica para entender el rol de la innovación como mecanismo para la inclusión, el cual se denomina aquí como sistema de innovación inclusivo; esta parte está compuesta por los siguientes capítulos: Capítulo 1: Ciencia, tecnología e innovación ante los problemas sociales, acá se aborda la conexión o desconexión frente a estos asuntos y la necesidad de profundizar esta relación; Capítulo 2: Sistemas de innovación inclusivos, ante la importancia evidenciada en el capítulo anterior, se propone este marco como un abordaje que permite tener una línea base para afrontar y estudiar este reto; Capítulo 3: Modelación y simulación como aproximación metodológica que dé paso a estudiar y comprender el fenómeno de la innovación inclusiva a partir del marco de los sistemas de innovación convencionales.

En la Parte II, se encuentran casos empíricos de sistemas de innovación inclusivos que permiten explorar la utilidad del marco propuesto para su estudio, esta parte se compone por tres capítulos: Capítulo 4: caso El Herbolario, se presenta el espacio de enseñanza-aprendizaje construido en el Municipio de La Unión, Colombia, donde se contó con la participación fundamental de la empresa El Herbolario, quien actuó como intermediario inclusivo gracias a sus capacidades de agencia y de gestión de espacios de aprendizaje; Capítulo 5: caso Universidades, donde se explora la importancia de este actor tradicio-



nal de los sistemas de innovación como un actor fundamental en la inclusión social y en la conformación de sistemas de innovación inclusiva; Capítulo 6: caso Innovación transformativa, se explora esta perspectiva y sus posibilidades para cambiar regímenes sociotécnicos excluyentes e insostenibles por otros que si lo sean a partir de la difusión de nichos sostenibles, dando unos insumos importantes que pueden ser tenidos en cuenta para multiplicar y hacer expandir experimentos como el realizado en este trabajo.

En cuanto a la Parte III, Sistemas de innovación inclusivos: emergencia y evolución, se puede identificar cómo la simulación computacional aporta a la comprensión de estos, específicamente el modelo basado en agentes construido para representar este tipo de sistemas. Esta parte está constituida por dos capítulos: Capítulo 7: Emergencia de los sistemas de innovación inclusivos, donde se exploran seis escenarios para comprender el efecto de los diferentes tipos de agentes y capacidades en diferentes variables agregadas del desempeño del sistema de innovación inclusivo, permitiendo comprender en qué condiciones es más probable que se forme un sistema de este tipo; Capítulo 8: Rol de la universidad en la innovación inclusiva, gracias a 11 escenarios que exploran diferentes contextos y misiones de la universidad, se pueden comprender los diferentes impactos que puede tener esta y la importancia del contexto en el que se esté interactuando para lograr que se dé la innovación inclusiva.

Finalmente se presentan unas conclusiones y recomendaciones que compendian los aprendizajes generados en el presente trabajo y que se convierten en punto de partida para dar orientaciones de política pública de ciencia, tecnología e innovación que propenda por la inclusión social, y para nuevos trabajos, tanto desde el punto de vista de conocimiento fundamental como aplicado.

Walter Lugo Ruiz Castañeda, María Luisa Villalba Morales, Eliana María Villa Enciso.

Referencias

Alzugaray, S., Mederos, L. & Sutz, J. (2013). Investigación e innovación para la inclusión social: la trama de la teoría y de la política. ISEGORÍA. *Revista de Filosofía Moral y Política*(48), 25-49. doi:10.3989/isegoria.2013.048.02

Amarante, V., & Arim, R. (Eds.). (2015). *Desigualdad e Informalidad. Un análisis de cinco experiencias latinoamericanas*. Santiago de Chile: CEPAL.

Arocena, R. & Sutz, J. (2000b). Interactive Learning Spaces and Development Policies in Latin America. *DRUID Working Paper*.

Aron, E., Rodríguez, I., Arza, V., Herrera, F. & Sánchez, M. (2011). Innovación, Sustentabilidad, Desarrollo e Inclusión Social: Lecciones desde América Latina. Brighton: STEPS Centre: STEPS Working Paper 48.

Bergman, B., & McMullen, J. S. (2020). *Entrepreneurs in the making: Six decisions for fostering entrepreneurship through maker spaces*. Business Horizons, in press.

Bianchi, C., Bianco, M., Ardanche, M. & Schenck, M. (2015). Inclusive Innovation and Policy Mismatch in Health Care. In D. a. Innovation Systems, Cassiolato y Soares (pp. 297- 220). Rio de Janeiro: E Papers.

Borshchev, A. & Filippov, A. (2004). From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Model: Reasons, Techniques, Tools. *The 22nd International System Dynamics Conference*. Oxford.

Botha, L., Grobbelaar, S. & Bam, W. (2016). Towards a framework to guide the evaluation of inclusive innovation systems. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(3SpecialIssue), 64-78.

Bryden, J., Gezelius, S., Refsgaard, K., & Sutz, J. (2017). Inclusive innovation in the bioeconomy: Concepts and directions for research. *Innovation and Development*, 7(1), 1-16.

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M. & Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31(2), 233-245.

Casas, R. (2015). Retos analíticos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación para enfrentar la pobreza en América Latina. En R. Casas, & A. Mercado, *Mirada iberoamericana a las políticas de ciencia, tecnología e*



innovación: perspectivas comparadas (pp. 259-296). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO ; Madrid : CYTED.

Chataway, J., Hanlin, R. & Kaplinsky, R. (2014). Inclusive Innovation: An architecture for Policy Development. *Innovation and Development*, 4(1), 35-54.

Davis, J. & Bingham, C. (2007). Developing theory through simulation. *Academy of Management Review*, 32(2), 480-499.

Dongsheng, Y. & Yongan, Z. (2018). Innovation Based on Multi-Agent Method. *International Conference on Computer Science and Software Engineering*, (pp. 528-531).

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147-162.

Dutrénit, G. & Sutz, J. (2014). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. La experiencia latinoamericana*. México: Edward Elgar Publishing AG.

Foster. (2013). *Micro-Enterprises and Inclusive Innovation: A Study of The Kenyan Mobile Phone Sector*. Manchester: University of Manchester.

Foster, C. & Heeks, R. (2013). Conceptualising inclusive innovation: modifying systems of innovation frameworks to understand diffusion of new technology to lowincome consumers. *European Journal of Development Research*, 25(3), 333-355.

García, R. & Jager, W. (2011). From the Special Issue Editors: Agent-Based Modeling of Innovation Diffusion. *Product Development & Management Association*, 28, 148-151.

George, G., McGahan, A. & Prabhu, J. (2012). Innovation for inclusive growth: towards a theoretical framework and a research agenda. *Journal of Management Studies*, 49 (4): 661-683. doi:10.1111/j.1467-6486.2012.01048.x

George, G., McGahan, A. & Prabhu, J. (2012). Innovation for Inclusive growth: towards a theoretical framework and research agenda. *Journal of Management Studies*, 49(4), 661-683.

Gilbert, N., Pyka, A. & Ahrweiler, P. (2001). Innovation Networks - A Simulation Approach. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4(3).

Gras, N., Dutrénit, G., & Vera-Cruz, M. (2017). Innovaciones inclusivas: un modelo basado en agentes. En J. C. Gómez, *El proceso de modelado en economía y ciencias de la gestión* (pp. 57-100). México: Maporrúa.

Heeks, R., Amalia, M., Kintu, R. & Shah, N. (2013). Inclusive Innovation: definition, conceptualisation and future research priorities. *Manchester Centre for Development Informatics*(53), 1-26.

Heiskanen, E., Hyysalo, S., Tanja, K. & Repo, P. (2010). Constructing innovative users and user-inclusive innovation communities. *Technology Analysis and Strategic Management*, 22(4), 495-511.

Hormecheas, K. (2021). *Representación de efectos de políticas de innovación transformativa en el desempeño sostenible de los sistemas de innovación*. Medellín: Tesis de maestría de la Universidad Nacional de Colombia.

Hülsmann, M., Tilebein, M., Cordes, P. & Stolarski, V. (2011). Cognitive diversity of top management teams as a competence-based driver of innovation capability: How to decode its contribution comprehensively. En M. P. Hülsmann, *Strategies and Communications for Innovations: An Integrative Management View for Companies and Networks* (pp. 37-50).

Legarda, M., Villalba, M. L. & Ruiz, W. (2022). Understanding inclusive innovation in informal economy, a conceptual model. *2022 IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association For Management of Technology (IA-MOT) Joint Conference* (pp. 1-9). Nancy: IEEE. doi:10.1109/ICE/ITMC-IA-MOT55089.2022.10033205

Liu, J., Baskaran, A. & Li, S. (2009). Building technological-innovation-based strategic capabilities at firm level in China: a dynamic resource-based-view case study. *Industry and Innovation*, 16 (4-5), 411-434.

Losif, A.-E. & Tachiciu, L. (2016). Assessment of the service innovation system in the region of Bucharest-Ilfov. *Amfiteatru Economic*, 18(41), 8-24.

Jianhua, L., Wenrong, L. & Xiaolong, X. (2008). Research on Agent-based Simulation Method for Innovation System. International Conference on Information Management, *Innovation Management and Industrial Engineering*, (pp. 431-434). doi:DOI 10.1109/ICIM.2008.179

Macal, C. M. (2010). To Agent-Based Simulation from System Dynamics. *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*. B. Johansson, S. Jain, J. Montoya-Torres, J. Hagan, and E. Yücesan, eds., (pp. 371 - 382).



Naciones Unidas. (2015, Octubre 25). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. *Asamblea General*. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>

Naciones Unidas. (n.d.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado Abril 12, 2023, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

OCDE. (2013). *Innovation and Inclusive Development. Conference Discussion Report*. Cape Town, South Africa.

OCDE. (2017). *Inclusive Innovation Policy Toolkit*. Recuperado Septiembre 06, 2017, de <https://innovationpolicyplatform.org/content/inclusive-innovation-policy-toolkit>

OCDE. (2017b). *Making Innovation Benefit All: Policies for Inclusive Growth*. Recuperado de <https://innovationpolicyplatform.org/content/making-innovation-benefit-all-policies-inclusive-growth>

O'Donovan, C. & Smith, A. (2020). Technology and Human Capabilities in UK Makerspaces. *Journal of Human Development and Capabilities*, 21(1), 63-83. doi:10.1080/19452829.2019.1704706

Quintero, S. (2016). *Aprendizaje en los sistemas regionales de innovación: Un modelo basado en agentes*. Medellín: Tesis doctoral de la Universidad Nacional de Colombia.

Quintero, S., Ruiz, W. & Robledo, J. (2017). *Learning in the regional innovation systems: An agent based model*. *Cuadernos de Administración*, 33(57), 7-20.

Quintero, S., Ruiz, W., Giraldo, D., Vélez, L., Marín, B., Cubillos, S. & Cárdenas, A. (2019). *Modelo de transferencia de tecnología para las cadenas productivas agropecuarias: Análisis comparativo de las cadenas del café y el aguacate en Antioquia*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.

Rahmandad, H. & Sterman, J. (2008). Heterogeneity and Network Structure in the Dynamics of Diffusion: Comparing Agent-Based and Differential Equation Models. *Management Science*, 54(5), 998-1014.

Robledo, J. (2013). *Introducción a la Gestión de la Tecnología y la Innovación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Rui, J. (2013). Institution level, policy option and inclusive innovation in China. *6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, (pp. 148-153).

Ruiz, W. (2016). *Análisis del impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación: Una propuesta desde el modelado basado en agentes*. Medellín: Tesis de Doctorado de la Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56636>

Ruiz, W., Quintero, S. & Robledo, J. (2016). Impacto de los Intermediarios en los Sistemas de Innovación. *J. Technol. Manag. Innov*, 11(2), 130-138.

Ruiz, W., Quintero, S. & Robledo, J. (2016). Impacto de los Intermediarios en los Sistemas de Innovación. *Journal of Technology Management & Innovation*, 11(2), 130-138.

Sampedro, J. & Díaz, P. (2016). Innovación para el desarrollo inclusivo: Una propuesta para su análisis. *Economía Informa*(396), 34- 48.

Schumpeter, J. (2006). *Capitalism, Socialism and Democracy*. London and New York: Routledge.

Smith, A. (1776). *The Wealth of Nations*. London: W. Strahan and T. Cadell.

Smith, A., Fressoli, M. & Thomas, H. (2014). Grassroots innovation movements: Challenges and contributions. *Journal of Cleaner Production*, 63, 114–124. doi://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.025

Smith, A., Fressoli, M., Abrol, D., Arond, E. & Ely, A. (2017). *Grassroots Innovation Movements*. London and New York: Routledge.

Sutz, J. (2010). Ciencia, Tecnología, Innovación e Inclusión Social: una agenda urgente para universidades y políticas. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 1, 3 - 49.

Sutz, J. & Tomasini, C. (2013). *Knowledge, innovation, social inclusion and their elusive articulation: when isolated policies are not enough*.

Uribe, J., Quintero, S. & Giraldo, D. (2016). Modelo de simulación y análisis de redes en los sistemas regionales de innovación. *Cuaderno Activa*, 8, 131-141.

Uriona, M. & Grobbelaar, S. (2016). System Dynamics Models in the Innovation Systems domain: A review. *International Schumpeter Society Conference*. Montreal.

Van Der Merwe, E. & Grobbelaar, S. (2016). Evaluating Inclusive Innovative Performance: The case of the e-Health System of Western Cape Region, South Africa. *PICMET'16: Technology Management for Social Innovation*.



Villalba, M., Ruiz, W. & Robledo, J. (2019). Towards inclusive innovation systems: The role of the excluded groups. *Managing Technology for Inclusive and Sustainable Growth - 28th International Conference for the International Association of Management of Technology* (pp. 996-1007). Mombay: IAMOT.

Villa, E., Hornecheas, K. & Robledo, J. (2017). De la innovación competitiva a la innovación inclusiva: el rol de la universidad latinoamericana. *XVII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica. Gestión de la Innovación para la competitividad*. Ciudad de México.

Villa, E., Ruiz-Castañeda, W., & Robledo Velásquez, J. (2023). Agent-Based Model to Analyze the Role of the University in Reducing Social Exclusion. *Sustainability (Switzerland)*, 15(16). <https://doi.org/10.3390/su151612666>

Zhang, Z. & Wu, X. (2016). The inclusiveness of internet-based agri-business innovation system: A case study on Alibaba. *PICMET 2016 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management For Social Innovation, Proceedings*, (pp. 1098 -1105).



Parte I.

**Aproximación teórica
y metodológica para
entender el rol de
la innovación como
mecanismo para la
inclusión: Sistemas de
innovación inclusivos**



CAPITULO 1*

Ciencia, tecnología e innovación ante la exclusión social

María Luisa Villalba Morales

Grupo de investigación FACEA - Universidad Católica de Oriente
Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
mlvillalbam@unal.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
wlruizca@unal.edu.co

Eliana María Villa Enciso

Departamento de Ciencias Administrativas – Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM
elianavilla@itm.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
jrobledov@unal.edu.co

Dagoberto Castro Restrepo

Unidad de Biotecnología Vegetal - Universidad Católica de Oriente
dcastro@uco.edu.co

Las naciones del mundo se comprometieron en el año 2000 a lograr objetivos específicos que propendieran por mejorar las condiciones de la humanidad.

* Este capítulo es parte integral del proyecto denominado "Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial", el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. También es parte integral de las tesis doctorales derivadas del proyecto mencionado, denominadas: a) María Luisa Villalba Morales con C.C. 63.548.366: La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes y; b) Eliana María Villa Enciso con C.C. 43.984.341: El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional.



En ese entonces se firmó la Declaración del Milenio, suscribiendo el compromiso de alcanzar ocho objetivos puntuales, los Ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), para el año 2015 (OMS, 2010, párr.2):

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2. Lograr la enseñanza primaria universal.
3. Promover la igualdad entre los sexos y la autonomía de la mujer.
4. Reducir la mortalidad infantil.
5. Mejorar la salud materna.
6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades.
7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.
8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

En el año 2015, después del monitoreo del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, se crea una nueva Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y se postulan los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incorporándose a la Agenda la lucha por la disminución del cambio climático en el marco de una nueva agenda más global e incluyente (United Nations, 2017). Sin embargo, es necesario reconocer que lograr los ODS en 15 años representa un reto que debe generar articulación y alineación, direccionalidad e intencionalidad en todas las esferas de la humanidad. En la figura 1 se presentan los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030, propuestos por la Organización de Naciones Unidas.



Figura 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible.
Fuente: Tomado de Hoschschild et al. (2015, p.47)



A partir de este contexto mundial, la emergencia de un cambio de paradigma en términos de ciencia, tecnología e innovación (CTI) es evidente. Para dar respuesta a esta necesidad imperante se propone que la CTI aporte a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como a la generación de políticas públicas en el nivel mundial, que permitan articular las iniciativas, los actores y la infraestructura de CTI para consolidar esos procesos, críticos para la conservación de la vida y de la especie humana. Desde aquí parte la concepción de la necesidad de generar un cambio estructural integrando tanto a la sociedad como a la sostenibilidad ambiental en, a lo que por tradición, se compromete la innovación: competitividad, desarrollo económico y apuntalamiento del sector industrial (SPRU, et al, 2016).

Ante estas necesidades imperantes en el ámbito mundial, se enuncia la de cambiar la concepción de la innovación en los términos mencionados, puesto que, bajo el enfoque convencional, la innovación es parte de las causas y no de la solución de los problemas que enfrenta la humanidad. En gran parte, esto sucede porque la política de innovación estimula actividades industriales, el crecimiento económico y el consumo, lo cual ha sido parte de la generación de problemas ambientales, tensiones sociales, inequidad, aumento de la brecha social, entre otros.

Particularmente en la región latinoamericana, que muestra índices positivos de crecimiento económico, pero con altas tasas de desigualdad social, inequidad, pobreza y desequilibrios ambientales, se evidencia que el crecimiento económico es un fin por sí mismo y no un medio y que, además, no necesariamente ha llevado al desarrollo y al bienestar de las naciones (UNCTAD, 2014). Lo mencionado indica que un modelo alternativo para la innovación debe ir más allá de la maximización de beneficios económicos generados a través de actividades de I+D. Lo anterior podría estar haciendo referencia a que se requiere nueva direccionalidad e intencionalidad de la innovación.

La exclusión en los sistemas de innovación

Aunque cada problemática social (pobreza, desigualdad, exclusión, etc.) cuenta con una construcción teórica relevante desde las ciencias sociales, en las cuales se identifican diferentes definiciones, alcances y dimensiones; específicamente, este trabajo se centra en la exclusión social; principalmente, porque la presencia de esta puede ser causa de otros problemas como la desigualdad (Arocena, Görasson, & Sutz, 2018) y pobreza que, finalmente, terminan impactando duramente la calidad de vida de una parte de la población (Sen, 2000). La conceptualización de exclusión social parte de los



postulados de Sen (2000), donde es concebida como las desventajas que ciertos grupos de personas tienen por ser excluidos de las relaciones sociales y oportunidades que otros gozan.

En el contexto de los sistemas de innovación, la exclusión está relacionada con el conocimiento, de tal forma que las políticas de innovación imperantes (orientadas al mercado) no consideran a las poblaciones en condiciones de exclusión o refuerzan estas condiciones (Arocena & Sutz, 2021). Los diferentes agentes del sistema se desenvuelven en un entorno competitivo, el cual influye en la determinación de sus intereses, puesto que, siguiendo un objetivo común, todos aportan a la generación, difusión y uso de conocimiento para mantenerse en el mercado bajo una dinámica capitalista.

La evidencia empírica revela innumerables casos sobre exclusión social relacionados con la generación, difusión y uso del conocimiento. Esta exclusión es resultado de algunas características de las innovaciones, tales como el alto costo, la posibilidad de acceso, el diseño, el proceso de desarrollo, los insumos, entre otros; como también se debe a algunas características de las poblaciones, tales como ubicación, nivel educativo, relacionamiento, entre otros. Algunos ejemplos específicos donde se presenta la exclusión, son: el costo de dispositivos médicos, el acceso a medicamentos básicos (Alzugaray, Mederos, & Sutz, 2012), el costo de servicios financieros (Foster & Heeks, 2013), el acceso a los mercados o servicios de salud (Van der Hilst, 2012; Zhang & Wu, 2016), la participación en diseño o desarrollo de la innovación (Foster & Heeks, 2013; Gupta, 2007, 2012; Heeks, et al, 2013).

Para contrarrestar esta problemática, la inclusión puede darse desde los sistemas de innovación, es decir, lograr sistemas de innovación inclusivos, los cuales se enfocan en la interacción de agentes que generan, difunden y usan conocimiento y tecnologías para dar solución a necesidades básicas, donde los excluidos dejen de ser vistos como pacientes del proceso y son vistos como agentes activos del sistema (Alzugaray, Mederos, & Sutz, 2013). Si la inclusión social está en juego, pueden convertirse en pilar de un sistema de innovación inclusivo, un sistema orientado hacia la inclusión social (Arocena & Sutz, 2021).

Hacia un nuevo paradigma de la innovación

Existen diversos conceptos que pretenden definir la naturaleza de las actividades de innovación: regímenes tecnológicos, paradigmas, trayectorias,



rasgos sobresalientes, indicadores, proyectos dominantes, entre otros (Dosi & Cimoli, 1994). En cuanto a los paradigmas, a lo largo de los años han evolucionado y traído consigo nuevas formas de concebir la innovación. En primera instancia, Schumpeter propuso una distinción entre la innovación, vista como la introducción comercial de un nuevo producto o una ‘nueva combinación’ y la invención, restringida al dominio de la ciencia y la tecnología (Schumpeter, 1934; J. Schumpeter & Backhaus, 2006). Surge entonces la innovación ligada al paradigma economicista que ha imperado en las políticas y en los estudios de innovación desde los años ochenta. Dicho paradigma está basado en dos principios: a) crear valor consiste en crear valor económico y b) los agentes que desempeñan esa función son las empresas. Schumpeter pone la innovación como el principal motor del desarrollo capitalista y la más importante fuente de ganancias empresariales (Freeman & Soete, 1997). Se resalta el papel del libre mercado y el ánimo de lucro en este paradigma. Este paradigma dominante, de origen Schumpeteriano, concebía a la sociedad como un ámbito donde las innovaciones se difundían, pero en ningún caso como un agente potencialmente innovador (Ezponda & Malillos, 2011).

Por otra parte, Porter (2008, 1991) propone un nuevo paradigma de competitividad basado en el proceso de innovación dinámica de las empresas y las industrias, a través del cual las interrelaciones entre empresas, instituciones y mercados propician el desarrollo competitivo de las regiones (Platero, 2015). Luego Pérez, (2001, 2004, 2010), planteó la noción de paradigmas tecno-económicos para definir de manera sintética los sistemas de producción, innovación y gobierno de las relaciones sociales en escala macro. Identificando que las fases generales de desarrollo industrial son relativamente isomórficas respecto de la noción de “regímenes de regulación socioeconómica”, propuestas sobre todo en la literatura de los macroinstitucionalistas franceses (Dosi & Cimoli, 1994). Un paradigma tecno-económico es, entonces, el resultado de un complejo proceso de aprendizaje colectivo articulado en un modelo mental dinámico de prácticas óptimas económicas, tecnológicas y organizativas para el período durante el cual una revolución tecnológica específica es adoptada y asimilada por el sistema económico y social (Pérez, 2010). El paradigma tecno-económico está conformado por las nuevas tecnologías de aplicación general (como la producción en masa antes y la informática y telecomunicaciones ahora), las nuevas formas organizativas y los nuevos modelos de negocio y de relación entre empresas (Pérez, 2004). Es decir que se pasa de una visión de empresa rígida a una concebida más flexible.

Sin embargo, con un enfoque diferente a los países de la OCDE, a principios del nuevo milenio, desde Quebec (Canadá) se comienza a gestar un movimiento que pretende aportar desde las ciencias humanas y sociales a una agenda para la innovación. Estos trabajos se basaron en el estudio realizado por Taylor (1970) y apuntaron a ser la primera respuesta a la emergencia de un cambio paradigmático en cuanto a la innovación como medio y no como fin; medio para el desarrollo y el bienestar social, además realizada no solo desde las empresas y para las empresas, sino desde cualquier ámbito, incluida la comunidad. Comienzan entonces los primeros movimientos de “innovación social” (Echevarría, 2008; Echeverría & Merino, 2011).

Estos primeros cambios fueron apoyados por otros países europeos (European Commission & Policy, 2013), entre ellos Gran Bretaña, y a pesar de que se comenzó con intentos muy tímidos de incorporarlos en las Agendas de política pública, a finales de la década pasada se vieron los resultados cuando se incorporan políticas de innovación social en Canadá (Wilson, 1977) y en Estados Unidos, bajo el mandato del presidente Obama, con la creación en 2009 de la Oficina para la Innovación Social y la participación Cívica, la cual contó con un presupuesto de aproximadamente 50 millones de dólares anuales hasta 2015; adicionalmente, existe evidencia de iniciativas similares en Australia y Nueva Zelanda (Christensen, 2009; OSICP, 2015).

Cambio de paradigma de los países en desarrollo

Aunado a lo anterior, se comienza a mencionar el término de innovación para la sostenibilidad o “innovación sostenible”, que concuerda con el cambio de mentalidad de la era post-moderna, en la cual los esfuerzos científicos, económicos y políticos deben dirigirse a solucionar los problemas estructurales, no solo de la economía, sino de la humanidad (Boons & Lüdeke-Freund, 2013). Esta nueva corriente de pensamiento comienza a generarse en países en desarrollo, en los cuales, a pesar de los inmensos esfuerzos por generar crecimiento económico, se manifiestan brechas profundas en la repartición de la riqueza y en el logro del bienestar humano (Gupta, 2001; Prahalad, 2005; Prahalad & Hamel, 1994; Prahalad & Ramaswamy, 2004).

Los países en desarrollo, especialmente los del sur, han comenzado a hacerse eco de estas paradojas que se presentan en los paradigmas economicistas, tecno-científicos, del conocimiento y de la competitividad, donde se evidencian distribuciones desiguales de la riqueza obtenida por la generación de



innovación tecnológica, y que a su vez han causado detrimento en la asignación de recursos, así como daños ambientales que amenazan con acabar el mundo como se ha conocido hasta ahora (Arza & Fressoli, 2015; Fressoli, et al., 2014a; Fressoli, 2015; Pansera & Fressoli, 2021; Smith et al., 2014a).

Sumado a lo anterior, Smith, et al (2016) y Thomas & Fressoli (2011), destacan que el diseño de modelos de innovación para la inclusión y el desarrollo implica que existen otras maneras de formalizar, abstraer y definir variables o principios frente a la innovación convencional; es decir que este tipo de innovación implica que es mejor hablar de espacios plurales para encuentros de base y desde allí generar los compromisos en innovación, y que estos no trascenderán hasta lograr la inclusión de los marginados (Fressoli, et al., 2014). Lo anterior incluye también el reconocimiento de la innovación de base, aquella realizada por y para la parte inferior de la pirámide (Prahalad 2005; Fressoli et al., 2014) y los modelos de innovación frugal (Fressoli et al., 2014).

Pero una dificultad que se presenta es que, desde los organismos de política pública, solo se generan propuestas con el fin de crear prototipos y/o innovaciones que puedan ser comercializadas. Los mismos autores sugieren que, en lugar de aportar en la generación de “objetos aparentemente innovadores”, las políticas deberían estar enfocadas en la generación de procesos diferentes. Desde hace algunas décadas se viene gestando en diferentes lugares del mundo, organizaciones y movimientos en los que se desarrollan innovaciones de base o grassroot innovation (Smith, et al., 2016b), a través de procesos diferentes de innovación en instituciones públicas, universidades, y centros de I+D, así como desde los departamentos de innovación de las empresas que tradicionalmente han hecho red con instituciones de investigación formalmente organizadas (Smith et al., 2016b).

El enfoque Latinoamericano: hacia la innovación que incluye

La innovación de base para la sostenibilidad, se compone de redes de activistas y organizaciones que generan nuevas soluciones de abajo hacia arriba para el desarrollo; es decir, soluciones que respondan a la situación local, los intereses y valores de la comunidad involucrada (Smith, et al, 2016). Esta definición al parecer podría ser antagónica con la innovación que se conoce actualmente; sin embargo, las innovaciones de base se constituyen en una visión ampliamente similar, compuesta por un conjunto de principios sobre la inclusión y el control local en los procesos de desarrollo tecnológico y de la organización social innovadora (Smith, Fressoli, & Thomas, 2014). En la práctica también

puede implicar acciones con y por personas trabajando en instituciones más convencionales de ciencia, tecnología e innovación (Smith, et al., 2016b).

La innovación inclusiva está estrechamente relacionada con la innovación de base, la cual puede a su vez considerarse una representación de las dinámicas que se generan con la innovación inclusiva. Para Smith et al. (2014) es una coalescencia de ideas para la innovación inclusiva, como una herramienta para el desarrollo social, porque la innovación de base implica actores locales y, por tanto, diferentes formas de conocimiento en las cuales se incluyen, por ejemplo, el conocimiento indígena o el del público involucrado en el proceso de innovación, que permiten que se puedan identificar aspectos que no suelen ser considerados por la ciencia, la tecnología y las instituciones de innovación, con la consiguiente consecución de soluciones diferentes (Smith, Fressoli, et al., 2016b).

La relación entre innovación inclusiva, innovación social y los movimientos de innovación de base, pueden representar una gran oportunidad para Latinoamérica, puesto que se pueden empezar a conocer y a materializar las dinámicas de innovación desde la perspectiva de lo local, de los conocimientos tradicionales y ancestrales y de las experiencias desarrolladas en cada uno de los países, teniendo en cuenta que las realidades que se viven en cada rincón de la región son diferentes y reconociendo que es importante fortalecer soluciones a los problemas que se viven, incluyendo en estas soluciones innovadoras los conocimientos desarrollados por/para los directamente afectados (Fressoli, et al., 2014a; Fressoli, Dias, & Thomas, 2014; Hoffecker, 2021; Smith, Arond, Fressoli, Thomas, & Abrol, 2012; Smith et al., 2016a).

De hecho, se podrían relacionar los esfuerzos que se están gestando desde los países latinoamericanos en torno a la innovación inclusiva, alineados con el denominado “pensamiento económico latinoamericano” que introdujo el término “desarrollo” como uno de los términos más utilizados desde la segunda mitad del siglo XX (Bárcena & Torres, 2019; Caria et al., 2018). Su aparición y su rápida instalación en el escenario se articuló con la creación de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), introduciéndose, a su vez, las teorías de la dependencia, que sostienen que el capitalismo no funciona de la misma manera en áreas diferentes del mundo y que existen mecanismos comerciales por medio de los cuales los países periféricos son explotados por los países centrales (CEPAL, 2020a, 2020b). También se introdujo la idea de que las sociedades latinoamericanas, más allá de su política económica contingente, estaban estructuralmente en desventaja para lograr el desarrollo y, por lo tanto, implícitamente planteaban la necesidad de cambios profundos (Valdés, 2003; García, 2008).



Rol de los excluidos en el sistema de innovación

De acuerdo con Villalba et al. (2019), un sistema de innovación inclusivo requiere de cambios estructurales con relación al sistema de innovación convencional. Estos cambios se asocian a la identificación de nuevos agentes, por ejemplo, los excluidos (Sampedro & Díaz, 2016) y los intermediarios sociales, entre otros, así como al tipo y direccionamiento del conocimiento generado que impacta directamente en la función del sistema. Con base en ello, se identifica que el cambio de mayor relevancia e imperativo para que un sistema de innovación sea inclusivo, es que se vinculen dentro de las dinámicas de innovación a los agentes excluidos.

En este sentido, para que esto se dé, es necesario que los excluidos dejen de ser vistos únicamente como receptores lejanos de soluciones desarrolladas sin su participación y sean integrados como agentes activos a través del aporte de sus capacidades para el cumplimiento de la función del sistema de innovación inclusivo (Alzugaray et al., 2012). Además, es necesario realizar una serie de adaptaciones que contemplen las nuevas características (Van Der Merwe & Grobbelaar, 2016), mismas que traerán consigo nuevas dinámicas soportadas en la presencia de otro tipo de conocimiento, y por ello, también novedades en los componentes de la función del sistema.

Los agentes excluidos pueden identificarse a partir de las siguientes características:

- Las condiciones en las cuales se encuentran los excluidos, por lo general corresponden a un entorno de escasez con necesidades insatisfechas (Foster & Heeks, 2013), dado por la existencia limitada o insuficiente de recursos básicos, tales como ingresos, salud, vivienda, entre otros. Este entorno crea barreras para que los excluidos puedan acceder a las innovaciones disponibles del mercado, sea por los altos costos o porque no se ajustan a las necesidades de la población (Gras, Dutrénit & Vera-Cruz, 2017), lo que los lleva a buscar soluciones basadas en la escases (Srinivas & Sutz, 2006), es decir que se puedan desarrollar con sus propios recursos y a costos accesibles para ellos.
- Los excluidos tienen una capacidad limitada de agencia, voz y acción, lo que puede llevar a que no se genere una demanda (Alzugaray et al., 2012) y limita su participación en el sistema de innovación; lo anterior implica que, para que los excluidos participen en las dinámicas de innovación, se requiere de la presencia de un agente que tenga esa capacidad de agencia y pueda representarlos.

- Los excluidos presentan comportamientos similares a los consumidores con mayor poder adquisitivo cuando realizan compra de productos y servicios, también buscan maximizar su utilidad (Ramani, Sadreghazi, & Duysters, 2010), pero con limitaciones para acceder a productos de alto costo, y por ello se requieren innovaciones inclusivas (innovaciones de bajo costo y alta calidad (George, Mcgahan, & Prabhu, 2012)).
- Se han identificado tres formas de llegar a los excluidos: a través de la definición de políticas públicas asistencialistas (ejemplo: entrega de subsidios), a través de la oferta de productos y a través de su participación en el desarrollo de innovaciones (Gupta, 2012). Gupta (2012) afirma que existe evidencia de que personas en condiciones de pobreza o exclusión pueden usar sus conocimientos y capacidades para desarrollar sus soluciones junto con otros agentes. Este postulado implica que los beneficiarios de las innovaciones hagan parte del proceso de innovación y, por ende, se convierten en un actor del sistema de innovación, por lo que se genera una dinámica de relaciones entre diferentes agentes que demanda su estudio desde una mirada sistémica, en concordancia con la quinta generación de los modelos de innovación convencional propuesta por Rothwell (1994). En este sentido, concuerda con el objetivo de la innovación para lograr el desarrollo inclusivo, el cual requiere que los beneficiarios de la innovación sean tratados como agentes activos del sistema, más que como pacientes (Alzugaray et al., 2013; Dutrénit & Sutz, 2013).
- Los excluidos poseen conocimiento tradicional, el cual determina gran parte de los comportamientos sociales y locales de algunas comunidades, típicamente aquellas en condiciones de exclusión, por ejemplo, comunidades indígenas (Phichonsatcha, Pentrakoon, Gerd Sri, & Kanjana-Opas, 2022) o comunidades en áreas remotas (Shuaib et al., 2023). Por otro lado, los sistemas de innovación convencionales dependen en gran medida del conocimiento científico y tecnológico, a pesar de la evidencia de la importancia del conocimiento tradicional en la producción de innovaciones (Phichonsatcha et al., 2022; Saha & Vasuprada, 2021). Este tipo de conocimiento se transmite de generación en generación (Banerjee, 2009) en aquellas comunidades que son capaces de preservarlo y forma una base de conocimiento que puede ser compartida y enriquecida con agentes externos a la comunidad (Squassina, 2022). Desafortunadamente, el conocimiento tradicional está notablemente ausente de la



literatura académica sobre innovación, un descuido que debe corregirse para avanzar productivamente en el estudio de la innovación inclusiva.

La Innovación Inclusiva como respuesta desde la CTI al problema de la exclusión social

El desarrollo inclusivo requiere estrategias que articulen la educación con la política de innovación, puesto que, más allá de la generación de vínculos entre diferentes agentes de un sistema de innovación cruciales para el avance de la transición (Ardanche et al., 2018), existe la necesidad de establecer espacios interactivos de aprendizaje, donde dichos agentes (diferentes tipos de organizaciones y expertos) puedan encontrarse e intercambiar ideas (Johnson & Andersen, 2012) y con ello, generar innovaciones (Hall, 2005). En este sentido, el papel que juegan las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) (Bianchi, et al, 2015; Planes-Satorra & Paunov, 2017) y las políticas de Educación (Johnson & Andersen, 2012) es significativo en el desempeño de un sistema de innovación inclusivo.

La innovación convencional, como ha sido entendida desde su idea original (Schumpeter, 1934), se ha centrado en el propósito de promover el crecimiento económico (Foster & Heeks, 2013). Aunque se espera que además de ello, también aporte a la generación de bienestar (Robledo Velásquez, 2020). En este sentido, el bienestar como objetivo de la innovación ha venido tomando relevancia en las últimas décadas, identificando una serie de problemas sociales y ambientales que no pueden ser solucionados con el enfoque que se le ha dado tradicionalmente a la innovación y requieren otro marco de actuación que no solo permita el desarrollo económico, sino que también contribuya con la equidad para las personas de menos recursos (Foster & Heeks, 2013; Chataway, Hanlin, & Kaplinsky, 2014; Heeks, Amalia, Kintu, & Shah, 2013).

De ello surge la innovación inclusiva, la cual hace referencia a la participación en alguna etapa del proceso de innovación de grupos (personas, empresas o territorios) que actualmente se encuentran marginados y que normalmente no aportan a la creación de innovaciones (Foster & Heeks, 2013). En las últimas décadas esta temática se ha convertido en un objeto de estudio de gran interés, no solo para la academia, sino también para organizaciones internacionales por ser una alternativa para crear mejores soluciones a los problemas sociales actuales, basándose en la relación existente entre la ciencia, la tecnología, la innovación y la inclusión social (PNUD, 2001; CEPAL, 2010; BM, 2010; CIID, 2012, citados por Sutz & Tomasini, 2013).

Por lo tanto, los interrogantes relacionados con la innovación inclusiva se

han reorientado hacia: 1) La identificación de tecnologías y tipos de innovación que contribuyan con la solución de problemas sociales y ambientales (Arond et al., 2012); 2) La identificación de las prioridades futuras de las investigaciones en innovación inclusiva (Heeks et al, 2013), y; 3) La identificación de la existencia de demanda de innovaciones inclusivas (George, McGahan, & Prabhu, 2012).

Este nuevo reto para los investigadores y creadores de innovaciones presenta algunas dificultades, las cuales se ubican en los diferentes contextos en los que se relaciona la innovación, tales como los sistemas, la participación, la adopción, la evaluación y el proceso (Foster & Heeks, 2013). De igual manera, trae consigo la necesidad de que converjan las directrices y toma de decisiones de política pública para la innovación inclusiva (Sutz & Tomasini, 2013; Casas, 2015; Arond, Rodríguez, Arza, Herrera, & Sánchez, 2011; Foster & Heeks, 2013). Esto aplica principalmente en políticas de innovación, las cuales deben ser más apropiadas y equitativas en los países en desarrollo, es decir, que estén más allá de definiciones centradas en I+D y tecnologías (Foster & Heeks, 2013).

A la fecha, la mayoría de los trabajos de investigación alrededor de esta temática han sido revisiones de literatura, documentos de posición o conceptualizaciones (Heeks et al, 2013), dejando un amplio campo de investigación, para aportar a la comprensión del fenómeno que envuelve la inclusión y la innovación como mecanismos para promover la equidad.

Características de la innovación inclusiva

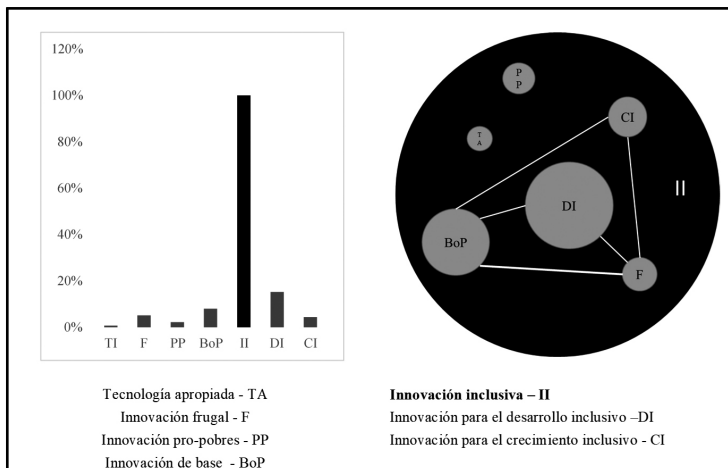
La innovación inclusiva corresponde a uno de los modelos alternativos a la innovación competitiva, que busca estimular la inclusión social para el crecimiento económico (Foster & Heeks, 2013). Según Botha et al.(2016), la literatura ofrece dos tipos de modelos que tienen como principio la inclusión de los marginados (ver Tabla 1). De acuerdo con esta clasificación, la innovación inclusiva se puede considerar como aquella en la cual el rol de los marginados no es exclusivamente ser los beneficiarios de las innovaciones, sino que también se hacen partícipes del proceso de innovación. Esta característica permite definir a la innovación inclusiva como innovación para el desarrollo inclusivo (Zhang & Wu, 2016; Botha et al, 2016).



Tabla 1. Modelos no convencionales de innovación. Basado en Botha et al (2016)

Tipo de modelo	Rol de los marginados	Ejemplos
Enfocado en el desarrollo de productos para el beneficio de los marginados	Solo como beneficiarios	Tecnología apropiada
		Innovación frugal
		Innovación pro-pobres
		Innovación de base
Enfocado en el desarrollo y/o crecimiento	Beneficiarios y partícipes del proceso de innovación	Innovación inclusiva
		Innovación para el desarrollo inclusivo
		Innovación para el crecimiento inclusivo

Todos estos tipos de innovación corresponden a innovación que transforma (Villa et al, 2017). Sin embargo, de acuerdo con los resultados de la revisión sistemática de la literatura, esquematizados en la Gráfica 1, se puede afirmar que aún no es clara la línea que diferencia cada uno de estos modelos de innovación, puesto que están altamente relacionados conceptualmente y por su propósito final de promover la inclusión y la mejoría de las condiciones de vida de los marginados y de personas con bajos recursos.



Gráfica 1. Relación entre los diferentes modelos

Fuente: elaboración propia

En este sentido se recopilaron las diferentes características de la innovación inclusiva como modelo de innovación, partiendo de la base de que para su desarrollo se requiere de la participación de actores locales y de diferentes tipos de conocimiento (Smith, Fressoli, & Thomas, 2014), como requisito para aportar al desarrollo inclusivo; permitiendo de esta forma identificar indistintamente a la innovación inclusiva, como innovación para el desarrollo inclusivo (George et al, 2012; Zhang & Wu, 2016; Botha et al, 2016). A continuación, se presenta el listado de características:

1. Naturaleza de la innovación

Cuando se habla de innovación inclusiva, se espera que se desarrollen innovaciones de bajo costo y alta calidad que puedan ser adquiridas por las personas desfavorecidas (o marginadas) y con ello mejorar su bienestar social y económico (George et al., 2012; Foster & Heeks, 2013). Con base en ello, la innovación puede ser de cualquiera de los tipos propuestos en el manual de Oslo, con las siguientes características: 1) Enfoque en la innovación incremental, 2) Enfoque en los procesos de difusión, 3) Innovación orientada a las necesidades locales, 4) Innovación impulsada por la demanda, y 5) Innovación no técnica principalmente (Foster & Heeks, 2013).

2. Etapas/requisitos para innovación inclusiva

Heeks et al. (2013), proponen condiciones que se requieren en las diferentes etapas del proceso de innovación para poder hablar de innovación inclusiva, las cuales se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2. Condiciones de la innovación inclusiva en las etapas del proceso de innovación. Adaptado de Heeks et al. (2013).

Etapa	La innovación será inclusiva si:
Intención	El fin de la innovación es resolver problemas de los desfavorecidos
Uso de productos	La innovación se debe adaptar a la población desfavorecida
Desarrollo y creación de productos y procesos	Existe participación de los desfavorecidos en el desarrollo de la innovación
Estructura	Los desfavorecidos son vistos como agentes del sistema
Impacto	Existe un impacto positivo en la vida cotidiana de los desfavorecidos



3. Enfoque Top-Down versus Enfoque Bottom-Up

Según George et al. (2012), existe un amplio campo de estudio por explorar en cuanto a definir de dónde se originan las ideas de innovación inclusiva. Algunos trabajos sugieren que tanto los procesos descendentes como los ascendentes son cruciales en el aprovisionamiento e impulso de iniciativas de innovación inclusiva. Sin embargo, predomina la presencia de un comportamiento emprendedor bottom-up, generando importancia a las experiencias ascendentes espontáneas que posiblemente sean más enriquecedoras que un plan Top-Down (Bianchi, et al, 2015). De hecho, se desencadenan como resultado de varias relaciones informales o comportamiento emprendedor de abajo hacia arriba

4. Los desfavorecidos como actores

Los sistemas de innovación están compuestos por organizaciones que producen transforman el conocimiento, (Uribe, Quintero, & Giraldo, 2016) y por intermediarios (Ruiz et al., 2016) que se encargan de la difusión y la vinculación estratégica de las organizaciones que requieren el conocimiento. En este sentido, considerar a los desfavorecidos dentro del sistema, implica la vinculación de un actor normalmente no contemplado, para el cual se requiere establecer sus características, formas de aprendizaje y las reglas de decisión que motiven la creación de relaciones con los demás actores. Las cuales desarrollamos a continuación:

Características de los desfavorecidos: Los desfavorecidos se distinguen significativamente de los demás actores del sistema, principalmente porque puede ser innovadores no convencionales y en su mayoría son informales, (Foster & Heeks, 2013). También pueden jugar doble rol: como productores o como beneficiarios de las innovaciones (Chataway et al, 2014) y se resalta que estos tienen un mejor conocimiento de su propia situación y necesidades, así como mayor interés en proteger sus intereses y en recurrir al empoderamiento en el proceso de innovación (Bryden, Gezelius, Refsgaard, & Sutz, 2017).

a. Formas de aprendizaje: El aprendizaje se caracteriza por ser central, en el cual coexisten los tres tipos de aprendizaje planteados por Foster y Heeks (2013): *Learning by doing*, *learning by using* y *learning by interaction*.

b. Reglas de decisión: Aunque existe un amplio avance en el entendimiento de las relaciones de los actores en los sistemas de innovación, aún no es claro cuáles son las mejores condiciones para promover las innovaciones inclusivas (Foster & Heeks, 2013). Sin embargo, algunos trabajos empíricos han aportado un avance en el reconocimiento de

los motivantes de estas relaciones entre actores. Resaltando que una relación relevante es la necesidad de una interacción intensiva con intermediarios para poder entender a la comunidad (Bianchi et al 2015). También se han identificado (cuando los desfavorecidos juegan el rol de productores), que es necesario generar alianzas y confianza para garantizar el éxito de las innovaciones inclusivas (Zhang & Wu, 2016).

5. Participación de los beneficiarios en el proceso de innovación

Esta característica se fundamenta principalmente en el objetivo de la innovación para lograr el desarrollo inclusivo. El cual requiere que las personas sean tratadas como agentes del sistema, más que como pacientes (Alzugaray et al, 2013; Dutrénit & Sutz, 2013). Esto quiere decir, que se deben establecer relaciones entre los productores de innovaciones y los usuarios de estas, más allá de una relación comercial. Se requiere entonces que se establezcan relaciones (usuario – productor), en las cuales son relevantes tres aspectos: la evolución histórica del intercambio de conocimiento entre las partes, el desarrollo de actividades compartidas y la alineación de los intereses y los recursos (Heiskanen, Hyysalo, Tanja, & Repo, 2010).

Ante esta condición, el éxito de la innovación inclusiva no se limita a la materialización de la innovación, sino a los beneficios colaterales de la participación de los desfavorecidos en el proceso (George et al, 2012). Según Foster y Heeks (2013), se necesita una interconexión del lado de quien suministra (tradicionalmente el dominio de la innovación) y del lado de la demanda (tradicionalmente el dominio de la difusión).

6. La difusión, la adopción

Un aspecto relevante que caracteriza la innovación inclusiva es el proceso de difusión y adopción, puesto que se debe evaluar si los consumidores (limitados de recursos) tienen las capacidades para absorber las innovaciones (Foster & Heeks, 2013). Lo que se ha evidenciado es que algunos mercados no pueden soportar los procesos de apropiación debido a la falta de capacidad de difusión de los productos (Chataway et al, 2014).

7. La institucionalidad y el entorno

La institucionalidad hace referencia a las restricciones formales (leyes, reglas y contratos), a las no formales (creencias, ética, valores morales, costumbres e ideologías) y a los marcos de implementación (Rui, 2013). En este sentido, las innovaciones inclusivas, a diferencia de los sistemas convencionales



de innovación, pueden presentar un déficit de reglas formales, al igual que toman importancia las instituciones informales a nivel local (Foster & Heeks, 2013). En este sentido, Rui (2013), siguiendo lo propuesto por Williamson (2000), identifica cuatro niveles en los cuales se puede realizar el análisis de las actividades de innovación inclusiva, permitiéndoles ubicarse en cuatro niveles de jerarquías (Firmemente arraigado, Entorno institucional, la Gobernanza y la Asignación de recursos y empleo)

En cuanto al entorno en el cual se desenvuelven las innovaciones, Bianchi et al. (2015) indican que las innovaciones inclusivas se generan y difunden en condiciones de escasez y los prototipos se enmarcan en el contexto de una implementación única, lo que aumenta la posibilidad de que las innovaciones no sean útiles para otros contextos (Bianchi et al, 2015).

8. Los costos de transacción

Los costos de transacción se deben a las fallas del mercado. Las innovaciones inclusivas no están por fuera de estos efectos. Entre los factores de mayor impacto para la generación de costos de transacción, se encuentran: 1) Costos de propiedad intelectual altos cuando las innovaciones no son competitivas o de bienes públicos, 2) los consumidores pueden ser muy pobres para acceder a algunas innovaciones, 3) la presencia de costos hundidos significativos, 4) la dispersión espacial, y 5) la asimetría de la información disponible sobre las innovaciones (Rui, 2013).

9. Trabajos en red

La innovación inclusiva puede originarse por el trabajo en redes. Sea que estas redes estén compuestas por integrantes de la misma comunidad, los cuales desarrollan sus propias innovaciones (Smith, Fressoli, & Thomas, 2014) (innovaciones de base); por empresarios que hacen parte de la base (Zhang & Wu, 2016) o redes que implican la integración de diversos actores hasta lograr la participación en sistemas de innovación.

Referencias

Alzugaray, S., Mederos, L. & Sutz, J. (2012). Building Bridges: Social Inclusion Problems as Research and Innovation Issues. *Review of Policy Research*, 29(6), 776–796. <https://doi.org/10.1111/j.1541-1338.2012.00592.x>

Alzugaray, S., Mederos, L. & Sutz, J. (2013). Investigación e innovación para la inclusión social: La trama de la teoría y de la política. *Isegoria*, 48, 25–50. <https://doi.org/10.3989/isegoria.2013.048.02>

Ardanche, M., Bianco, M., Cohanoff, C., Contreras, S., Goñi, M., Simón, L. & Sutz, J. (2018). The power of wind: An analysis of a Uruguayan dialogue regarding an energy policy. *Science and Public Policy*, 45(3), 351–360. <https://doi.org/10.1093/scipol/scx041>

Arocena, R., Görasson, B. & Sutz, J. (2018). *Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems - Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South | Rodrigo Arocena | Palgrave Macmillan. Libro.*

Arocena, R. & Sutz, J. (2021). Universities and social innovation for global sustainable development as seen from the south. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120399. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120399>

Aron, E., Rodríguez, I., Arza, V., Herrera, F. F., & Sánchez, M. (2012). Innovación, sustentabilidad, desarrollo e Inclusión Social: Lecciones desde América Latina. In *A new Manifesto*. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-nacional-autonoma-de-mexico/teoria-de-las-organizaciones/innovacion-sustentabilidad-desarrollo-e-inclusion-social-lecciones-desde-america-latina-etc-z-library/59257101>

Arza, V., & Fressoli, M. (2015). Ciencia abierta, beneficios colectivos - América Latina y el Caribe. Retrieved February 19, 2024, from <https://www.scidev.net/america-latina/opinions/ciencia-abierta-beneficios-colectivos/>

Banerjee, M. (2009). *Power, knowledge, medicine : Ayurvedic pharmaceuticals at home and in the world*. Orient BlackSwan.

Bárcena, A. & Torres, M. (2019). Del estructuralismo al neoestructuralismo: la travesía intelectual de Osvaldo Sunkel, 340. Recuperado de www.cepal.org/apps

Bianchi, C., Bianco, M., Ardanche, M., & Schenck, M. (2015). In-



clusive Innovation and Policy Mismatch in Health Care. A Uruguayan Local Experience. *In Health Innovation Systems, Equity and Development* (pp. 297–321).

Boons, F. & Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 45, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007>

Botha, L., Grobbelaar, S., & Bam, W. (2016). Towards a framework to guide the evaluation of inclusive innovation systems. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(3SpecialIssue), 64–78. <https://doi.org/10.7166/27-3-1632>

Bryden, J., Gezelius, S. S., Refsgaard, K., & Sutz, J. (2017). Inclusive innovation in the bioeconomy: Concepts and directions for research. *Innovation and Development*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2017.1281209>

Caria, S., Puyana, A., Cálix, Á., Mora, H., Brand, U., Domínguez, R. & Wissen, M. (2018). Más allá del PIB hay vida. Friedrich Ebert Stiftung.

CEPAL. (2020a). Acerca de la CEPAL | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2020, (868), 8000. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/historia-de-la-cepal>

CEPAL. (2020b). Introducción - 70 años de la CEPAL y el pensamiento cepalino - Biblioguias at Biblioteca CEPAL, Naciones Unidas. Recuperado Marzo 4, 2022, de <https://biblioguias.cepal.org/CEPAL70>

Chataway, J., Hanlin, R., & Kaplinsky, R. (2014). Inclusive innovation: an architecture for policy development. *Innovation and Development*, 4(1), 33–54. <https://doi.org/10.1080/2157930x.2013.876800>

Christensen, C. M. (2009). The White House Office on Social Innovation: A New Paradigm for Solving Social Problems. *Notes*, 1–3. Recuperado de https://www.huffpost.com/entry/the-white-house-office-on_b_223759

Dosi, G. & Cimoli, M. (1994). De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación. *Comercio Exterior*, 44(8), 669–682. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/comercio-exterior/articulo/de-los-paradigmas-tecnologicos-a-los-sistemas-nacionales-de-produccion-e-innovacion%0Afiles/727/de-los-paradigmas-tecnologicos-a-los-sistemas-nacionales-de-produccion-e-innovacion.html>

Dutrénit, G. & Sutz, J. (2013). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. La experiencia latinoamericana*. Ciudad de México: Edward Elgar Publishing AG.

Echevarría, J. (2008). The Oslo Manual and the social innovation. *Arbor*, CLXXXIV(732), 609–618. <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i732.210>

Echeverría, J. & Merino, L. (2011). Cambio de paradigma en los estudios de innovación: el giro social de las políticas europeas de innovación. *Arbor*, 187(752), 1031–1043. <https://doi.org/10.3989/arbor.2011.752n6002>

European Commission & Policy, D.-G. for R. & U. (2013). *Guide to social innovation, Publications Office. European Commission, Directorate-General for Regional and Urban Policy*. Recuperado de <https://data.europa.eu/doi/10.2776/72046>

Ezponda, J. E. & Malillos, L. M. (2011). Cambio de Paradigma en los Estudios de Innovación: El Giro Social de las Políticas Europeas de Innovación. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 187–752, 1031–1043. <https://doi.org/10.3989/arbor.2011.752n6002>

Foster, C. & Heeks, R. (2013). Conceptualising inclusive innovation: Modifying systems of innovation frameworks to understand diffusion of new technology to low-income consumers. *European Journal of Development Research*, 25(3), 333–355. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2013.7>

Freeman, C. & Soete, L. (1997). The economics of industrial innovation. *The Economics of Industrial Innovation*. Routledge Chapman & Hall; Auflage: 3° edición revisada. <https://doi.org/10.4324/9780203357637>

Fressoli, M., Arond, E., Abrol, D., Smith, A., Ely, A. & Dias, R. (2014a). When grassroots innovation movements encounter mainstream institutions: implications for models of inclusive innovation. *Innovation and Development*, 4(2), 277–292. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2014.921354>

Fressoli, M., Dias, R. & Thomas, H. (2014b). Innovation and inclusive development in the south: A critical perspective. In *Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America* (pp. 47–66). <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262027458.003.0003>

Fressoli, M. (2015). Movimientos de base y desarrollo sustentable : ciencia e investigación. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/58658/CONI-CET_Digital_Nro.e2524ea8-6092-4de8-b6ec-8dd5a52adedb_A.pdf

García, S. G. (2008). *Pensamiento Económico en América Latina Siglo*



XX en el Cono Sur, el ideario económico de la CEPAL y la intervención intelectual. Enseñanzas de La Independencia Para Los Desafíos Globales de Hoy Repensando El Cambio Para Nuestra América.

George, G., Mcgahan, A. M. & Prabhu, J. (2012). Innovation for Inclusive Growth: Towards a Theoretical Framework and a Research Agenda. *Journal of Management Studies*, 49(4), 661–683. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2012.01048.x>

Gras, N., Dutrénit, G. & Vera-Cruz, M. (2017). Innovaciones inclusivas: un modelo basado en agentes. *El Proceso de Modelado En Economía y Ciencias de La Gestión*, (March), 57–101.

Gupta, A. K. (2001, September). People's knowledge for survival: grassroots innovations for sustainable natural resource management. What next in Agronomy? Proceedings of the National Seminar Held on the Occasion of the Silver Jubilee of Agronomy Club of UAS, Dharwad, India, on 8th March, 2000. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/People's-knowledge-for-survival%3A-grass-roots-for-Gupta-Patil/92d0e44e1cb4e45af5d5d7153df031f042b912ea>

Gupta, A. K. (2007). Towards an inclusive innovation model for sustainable development 1, 32, 1817–1827.

Gupta, A. K. (2012). Innovations for the poor by the poor. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 5(1–2), 28–39.

Hall, A. (2005). Capacity development for agricultural biotechnology in developing countries: An innovation systems view of what it is and how to develop it. *Journal of International Development*, 17(5), 611–630. <https://doi.org/10.1002/jid.1227>

Heeks, R., Mirta, A., Kintu, R. & Shah, N. (2013). Inclusive innovation: definition, conceptualisation and future research priorities (development informatics Working Paper Series, Paper No. 53). *Development Informatics*, 1–26.

Heiskanen, E., Hyysalo, S., Tanja, K., & Repo, P. (2010). Constructing innovative users and user-inclusive innovation communities. *Technology Analysis and Strategic Management*, 22(4), 495–511. <https://doi.org/10.1080/09537321003714568>

Hoffecker, E. (2021). Understanding inclusive innovation processes in agricultural systems: A middle-range conceptual model. *World Development*, 140, 105382. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105382>

Hoschschild, F., Peral, A., Mattila, I., Herrera, F., Yarce, E., Acosta,

C., ... Ruis, Ma. (2015). Objetivos de desarrollo del Milenio Informe 2015 Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.

Johnson & Andersen. (2012). *Learning , Innovation and Inclusive Development New perspectives on economic development.*

OMS. (2010). OMS | Objetivos de Desarrollo del Milenio. OMS.

OSICP. (2015). Office of social innovation and civic participation. Recuperado de <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/eop/sicp>

Pérez, C. (2001). Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. *Revista de La CEPAL, 2001(75)*, 115–136. <https://doi.org/10.18356/761d3578-es>

Pérez, C. (2004). Dinámica de la Innovación y Oportunidades de Crecimiento. *In Seminario Anual del Círculo de Innovación de Icare Santiago de Chile.* Recuperado de <http://www2.icare.cl/memoria2004.pdf>

Pérez, C. (2010). Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos. *Cambridge Journal of Economics, 34(1)*, 185–202. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/2886

Phichonsatcha, T., Pentrakoon, D., Gerdri, N. & Kanjana-Opas, A. (2022). Extending indigenous knowledge to unveil the evolutionary journey of food preferences and socio-cultural phenomena. *Appetite, 170*(December 2021), 105884. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105884>

Planes-Satorra, S. & Paunov, C. (2017). Inclusive innovation policies : Lessons from International Case Studies.

Platero, M. J. (2015). Revisión Concepto “Innovación” al Contexto Empresarial Español. *Revista de Estudios Empresariales. Segunda Época, 2*, 5–23. <https://doi.org/10.17561/ree.v0i2.2737>

Porter, M. (2008). La ventaja competitiva de las naciones. *Revista Facetas, 91*, 5–12. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2469800>

Prahalad, C. K. (2005). *The Fortune at the Bottom of the Pyramid.* Pearsoneducation-Wharton School Publishing.

Prahalad, C. K. & Hamel, G. (1994). Strategy as a field of study: Why search for a new paradigm? *Strategic Management Journal, 15(S2)*, 5–16. <https://doi.org/10.1002/smj.4250151002>

Prahalad, C. K. & Ramaswamy, V. (2004). *The future of competi-*



tion. Lessons in excellence (Vol. 26). [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(00\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(00)00152-8)

Ramani, S. V, Sadreghazi, S. & Duysters, G. (2010). On the Delivery of Pro-Poor Innovations: Managerial Lessons from Sanitation Activists in India, United Nations University, Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology, UUNERIT Working Paper Series, (31), 1–31.

Robledo Velásquez, J. (2020). Introducción a la gestión de la tecnología y la innovación empresarial. In Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín Facultad de Minas. <https://scda.medellin.unal.edu.co/centro-editorial/libros/introduccion-a-la-gestion-de-la-tecnologia-y-la-innovacion-empresarial>

Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. In *International Marketing Review* (Vol. 11, Issue 1, pp. 7–31). MCB UP Ltd. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>

Rui, J. (2013). Institution level, policy option and inclusive innovation in China (Vol. 1, pp. 148–153). IEEE

Saha, D. & Vasuprada, T. M. (2021). Reconciling conflicting themes of traditionality and innovation: an application of research networks using author affiliation. *Advances in Traditional Medicine*, 21(4), 841–854. <https://doi.org/10.1007/s13596-020-00515-w>

Sampedro, J. L. & Díaz, C. (2016). Innovación para el desarrollo inclusivo: Una propuesta para su análisis. *Economía Informa*, 396, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.01.002>

Schumpeter, J. A. (1934). The theory of economic development. Harvard economic studies, vol. XLVI. *Harvard Economic Studies*, 34, 255. Recuperado de <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674879904>

Sen, A. (2000). *Social Exclusion: Concept, Application and Scrutiny*. Office of Environment and Social Development, Asian Development Bank, Social Development Papers (Vol. 1).

Shuaib, M., Hussain, F., Rauf, A., Jan, F., Romman, M., Parvez, R., ... Shahl, N. A. (2023). Traditional knowledge about medicinal plant in the remote areas of Wari Tehsil, Dir Upper, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 83, 1–28. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.246803>

Smith, A., Arond, E., Fressoli, M., Thomas, H. & Abrol, D. (2012). Innovación de base para el desarrollo: hechos y cifras - SciDev.Net América Latina y el Caribe.

Smith, A., Fressoli, M. & Thomas, H. (2014). Grassroots innovation movements: Challenges and contributions. *Journal of Cleaner Production*, 63, 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.025>

Smith, A., Fressoli, M., Abrol, D., Arond, E., & Ely, A. (2016a). Grassroots innovation movements. In *Grassroots Innovation Movements* (Issue August). <https://doi.org/10.4324/9781315697888>

Smith, A., Hargreaves, T., Hielscher, S., Martiskainen, M. & Seyfang, G. (2016b). Making the most of community energies : Three perspectives on grassroots innovation. *Environment and Planning A*, 48(2), 407–432. <https://doi.org/10.1177/0308518X15597908>

SPRU, Grabs, J., Langen, N., Maschkowski, G. & Schöpke, N. (2016). Designing Innovation Policy for Transformative Change in Paris and Seoul. *Journal of Cleaner Production*, 134, 98–111. Recuperado de www.sussex.ac.uk/spru

Squassina, A. (2022). Construction Wisdom: Preserving Venice with Both Tradition and Innovation. *Studies in Conservation*, 0(0), 1–7. <https://doi.org/10.1080/00393630.2022.2046413>

Srinivas, S. & Sutz, J. (2006). *Economic Development and Innovation: Problem-solving in Scarcity Conditions. Working Paper No. 13, Center for International Development at Harvard University* (Vol. 16). <https://doi.org/10.1080/10835547.2008.12090228>

Taylor, J. B. (1970). Introducing Social Innovation. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 6(1), 69–77. <https://doi.org/10.1177/002188637000600104>

Thomas, H. & Fressoli, M. (2011). Technologies for social inclusion in Latin America. Analysing opportunities and constraints; problems and solutions in Argentina and Brazil. In *2011 Atlanta Conference on Science and Innovation Policy: Building Capacity for Scientific Innovation and Outcomes, ACSIP 2011, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ACSIP.2011.6064490>

UNCTAD. (2014). *Instrumentos de políticas de innovación para un desarrollo inclusivo*.

United Nations. (2017). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. Web Page*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Valdés, E. D. (2003). *El pensamiento latinoamericano en el siglo XX*



Tomo II Desde la CEPAL al neoliberalismo (1950-1990).

Van der Hilst, B. (2012). Inclusive innovation systems. How innovation intermediaries can strengthen the innovation system. *Utrecht University*, (August), 1–68.

Van Der Merwe, E. & Grobbelaar, S. S. S. (2016). Evaluating inclusive innovative performance: The case of the eHealth system of the Western Cape Region, South Africa. *PICMET 2016 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management For Social Innovation, Proceedings*, 344–358. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2016.7806775>

Villa, E., Hormecheas, K., & Robledo, J. (2017). De la innovación competitiva a la innovación inclusiva: El rol de la universidad latinoamericana. *Altec*.

Villa, E., (2023). El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84224>

Wilson, A. H. (1977). innovation in canada: an update. *Research Policy*, 6(3), 276–293. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(77\)90006-3](https://doi.org/10.1016/0048-7333(77)90006-3)

Zhang, Z. & Wu, X. (2016). The inclusiveness of internet-based agri-business innovation system: A case study on Alibaba. *PICMET 2016 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management For Social Innovation, Proceedings*, 1098–1105.



CAPITULO 2*

Sistemas de Innovación Inclusivos

María Luisa Villalba Morales

Grupo de investigación FACEA - Universidad Católica de Oriente
Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
mlvillalbam@unal.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
wlruizca@unal.edu.co

Eliana María Villa Enciso

Departamento de Ciencias Administrativas – Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM
elianavilla@itm.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
jroble dov@unal.edu.co

Introducción

Partiendo de la propuesta de Lundvall (1985, 1988), el funcionamiento de los sistemas de innovación debe tener en cuenta el contexto en el que se desenvuelven (Altenburg & Lundvall, 2009). Dos contextos que presentan diferencias significativas entre sí, corresponden a los países en desarrollo y a

* Este capítulo es parte integral del proyecto denominado “Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial”, el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. También es parte integral de las tesis doctorales derivadas del proyecto mencionado, denominadas: a) María Luisa Villalba Morales con C.C. 63.548.366: La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes y; b) Eliana María Villa Enciso con C.C. 43.984.341: El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional (Villa-Enciso, 2023)



los países desarrollados (Altenburg, 2008). Por lo tanto, es necesario buscar la idoneidad de los sistemas de innovación en cada uno de ellos (Lundvall et al., 2009). Haciendo énfasis en los países en desarrollo, estos tienen un contexto definido por necesidades específicas, marcos institucionales menos formalizados y agentes claves distintos (Altenburg, 2008), sumergidos en problemas asociados a la desigualdad de ingresos, concentración de riqueza, pobreza y exclusión social (Sutz, 2010).

Una corriente teórica, enmarcada en dar soluciones a este tipo de problemas, corresponde al desarrollo inclusivo. Para la CEPAL, este tipo de desarrollo se logra si hay una mayor inserción productiva y social de las personas en el sistema socioeconómico y, con ello se puede garantizar una mejor distribución de los ingresos (Sunkel & Infante, 2009). Esto, para algunos autores, es considerado una tautología (Gras, 2012), puesto que este es el objetivo y principio del desarrollo económico planteado desde Schumpeter. Sin embargo, la dinámica real se ha centrado en el contexto competitivo (Foster & Heeks, 2013; George et al., 2012).

Diversos autores relacionan el desarrollo inclusivo con la innovación y los sistemas de innovación, para identificar los clústeres de autores representativos alrededor de estas propuestas, se realizó un estudio bibliométrico a partir de los trabajos publicados en la base de datos Scopus, usando la ecuación de búsqueda: (TITLE-ABS-KEY (“innovation system”) OR TITLE-ABS-KEY (“system of innovation”) AND TITLE-ABS-KEY (“inclusive”)). Como resultado se describen y grafican (usando la herramienta VOSviewer) tres clústeres de autores y tres clústeres conceptuales que nos presentan la relevancia de esta relación entre conceptos.

A partir de Conceição et al. (2001), se planea la importancia de la generación, difusión y uso del conocimiento, bajo la premisa de un “conocimiento para el desarrollo inclusivo”. En esta misma línea se encuentran autores como Sutz, Arocena, Dutrénit, entre otros, quienes identifican el papel de los sistemas de innovación (principalmente los sistemas nacionales) para el desarrollo inclusivo (Dutrénit & Sutz, 2013). La Figura 1 muestra el clúster de autores enfocados en el desarrollo inclusivo.



Figura 1. Clúster Desarrollo inclusivo.

Fuente: Elaboración propia usando la herramienta VOSviewer y los datos de Scopus 2001 – 2020.

Por otro lado, Klerkx, autor representativo en sistemas de innovación (Ver Figura 2), mantiene su línea de trabajo en esta temática; sus investigaciones no profundizan en el papel de los sistemas de innovación hacia el desarrollo inclusivo, pero han estudiado los sistemas de innovación en contextos de países en desarrollo, lo cual ha permitido identificar elementos de inclusión para un adecuado funcionamiento de los sistemas y cómo estos aportan al desarrollo (Joffre et al., 2017; Kilelu et al., 2017; Lamers et al., 2017).

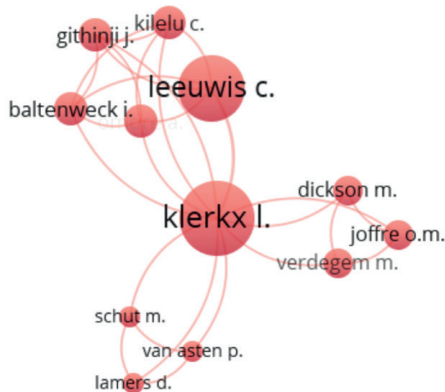


Figura 2. Clúster sistemas de innovación convencional con elementos de inclusión.
Fuente: Elaboración propia usando la herramienta VOSviewer y los datos de Scopus 2001 – 2020.

Otra mirada de los sistemas de innovación es considerarlos un marco analítico apropiado para el estudio de la innovación como factor de inclusión (Botha et al., 2016; Foster & Heeks, 2013). Este enfoque permite introducir el término concreto de “sistema de innovación inclusivo”, a partir de la propuesta de Altenburg (2008), conservando la necesidad de tener en consideración las particularidades del contexto en la dinámica de los sistemas. Por lo tanto, el enfoque de sistemas de innovación inclusivos está orientado a sectores o comunidades con necesidades básicas, de tal manera que pueda darse una transición de los sistemas de innovación convencionales a los sistemas de innovación inclusivos (Dutrénit & Sutz, 2013).

La propuesta de Foster y Heeks (2013) se centra en el proceso y la estructura que requieren los sistemas de innovación para desarrollar y difundir innovaciones que solucionen necesidades de personas de bajos recursos. Ellos retoman los aportes de los diferentes tipos de innovación emergentes que enfocan en los problemas sociales, tales como pro-poor innovation, below the radar innovation, BoP innovation, entre otros, para llegar a una conceptualización de la innovación inclusiva, y definen algunas características que requieren los sistemas de innovación para generar este tipo de innovaciones. Esta propuesta puede llegar a ser considerada un trabajo seminal, debido a que es el referente de mayor consulta para trabajos sobre innovación inclusiva y/o sistemas de innovación inclusivos. Ejemplo de ello se encuentra en los trabajos realizados por Grobbelaar y otros autores (Ver Figura 3), quienes se han enfocado en aportar al entendimiento de la dinámica de los sistemas de innovación y la definición de políticas públicas que promuevan el surgimiento de estos sistemas (Van der Merwe & Grobbelaar, 2018).



Figura 3 Clúster sistemas de innovación inclusivos.
Fuente: Elaboración propia usando la herramienta VOSviewer y los datos de Scopus 2001 – 2020.



Sin embargo, aunque se identifiquen diferentes clústeres de conocimiento, los soportes teóricos sobre la relación entre la inclusividad, la innovación y el desarrollo, aún son incipientes. Estos se encuentran en construcción y levantamiento de evidencia empírica (Van Der Merwe & Grobbelaar, 2016), lo cual ha sido posible gracias al aumento del interés en esta temática por parte de académicos, industriales y formuladores de políticas públicas, sea estudiando el aporte de la innovación para el desarrollo inclusivo, o abordando directamente los sistemas de innovación, tal como se muestra en la Figura 4.

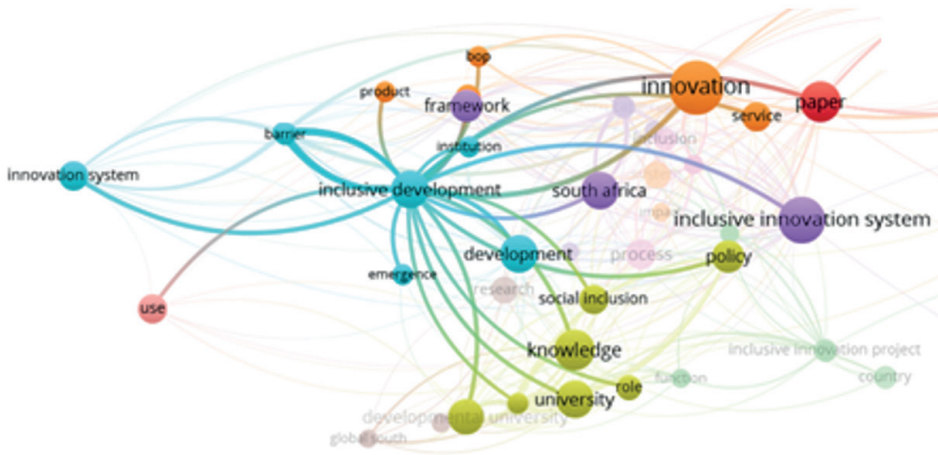


Figura 4. Relaciones teóricas entre sistemas de innovación y desarrollo inclusivos.

Fuente: Elaboración propia usando la herramienta VOSviewer y los datos de Scopus 2001 – 2020.

Un elemento en común, al cual han llegado los diferentes autores, sin importar las diferencias en el abordaje de la problemática, es que se requiere una transición de los sistemas de innovación convencionales a los sistemas de innovación inclusivos. Esto implica promover un cambio estructural, donde los excluidos dejen de ser vistos como pacientes del proceso y sean vistos como agentes activos (Alzugaray et al., 2013), es decir, un mayor nivel de participación, más que solo los beneficiarios de los resultados. Por lo tanto, es necesario identificar, estudiar y promover las adaptaciones que contemplan las nuevas características del sistema (Van Der Merwe & Grobbelaar, 2016), las cuales se originan de manera inherente en el propósito de la inclusión en los sistemas de innovación. Es decir, para hablar de sistemas de innovación inclusivos, es necesario vincular al sistema a los agentes que están excluidos socialmente. En este sentido, de acuerdo con Sen (2000), este grupo de personas corresponde a aquellos que no tienen interrelación con la sociedad debido a las diferentes condiciones de privación.

Se identifican diversos elementos que están siendo objeto de estudio por su importancia en los sistemas de innovación (ver Figura 4). Uno de ellos, corresponde a la vinculación de nuevos actores al sistema (Sampedro & Díaz, 2016), o a los cambios estructurales que requieren los actores actuales del sistema.



Figura 4. Visualización de palabras asociadas disponibles en la literatura de “sistemas de innovación Inclusivos”.

Fuente: Elaboración propia usando la herramienta VOSviewer y los datos de Scopus 2001 – 2020.

Por ejemplo, se identifica una línea de investigación en el rol de las universidades (Arocena et al., 2017; Grobbelaar et al., 2017), tal como se muestra en la Figura 5.

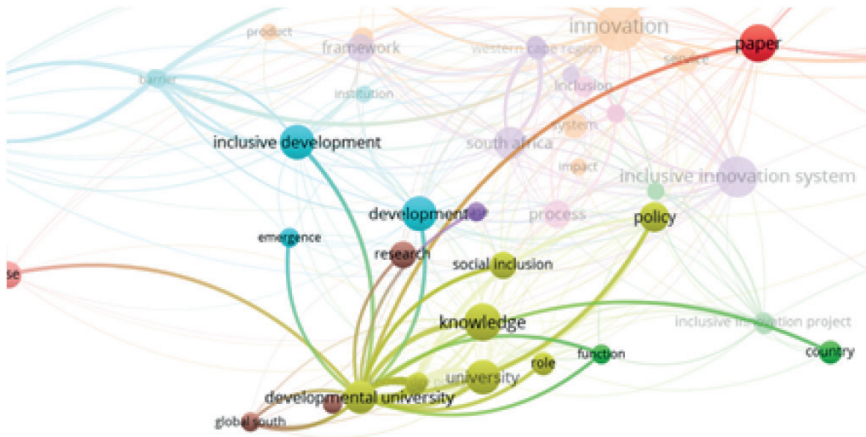


Figura 5. Visualización de la importancia de la Universidad como actor en los sistemas de innovación inclusivos.

Fuente: Elaboración propia usando la herramienta VOSviewer y los datos de Scopus 2001 – 2020.



2. Configuración de los sistemas de innovación inclusivos: función, agentes y capacidades⁴

Los sistemas de innovación inclusivos se pueden entender como aquellos sistemas que “incluyen el mandato explícito de orientar la producción y el uso del conocimiento hacia la inclusión social” (Arocena & Sutz, 2021, pag 95). Es decir, cumplen con la función de generar, difundir y usar conocimiento (Carlsson et al., 2002) para promover el desarrollo inclusivo (Conceição et al., 2001), lo cual implica la existencia de elementos que favorezcan la inclusión de aquellos que se encuentran en condición de exclusión (Joffre et al., 2017; Kilelu et al., 2017; Lamers et al., 2017), es decir, que los excluidos participen en las dinámicas de innovación.

Por ello, la configuración de los sistemas de innovación inclusivos difiere de la configuración de los sistemas de innovación convencionales, en cada uno de los componentes de la función, en los agentes y sus capacidades. Lo anterior, teniendo en cuenta cuatro aspectos adicionales a los identificados en el sistema de innovación convencional, estos son: 1) el conocimiento científico no es el único, debe incluirse el conocimiento tradicional; 2) las innovaciones que se produzcan deben ser accesibles a los excluidos; 3) se requiere que los excluidos tengan agencia, la cual puede ser ejercida por un nuevo agente llamado intermediario inclusivo; y 4) los excluidos deben participar en el proceso de innovación, reconociendo que, una forma fundamental para lograrlo es a través de los espacios de enseñanza-aprendizaje. Por ello, se propone que estos aspectos pueden ser traducidos en capacidades para la inclusión.

En este sentido, y partiendo de la configuración de los sistemas de innovación convencionales, se propone la configuración de un sistema de innovación inclusivo: función, agentes y capacidades, tal como se describe en cada uno de los componentes de la función inclusiva del sistema: generación y preservación de conocimiento, difusión de conocimiento y vinculación social, y uso del conocimiento.

⁴ Este numeral está basado en el artículo: Villalba, Ruiz & Robledo (2023) Configuration of inclusive innovation systems: Function, agents and capabilities. *Research Policy* (52) Pag. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104796>

Componente: Generación y preservación de conocimiento

En los sistemas de innovación convencionales, la generación de conocimiento científico y tecnológico (C&T) está a cargo de los agentes exploradores, quienes asumen las actividades de búsqueda, variación, asunción de riesgos, experimentación, juego, flexibilidad, descubrimiento e innovación (March, 1991). Lo anterior es posible gracias a las capacidades de investigación y desarrollo, que normalmente acumulan las universidades y los centros de desarrollo (Ruiz et al., 2016). Específicamente, en estas dos capacidades, cuando se usan en un sistema de innovación inclusivo, lo que se busca es que el conocimiento científico sea orientado a la solución de problemas sociales, a través de la colaboración entre los científicos y los excluidos (Isoglio & Echeverry-Mejía, 2019), lo cual se logra con el papel activo de la comunidad en las investigaciones (Arza et al., 2017).

Esta participación es posible debido a que existe evidencia de que hay personas en condiciones de pobreza o exclusión que pueden usar sus conocimientos y capacidades para desarrollar sus soluciones junto con otros agentes (Gupta, 2012). También existe evidencia de que la innovación inclusiva requiere de la mezcla de conocimiento externo y local; como mezcla de nuevas tecnologías y contextos tradicionales; como una combinación de tecnologías básicas y de frontera (haciéndose eco de intereses anteriores en tecnologías “intermedias” y “combinadas”) (Heeks et al., 2013).

La colaboración entre científicos y excluidos sociales permite el intercambio de conocimientos (C&T y tradicional) para crear innovaciones. Esto es posible porque el conocimiento de cualquier tipo e independientemente de cómo se obtenga, puede utilizarse para producir innovaciones; en este sentido, la literatura destaca la necesidad de integrar tanto el conocimiento científico y tecnológico como el conocimiento tradicional para lograr innovaciones más apropiadas. Entre los casos estudiados se encuentran: el desarrollo de vacunas para COVID-19 en India, que incluye C&T y conocimiento tradicional (Saha & Vasuprada, 2021); el uso medicinal indígena para el tratamiento de enfermedades en áreas remotas de Pakistán (Shuaib et al., 2023); y el desarrollo de productos con recursos artesanales tradicionales para promover el desarrollo sostenible (Squassina, 2022).

Por lo tanto, en un sistema de innovación inclusivo se requiere de dos tipos de conocimiento: el C&T, aportado por los agentes exploradores, y el tradicional, que puede ser aportado por los agentes en condiciones de exclusión. Los primeros se pueden clasificar como exploradores científicos y a los segundos como promotores. Las capacidades de innovación que sustentan la genera-



ción de conocimiento científico siguen siendo investigación y desarrollo, tal como lo proponen Ruiz et al. (2016), pero con una direccionalidad hacia la sostenibilidad; mientras que las capacidades para la inclusión, serían: 1) preservación de conocimiento tradicional, que hace referencia a la capacidad de mantener en el tiempo el conocimiento ancestral y 2) apropiación de tecnología, esta capacidad se refiere a la habilidad de ciertos agentes de la población excluida de apropiarse del conocimiento externo (por ejemplo, el conocimiento científico y tecnológico), combinándolo en ocasiones con el conocimiento tradicional para desarrollar innovaciones que satisfagan sus necesidades, respondiendo a las posibilidades y limitaciones de su contexto.

Estas dos capacidades (Preservación del conocimiento tradicional y Apropiación de tecnología) posibilitan la participación de los excluidos sociales en las dinámicas de innovación, no como únicamente receptores de innovaciones, sino como agentes que contribuyen a la creación de soluciones a sus problemas.

Sin embargo, estas capacidades —Investigación, Desarrollo, Conservación del conocimiento tradicional y Apropiación de tecnología— no son suficientes para lograr la inclusión; que los agentes puedan aportar ambos tipos de conocimiento, no significa que puedan integrarse productivamente para hacer innovaciones. Es necesario generar mecanismos para el intercambio de conocimientos, y esto se logra con capacidades que apoyen la conexión social, el siguiente componente de la función del sistema de innovación inclusivo.

Componente: Difusión de conocimiento y vinculación social

Convencionalmente, en los sistemas de innovación, la difusión del conocimiento está a cargo de los intermediarios. Estos agentes son quienes median entre exploradores y explotadores (Ruiz et al., 2016), ello a través de las capacidades de difusión y vinculación. Un intermediario cuenta con personal y tecnologías que le permiten entender el lenguaje de los exploradores y explotadores, los cuales al ejecutarse en un entorno competitivo orientan sus recursos disponibles en un lenguaje de mercado, legal e institucional, más no necesariamente cuentan con orientación para trabajar con personal o tecnologías enfocadas a poblaciones excluidas, tal como se ha argumentado anteriormente, tienen características diferentes a los agentes convencionales del sistema de innovación. Sin embargo, esto no indica que las capacidades de difusión y vinculación no se requieran en un sistema de innovación inclusivo. Estas siguen siendo relevantes, pero para la inclusión, pueden ser complementadas con capacidades que permitan la vinculación social, de esta

forma. Se proponen dos: la capacidad de agencia, y la capacidad de gestión de espacios de enseñanza aprendizaje.

- Capacidad de agencia:

La participación de los excluidos en las dinámicas de innovación no se genera de forma automática, puesto que ni ellos, ni los agentes convencionales del sistema de innovación, están familiarizados o cuentan con las capacidades para interactuar o establecer diálogos entre sí, principalmente, porque las capacidades convencionalmente requeridas en los sistemas de innovación se enmarcan en la función de generar, difundir y usar conocimiento y tecnología que promueva la competitividad (Ruiz et al., 2016); más no la inclusión.

Los trabajos de Alzugaray (2013), Arocena et al. (2018), Jiménez (2019) y Torre et al. (2020), sustentan la necesidad de la capacidad de Agencia para promover dinámicas de innovación, y mucho más cuando se hace referencia a los sistemas de innovación inclusivos; puesto que, en ellos, es necesario que todos los agentes interactúen, de manera que los excluidos se vuelven relevantes y necesitan voz, confianza y ser reconocidos como agentes autónomos y heterogéneos del sistema para que puedan participar en la dinámica del mismo (Villalba et al., 2019).

Es aquí donde la capacidad de agencia toma importancia, ya que es entendida como la capacidad para representar a los excluidos y que estos puedan actuar e interactuar con otros agentes del sistema (Torre et al., 2020). Esta actuación e interacción, en los sistemas de innovación, implica la identificación de las necesidades de los excluidos que requieren ser resueltas (demandas) (Gras et al., 2017), a través de una solución basada en conocimiento.

- Capacidad de gestión de espacios de enseñanza-aprendizaje

El desarrollo inclusivo requiere estrategias que articulen la educación con la política de innovación, puesto que, más allá de la generación de vínculos entre diferentes agentes de un sistema de innovación, cruciales para el avance de la transición (Ardanche et al., 2018), existe la necesidad de establecer espacios interactivos de aprendizaje, donde dichos agentes (diferentes tipos de organizaciones y expertos) puedan encontrarse e intercambiar ideas (Johnson & Andersen, 2012) y con ello, generar innovaciones (Hall, 2005). Para algunos contextos, como el de los países en vía de desarrollo, donde se presentan mayores dificultades para lograr circuitos (Arocena & Sutz, 2004), estos espacios puede estimular una espiral de crecimiento y la emergencia de un sistema de innovación, puesto que, son considerados las células del



tejido de innovación que, desde su multiplicación e interconexión, pueden crear sistemas de innovación desde abajo (Johnson & Andersen, 2012). Es decir, “una infraestructura para el aprendizaje mutuo es esencial” (Smith & Light, 2017, pág. 169). Esta infraestructura debe permitir materializar iniciativas de innovación, pero ello requiere de actividades de seguimiento, tiempo, recursos y capacidades (Smith & Light, 2017). Con base en ello, se pueden considerar los espacios interactivos de enseñanza-aprendizaje como un bloque de construcción teórica para la configuración de los sistemas de innovación inclusivos, es decir, que la participación en espacios de enseñanza-aprendizaje puede soportar la definición de los agentes, sus relaciones, sus funciones y sus capacidades dentro del sistema.

Los espacios interactivos de enseñanza-aprendizaje que pueden implementarse en el contexto de sistemas de innovación inclusivos pueden ser Makerspace, Hackerspace, Espacios interactivos de aprendizaje, Fablab, Living lab o Plataformas de innovación. Específicamente, los makerspaces se pueden concebir como un mecanismo para ampliar agentes, puesto que crean posibilidades que los usuarios no tendrían sin dicho espacio (Van den Hoven, 2012), esto, asociado a los propósitos de inclusión planteados por (Arocena & Sutz, 2000; Sutz, 2010) el propósito de un espacio interactivo de enseñanza-aprendizaje, en un sistema de innovación inclusivo, es desarrollar capacidades de innovación en los excluidos (Petersen et al., 2018), gracias a la posibilidad de participación que dan los espacios. Es decir, estos espacios son creados como oportunidades para que los productores y usuarios del conocimiento construyan tales capacidades, y para idear soluciones a problemas sociales y económicos específicos a través de interacción.

Según Hall (2005), existe un elemento clave para desarrollar la capacidad de innovación en los usuarios. Este es la habilidad de reconfigurar enfoques y patrones de asociación para lidiar con circunstancias cambiantes que, para Petersen et al. (2018) corresponde a la ejecución de estrategias proactivas. Es decir, quienes creen o promuevan un espacio de aprendizaje deben ser capaces de establecer estrategias proactivas que dinamicen correctamente el espacio; también requiriéndose habilidades de comunicación, liderazgo, manejo de conflicto, políticas de participación comunitaria, estructura de grupo formalmente establecida, entre otros. Por lo tanto, si un agente es capaz de orquestar los anteriores elementos de éxito de un espacio interactivo de enseñanza aprendizaje, facilitará la participación, la confianza y aprendizaje de los miembros de la comunidad (usuarios) que participen en él, lográndose los propósitos finales de mejorar capacidades de innovación en los excluidos y lograr desarrollar innovaciones.



Ahora, estos espacios interactivos se facilitan a través de redes sociales de conocimiento impulsadas por la misión de productores y usuarios en entornos informales y formales. Este tipo de redes surgen gracias al liderazgo de empresas o universidades u otro tipo de organizaciones, o dentro de redes interorganizacionales previamente conformadas (Arocena & Sutz, 2000b). Esto quiere decir, que quienes responden por los espacios y, por ende, quienes deben tener la capacidad de generar estrategias proactivas para el funcionamiento del espacio (según la propuesta de Petersen, 2018), son los agentes del sistema de innovación (universidades, empresas u organizaciones formales, etc.). De igual forma lo sustenta O'Donovan y Smith (2020), los makerspaces también son iniciados por políticas nacionales y municipales, agencias de innovación, bibliotecas, escuelas, universidades y otros agentes institucionales ansiosos por promover los beneficios del acceso a este tipo de espacio interactivo de aprendizaje. Pero la intención no es suficiente, se requiere generar las condiciones (recursos y habilidades) para que esos espacios puedan cumplir con su propósito.

Las capacidades, desde la perspectiva de los recursos, corresponden a un grupo de recursos (tangibles, intangibles y humanos) que se unen a un conjunto de rutinas y habilidades con un propósito específico (Liu, Baskaran, & Li, 2009). En el campo de la innovación, Dosi (1982) afirma que las innovaciones se generan gracias a la interacción de diferentes agentes con capacidades específicas. Estas cuentan con un amplio estudio para aquellos agentes que hacen parte de un sistema convencional de innovación (Freeman, 1982; Lundvall, 1985; Freeman, 1987; Lundvall, 1988; Lundvall, et al, 2009), condensadas en la propuesta de Ruiz, Quintero y Robledo (2016). Sin embargo, cuando se habla de sistemas de innovación inclusivos, existen nuevos agentes, y cambios estructurales (Sampedro & Díaz, 2016), las cuales implican nuevas capacidades que propicien y permitan la inclusión.

Estos cambios estructurales se deben a la necesidad de incluir, en las dinámicas de los sistemas de innovación, nuevos agentes como los excluidos y los agentes de cambios; los cuales, por sus características y propósitos, cuentan con capacidades, generalmente diferentes a las identificadas para los agentes del sistema de innovación convencional. A esto se suma que los agentes del sistema convencional también requerirán nuevas capacidades que les permitan cumplir las funciones específicas de un sistema de innovación inclusivo (Sampedro & Díaz, 2016). Una de esas capacidades está relacionada con los espacios de enseñanza-aprendizaje.



Por ejemplo, O'Donovan y Smith (2020), proporcionan un listado de recursos y elementos claves que deben propiciarse en un Makerspace (ver Tabla 1), a lo cual le llaman: configuración sociotécnica. Misma que está en manos de quien diseñe y opere un espacio de enseñanza-aprendizaje, con la responsabilidad de configurar estos recursos y habilidades para generar capacidades en los participantes. Si se pretende desarrollar otras capacidades, esto se logra mediante la inscripción de nuevos elementos en la configuración.

Tabla 1: Recursos y habilidades requeridos para gestionar un espacio de aprendizaje

Recursos	Elementos/habilidades
Un espacio de taller físico accesible al público y equipado con los materiales	Un espíritu de colaboración entre pares
Un conjunto de tecnologías y materiales disponibles	Conectarse y colaborar con otros talleres
Provisión de capacitación y adquisición de habilidades tanto informales como formales	
Repositorios en línea	

Fuente: (O'Donovan & Smith, 2020)

Con base en lo anterior, se puede deducir que un agente interesado en promover el desarrollo inclusivo, debe contar con la capacidad de gestionar espacios de enseñanza-aprendizaje. Esta consiste en la habilidad para generar las condiciones propicias para que, a través de la participación, los miembros de una comunidad puedan desarrollar sus capacidades de innovación. Es decir, para que el trabajo entre los participantes fluya, es necesario que los gerentes de los espacios de enseñanza-aprendizaje tengan la capacidad de prevenir, identificar o abordar conflictos en el espacio de manera efectiva (Bergman & McMullen, 2020).

Ante lo anterior, cabe resaltar que el espacio de enseñanza-aprendizaje puede estar bajo la responsabilidad de uno o varios agentes, por los cuales cada uno de ellos debe tener capacidad de gestión, la cual se orienta hacia el cuidado del espacio, por lo que, quienes participan en los espacios de una u otra forma aportan a su gestión a través de la donación de recursos (por ejemplo, tiempo, dinero, cuerpos y habilidades, etc.) propuestos por O'Donovan y Smith (2020). Pero teniendo en cuenta que el diseño y administración de un espacio de enseñanza-aprendizaje, no es simplemente dotar de recursos, sino que también deben adecuar su funcionamiento con las condiciones de seguridad obligatorias (Love & Roy, 2018).

Componente: uso de conocimiento

Este componente de la función de un sistema de innovación es aportado generalmente por los explotadores (empresas), quienes orientan la I+D hacia la innovación incremental, lanzando al mercado productos e implementando nuevos procesos (Gilsing & Nooteboom, 2006), con el propósito de generar valor económico y competitividad, lo cual es posible gracias a las capacidades de producción y mercadeo (Ruiz et al., 2016).

Convencionalmente, la capacidad de producción se soporta en recursos que apunten a generar eficiencia en la producción, desarrollo y/o adopción de tecnologías, teniendo como insumo el conocimiento científico y tecnológico, lo cual repercute en el valor agregado de los productos y en sus precios, por ello, la capacidad de mercadeo es necesaria para garantizar que estos productos lleguen al mercado. Los recursos involucrados en estas capacidades generalmente son costosos y especializados (profesionales técnicos, profesionales en mercadeo, tecnologías de punta, etc.), si se habla de una capacidad alta.

Esto conlleva a que las capacidades de producción y mercadeo convencionales, no se encuentren alineadas con los requisitos de las innovaciones inclusivas (innovaciones de bajo costo destinadas a las poblaciones excluidas (George, McGahan, & Prabhu, 2012)), que se encuentran en condiciones de escasez, principalmente por el costo y no incluyen dentro de sus insumos el conocimiento tradicional; es decir, no son tecnologías apropiadas para las necesidades de las poblaciones en condiciones de exclusión, por lo tanto, para producir innovaciones inclusivas, se requiere que la apropiación de la producción sea de bajo costo, o vincule personas en condiciones de exclusión en su desarrollo o producción (Peerally et al., 2019); de igual forma, para lograr mercadear estas innovaciones, no se requieren expertos en mercadeo que se desenvuelven en contextos competitivos, sino expertos en relacionamiento social (por ejemplo, trabajadores sociales, sociólogos, o en su defecto, personal que cuente con las habilidades para llegar a poblaciones en condiciones de exclusión).

Los mercados convencionales y en condiciones de escasez no son excluyentes entre sí, un agente puede considerar atender uno o los dos mercados, para ello acumularía los cuatro tipos de capacidades (Producción convencional, Mercadeo convencional, Producción basada en tecnología apropiada, Mercadeo basado en tecnología apropiada).



Resumen: configuración de los sistemas de innovación inclusivos

La función de un sistema de innovación inclusivo se sustenta en la integración de las capacidades de innovación convencionales (investigación, desarrollo experimental, difusión, vinculación, producción y mercadeo) y las capacidades de inclusión a las dinámicas de innovación (detalladas en los numerales anteriores). Los tres componentes de la función continúan siendo los definidos en el sistema de innovación convencional, pero reconocen la presencia de diferentes tipos de conocimiento (C&T y Tradicional). Con base en ello, en la Tabla 2 se describen las capacidades que requieren los agentes para que un sistema de innovación sea inclusivo.

Esta configuración de los sistemas de innovación pretende integrar dos perspectivas: sistema de innovación convencional y la exclusión social, las cuales han sido abordadas de manera aislada para proponer un modelo que enmarca los elementos del funcionamiento de los sistemas de innovación y las capacidades que los agentes requieren para generar innovaciones inclusivas.

Tabla 2 Capacidades de los sistemas de innovación inclusivos

Componentes de la función	Capacidades	Descripción
Generación de conocimiento	Investigación	Generar y adaptar conocimiento científico y tecnologías
	Desarrollo experimental	Desarrollar experimentalmente productos, procesos, métodos de mercadeo y formas de organización.
	Preservación del conocimiento tradicional	Aportar conocimiento tradicional (empírico y/o ancestral) de la comunidad
	Apropiación de tecnología	Desarrollar productos, procesos, métodos de comercialización y formas organizativas, combinando conocimientos tradicionales y C&T apropiados para el contexto comunitario de los excluidos sociales.
Difusión de conocimiento / Vinculación social	Difusión	Capturar resultados de I+D y tecnologías y aprovechar sus beneficios.
	Vinculación	Promover el relacionamiento entre diferentes agentes convencionales, generando confianza que permita la utilización de capacidades complementarias en proyectos de I+D+i conjuntos.
	Agencia	Representar y dar voz a los excluidos para que puedan relacionarse con los agentes convencionales del sistema.
	Gestión de espacios de aprendizaje	Generar un espacio de cocreación entre los diferentes agentes del sistema, facilitando la participación de los excluidos.

Uso de conocimiento	Producción convencional	Producir un producto innovador para satisfacer las demandas del mercado.
	Mercadeo convencional	Identificar necesidades presentes y futuras del mercado, desarrollar nuevos productos, establecer canales de distribución, prestar servicios al cliente y publicitar la innovación.
	Producción basada en tecnología apropiada	Implementar procesos de producción y comercialización basados en tecnologías apropiadas que se requieran para satisfacer las demandas de innovación de las poblaciones excluidas.
	Mercadeo basado en tecnología apropiada	

Con base en lo anterior se identifican tres cambios principales en la configuración de un sistema de innovación inclusivo con relación al sistema de innovación convencional. Primero, los sistemas de innovación tienen una función inclusiva con tres componentes: Generación/Preservación y apropiación, Difusión/Conexión social y Uso de C&T y Conocimiento tradicional. Segundo, para cumplir con esta función, los agentes que van a interactuar en el sistema requieren seis capacidades de innovación y seis capacidades para inclusión, las cuales se proponen en la Tabla 2. Tercero, estas capacidades desencadenan nuevos tipos de agentes que contemplen cualquier combinación de estas 12 capacidades. En este sentido, se pueden identificar agentes especializados (tienen capacidades para contribuir a un solo componente de la función), como también es posible encontrar agentes que tienen más capacidades y contribuyen a dos o más componentes de la función.



Referencias

Altenburg, T. (2008). Building inclusive innovation systems in developing countries-why it is necessary to rethink the policy agenda. *IV Globelics Conference*, July, 1-17. <http://smartech.gatech.edu/handle/1853/35162>

Altenburg, T. & Lundvall, B.-Å. (2009). Building inclusive innovation systems in developing countries: Challenges for IS research. En *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting* (pp. 33-56). Edward Elgar Publishing Ltd. <https://doi.org/10.4337/9781849803427.00008>

Alzugaray, S., Mederos, L. & Sutz, J. (2013). Investigación e innovación para la inclusión social: La trama de la teoría y de la política. *Isegoria*, 48, 25-50. <https://doi.org/10.3989/isegoria.2013.048.02>

Ardanche, M., Bianco, M., Cohanoff, C., Contreras, S., Goñi, M., Simón, L. & Sutz, J. (2018). The power of wind: An analysis of a Uruguayan dialogue regarding an energy policy. *Science and Public Policy*, 45(3), 351-360. <https://doi.org/10.1093/scipol/scx041>

Arocena, R., Göransson, B. & Sutz, J. (2017). Developmental universities in inclusive innovation systems: Alternatives for knowledge democratization in the Global South. *Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems: Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South*, 1-281. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-64152-2>

Arocena, R., Göransson, B. & Sutz, J. (2018). Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems - Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South. <https://www.palgrave.com/gp/book/9783319641515>

Arocena, R. & Sutz, J. (2000). Looking at National Systems of Innovation from the South. *Industry and Innovation*, 7(1), 55-75. <https://doi.org/10.1080/713670247>

Arocena, R. & Sutz, J. (2004). Desigualdad, subdesarrollo y procesos de aprendizaje. *Nueva Sociedad*, 193, 46-61.

Arocena, R. & Sutz, J. (2021). Universities and social innovation for global sustainable development as seen from the south. *Technological Forecasting and Social Change*, 162(February 2020), 120399. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120399>

Arza, V., Fressoli, M. & Lopez, E. (2017). Ciencia abierta en Argentina:

un mapa de experiencias actuales. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 28(55), 78-114. <https://www.redalyc.org/pdf/145/14553608004.pdf>

Bergman, B. J., & McMullen, J. S. (2020). Entrepreneurs in the making: Six decisions for fostering entrepreneurship through maker spaces. *Business Horizons*, 63(6), 811–824. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.07.004>

Botha, L., Grobbelaar, S. & Bam, W. (2016). Towards a framework to guide the evaluation of inclusive innovation systems. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(3SpecialIssue), 64-78. <https://doi.org/10.7166/27-3-1632>

Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmen, M. & Rickne, A. (2002). Innovation systems: Analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31(2), 233-245. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00138-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00138-X)

Conceição, P., Gibson, D. V., Heitor, M. V. & Sirilli, G. (2001). Knowledge for Inclusive Development: The Challenge of Globally Integrated Learning and Implications for Science and Technology Policy. *Technological Forecasting and Social Change*, 66(1), 1-29. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(00\)00075-5](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(00)00075-5)

Dutrénit, G. & Sutz, J. (2013). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. La experiencia latinoamericana*. Edward Elgar Publishing AG.

Foster, C. & Heeks, R. (2013). Conceptualising inclusive innovation: Modifying systems of innovation frameworks to understand diffusion of new technology to low-income consumers. *European Journal of Development Research*, 25(3), 333-355. <https://doi.org/10.1057/ejdr.2013.7>

Freeman, C. (1982). Technological infrastructure and international competitiveness. Draft Paper Submitted to the OECD Ad Hoc Group on Science, Technology and Competitiveness.

Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.

George, G., Mcgahan, A. M. & Prabhu, J. (2012). Innovation for Inclusive Growth: Towards a Theoretical Framework and a Research Agenda. *Journal of Management Studies*, 49(4), 661-683. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2012.01048.x>

Gilsing, V. & Nooteboom, B. (2006). Exploration and exploitation in innovation systems: The case of pharmaceutical biotechnology. *Research Policy*, 35(1), 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.06.007>



Gras, N. (2012). *Innovación orientada a la inclusión social : un modelo basado en agentes*. [Tesis de Grado Maestría en Economía y Gestión de la Innovación, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco].

Gras, N., Dutrénit, G. & Vera-Cruz, M. (2017). Innovaciones inclusivas: un modelo basado en agentes. En Rodríguez & Gómez (Ed.), *El proceso de modelado en economía y ciencias de la gestión* (pp. 57-101). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Grobbelaar, S. S., Saartjie., Schiller, U. & de wet, G. (2017). University-supported inclusive innovation platform: The case of university of Fort Hare. *Innovation and Development*, 7(2), 249-270. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2016.1252376>

Gupta, A. K. (2012). Innovations for the poor by the poor. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 5(1-2), 28-39. <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2012.044875>

Hall, A. (2005). Capacity development for agricultural biotechnology in developing countries: An innovation systems view of what it is and how to develop it. *Journal of International Development*, 17(5), 611-630. <https://doi.org/10.1002/jid.1227>

Heeks, R., Mirta, A., Kintu, R. & Shah, N. (2013). Inclusive innovation: definition, conceptualisation and future research priorities (development informatics Working Paper Series, Paper No. 53). *Development Informatics*, 1-26. <http://www.seed.manchester.ac.uk/subjects/idpm/research/publications/wp/di/di-wp53/>

Isglio, A. & Echeverry-Mejía, J. A. (2019). Reconocimiento de experticias y orientación hacia problemas sociales: las prácticas de ciencia abierta desde la perspectiva de la investigación integrada. *Ciencia y Sociedad*, 44(1), 29-42. <https://doi.org/10.22206/cys.2019.v44i1.pp29-42>

Jiménez, A. (2019). Inclusive innovation from the lenses of situated agency: insights from innovation hubs in the UK and Zambia. *Innovation and Development*, 9(1), 41-64. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2018.1445412>

Joffre, O. M., Klerkx, L., Dickson, M. & Verdegem, M. (2017). How is innovation in aquaculture conceptualized and managed? A systematic literature review and reflection framework to inform analysis and action. *Aquaculture*, 470(October), 129-148. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.020>

Johnson & Andersen. (2012). *Learning , Innovation and Inclusive Development New perspectives on economic development*. https://www.researchgate.net/publication/272795954_Learning_Innovation_and_Inclusive_Development_-_New_perspectives_on_economic_development_strategy_and_development_aid

Kilelu, C., Klerkx, L., Omore, A., Baltenweck, I., Leeuwis, C. & Githinji, J. (2017). Value Chain Upgrading and the Inclusion of Smallholders in Markets: Reflections on Contributions of Multi-Stakeholder Processes in Dairy Development in Tanzania. *European Journal of Development Research*, 29(5), 1102-1121. <https://doi.org/10.1057/s41287-016-0074-z>

Lamers, D., Schut, M., Klerkx, L. & van Asten, P. (2017). Compositional dynamics of multilevel innovation platforms in agricultural research for development. *Science and Public Policy*, 44(6), 739-752. <https://doi.org/10.1093/scipol/scx009>

Love, T. S. & Roy, K. R. (2018). *Opinion By Tyler S . Love and Kenneth R . Roy. October 2018*.

Lundvall, B.-Å. (1985). Product Innovation and User-Producer Interaction Product Innovation and User-Producer Interaction. En *Product Innovation and User-Producer Interaction..*

Lundvall, B.-Å. (1988). Innovation as an Interactive Process: From User Producer Interaction to National systems of Innovation. En Dosi, G. et. al. (eds.). *Technical Change and Economic theory*. <https://vbn.aau.dk/en/publications/innovation-as-an-interactive-process-from-user-producer-interacti-2>

Lundvall, B.-Å., Joseph, K. J., Chaminade, C. & Vang, J. (2009). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*. Edward Elgar Publishing Limited. <https://www.e-elgar.com/shop/usd/handbook-of-innovation-systems-and-developing-countries-9781847206091.html>

March, J. G. (1991). Exploration and Exploitation in Organizational Learning. *Organization Science*, 2(No 1 Special), 71-87. <https://www.jstor.org/stable/2634940>

Peerally, J. A., De Fuentes, C. & Figueiredo, P. N. (2019). Inclusive innovation and the role of technological capability-building: The social business Grameen Danone Foods Limited in Bangladesh. *Long Range Planning*, 52(6), 101843. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.04.005>

Petersen, I. haam, Kruss, G., Gastrow, M. & Nalivata, P. C. (2018). Innovation Capacity-Building and Inclusive Development in Informal Settings: A



Comparative Analysis of two Interactive Learning Spaces in South Africa and Malawi. *Journal of International Development*, 30(5), 865-885. <https://doi.org/10.1002/jid.3232>

Ruiz, W., Quintero, S. & Robledo, J. (2016). Impacto de los Intermediarios en los Sistemas de Innovación. *Journal of Technology Management and Innovation*, 11(2), 130-138. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242016000200013>

Saha, D. & Vasuprada, T. M. (2021). Reconciling conflicting themes of traditionality and innovation: an application of research networks using author affiliation. *Advances in Traditional Medicine*, 21(4), 841-854. <https://doi.org/10.1007/s13596-020-00515-w>

Sampedro, J. L. & Díaz, C. (2016). Innovación para el desarrollo inclusivo: Una propuesta para su análisis. *Economía Informa*, 396, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.01.002>

Schumpeter, J. A. (1934). The theory of economic development. *Harvard economic studies*, vol. XLVI. *Harvard Economic Studies*, 34, 255. <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674879904>

Sen, A. (2000). *Social Exclusion: Concept, Application and Scrutiny*. En Office of Environment and Social Development, Asian Development Bank, Social Development Papers (Vol. 1, Número Junio). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.100.1010&rep=rep1&type=pdf>

Shuaib, M., Hussain, F., Rauf, A., Jan, F., Romman, M., Parvez, R., Zeb, A., Ali, S., Abidullah, S., Bahadur, S., Shah, A. A., Azamh, N., Dilbari, S., Begumj, K., Khank, H., Sajjadl, S., Muhammdj, I. & Shahl, N. A. (2023). Traditional knowledge about medicinal plant in the remote areas of Wari Tehsil, Dir Upper, Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 83, 1-28. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.246803>

Smith, A. & Light, A. (2017). Cultivating sustainable developments with makerspaces. *Liinc em revista*, 13(1), 162-174.

Squassina, A. (2022). Construction Wisdom: Preserving Venice with Both Tradition and Innovation. *Studies in Conservation*, 0(0), 1-7. <https://doi.org/10.1080/00393630.2022.2046413>

Sunkel, O. & Infante, R. (2009). *Hacia un Desarrollo Inclusivo*. El Caso de Chile. 1-288.

Sutz, J. (2010). Ciencia, Tecnología, Innovación e Inclusión Social: una

agenda urgente para universidades y políticas. *Conocimiento y Sociedad*, 1, 3-49.

Torre, C. D., Ravazzoli, E., Dijkshoorn-dekker, M., Polman, N., Melnykovich, M., Pisani, E., Gori, F., Re, R. Da, Vicentini, K. & Secco, L. (2020). The Role of Agency in the Emergence and Development of Social Innovations in Rural Areas . Analysis of Two Cases of Social Farming in Italy and The Netherlands. *Sustainability*, 12(4440), 1-25.

Van den Hoven, J. (2012). Human Capabilities and Technology. *Philosophy of Engineering and Technology*, 5, 27-36. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3879-9_2

Van der Merwe, E. & Grobbelaar, S. S. (Saartjie. (2018). Systemic policy instruments for inclusive innovation systems: Case study of a maternal mHealth project in South Africa. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 10(6), 665-682. <https://doi.org/10.1080/20421338.2018.1491678>

Van Der Merwe, E. & Grobbelaar, S. S. S. (2016). Evaluating inclusive innovative performance: The case of the eHealth system of the Western Cape Region, South Africa. *PICMET 2016 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management For Social Innovation, Proceedings*, 344-358. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2016.7806775>

Villa-Enciso, E. M. (2023). *El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84224>

Villalba-Morales, M. L., Ruiz, W. & Robledo, J. (2019). Towards Inclusive Innovation Systems : The Role of the Excluded Groups. *Proceedings - 28th International Conference for the International Association of Management of Technology (IAMOT 2019)*.



CAPITULO 3*

Modelación y simulación como aproximación metodológica

María Luisa Villalba Morales

Grupo de investigación FACEA - Universidad Católica de Oriente
Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
mlvillalbam@unal.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
wlruizca@unal.edu.co

Eliana María Villa Enciso

Departamento de Ciencias Administrativas – Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM
elianavilla@itm.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
jrobledov@unal.edu.co

Introducción

Como consecuencia de la evolución de los estudios en innovación, es necesario contemplar el fenómeno de la innovación como dinámico y sistémico. En este sentido, actualmente se considera la innovación como un proceso complejo de múltiples niveles, en el cual se debe considerar para su estudio

* Este capítulo es parte integral del proyecto denominado "Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial", el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. También es parte integral de las tesis doctorales derivadas del proyecto mencionado, denominadas: a) María Luisa Villalba Morales con C.C. 63.548.366: La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes y; b) Eliana María Villa Enciso con C.C. 43.984.341: El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional.



el contexto donde se desenvuelve, lo que incide en la complejidad del fenómeno, dadas las múltiples variables exógenas y endógenas que se deben tener en cuenta en su análisis (Bruno et al., 2018). Adicionalmente, los diseños metodológicos utilizados para resolver/comprender las complejidades del fenómeno, exigen el uso de técnicas y herramientas holísticas que permitan la incorporación de elementos como análisis de redes y teorías de sistemas, al interior de métodos reflexivos que consientan inducir y deducir paralelismos, divergencias, consistencias y contrastes (Daniel et al., 2018).

Analizar los procesos de innovación requiere formas novedosas en sí mismas, que aborden el problema desde el pensamiento sistémico y complejo, que permitan dilucidar las acciones más efectivas para el logro de los objetivos de la investigación. Por esta razón, es prioritario utilizar elementos del pensamiento sistémico y de la ciencia de la complejidad, así como enfoques teóricos para explorar las estructuras subyacentes claves, los patrones de comportamiento, las condiciones y las relaciones e interacciones, con la finalidad de generar una teoría acerca del fenómeno en estudio (Bibri, 2018).

Sistemas de innovación inclusivos como sistemas complejos adaptables

En la literatura se tiene un avance en cuanto a la caracterización de los sistemas de innovación como sistemas complejos adaptables (SCA) distinguidos por su complejidad (muchas variables), la incertidumbre (variables afectadas por diversos fenómenos) y su dinamismo (varían rápidamente en el tiempo) (Chen et al., 2011; Gilbert et al., 2005); además, un SCA tiene como característica fundamental el aprendizaje y la adaptación en el tiempo (Cooke, 2013; Gilbert et al., 2005; Holland, 1992; Iñigo & Albareda, 2016). Debido a lo anterior se considera la modelación y simulación computacional (MSC) como una herramienta innovadora y adecuada para el estudio de los sistemas de innovación como sistemas complejos adaptables (Cooke, 2013; Holland, 1992; Iñigo & Albareda, 2016; Katz, 2016; Roshany, 2018; Ruiz et al., 2016). Dado que, a través de la modelación y simulación computacional, se pueden realizar estudios acordes a la complejidad de este tipo de sistemas, generando reglas, patrones, comportamientos, enlaces y actores para la comprensión de un fenómeno; lo cual sería casi imposible realizar en un estudio del sistema real (Cadavid, 2015; Quintero Ramírez, 2016; Ruiz-Castañeda, 2016).

Para introducir este estudio es prioritario señalar que los Sistemas de Innovación (SI) han sido ampliamente estudiados en el campo de conocimiento, tanto del fenómeno de la innovación como de los marcos de políticas públicas



de ciencia, tecnología e innovación y su importancia radica fundamentalmente en la dinamización de los procesos que darán como resultado la innovación para la competitividad organizacional, regional, nacional y global (Couto & Cassiolato, 2013; Chris Freeman, 2002; Godin, 2009; Hekkert et al., 2007, 2020; Quintero-Campos, 2010; Ruiz et al., 2016). Algunos estudios mencionan que estos conceptos nacen del “Sistema Nacional de Economía Política” de Friedrich (List, 1841) quien postuló que:

Las fuerzas productivas de los pueblos no solo están condicionadas por la laboriosidad, el afán de ahorro, la moralidad y la inteligencia de los individuos, o por la posesión de los recursos naturales o capitales concretos, sino también por las instituciones y leyes sociales, políticas y civiles, y especialmente por las garantías de permanencia, autonomía y poder de su nacionalidad. Aunque los individuos sean laboriosos, económicos, aptos para el invento y la empresa, morales e inteligentes, cuando no existan la unidad nacional y la división nacional del trabajo y la cooperación nacional de las energías productivas, la nación nunca alcanzará un alto grado de bienestar y potencia, o bien no podrá asegurar la posesión verdadera de sus bienes espirituales, sociales y materiales”, (List, 1841, pág. 100, citado por Gómez Chiñas, 2003, p- 7).

Se aprecia entonces que los conceptos mencionados por el economista alemán dan base y fundamento a lo que se conoce como el Sistema de Innovación (Freeman, 1995) en torno a la necesidad de una unidad nacional y división de trabajo apalancadas por las leyes e instituciones que permitirían una cooperación nacional para el bienestar. Es así como en los años noventa se empieza a mencionar el tema y a desarrollar estudios que permiten dar forma al concepto de sistemas de innovación, logrando una convergencia entre lo mencionado por List, los conceptos de innovación, productividad y competitividad, crecimiento económico y la innovación como factor diferenciador de estos procesos dentro de las naciones.

Edquist, (2001); Freeman, (2002); Freeman et al., (1982); Lundvall, (2010) mencionan por primera vez el concepto de Sistema de innovación, haciendo énfasis no en la organización de la ciencia, sino en la organización del trabajo en red entre empresas en Japón (Freeman, 1987) y también hacen estudios sobre la innovación en países emergentes y vinculan la innovación a múltiples interacciones entre productores y usuarios (Freeman, 1995; Freeman, 1987; Lundvall, 2011). Es desde estos estudios que nace la aceptación del enfoque sistémico de la innovación y posteriormente es desarrollado en términos teóricos, fundamentado en los siguientes elementos: a) debe existir

un conjunto de organizaciones que interactúan entre sí y b) se debe dar la generación de nuevas y/o mejoradas tecnologías y/o modelos y procedimientos organizacionales producto de la acumulación de capacidades (Suárez, 2018). En este sentido, comienza a evolucionar el concepto cuando surgen elementos adicionales que permiten el estudio geográfico o sectorial del sistema (Sistema Nacional de Innovación (SIN), Sistema Regional de Innovación (SRI), Sistema Sectorial de Innovación (SSI), Sistema Global de Innovación (SGI) (Bertolin, 2010; Ekboir & Parellada, 2005).

La concepción sistémica de estos procesos se da principalmente “como una respuesta crítica a la automaticidad de la teoría económica ortodoxa, que concibe la dinámica de producción capitalista como el resultado de la sumatoria lineal y simultánea de decisiones individuales, en un mundo en el que los agentes tienen racionalidad e información perfecta” (Suárez, 2018 p.4). Así entonces se tienen varias definiciones de un Sistema de Innovación: (Perruchas et al., 2005, p.2)

“... la red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías” (Freeman, 1987). “... los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimientos nuevos y económicamente útiles ... y se localizan dentro o en las fronteras de un Estado” (Lundvall, 1992). “... una serie de instituciones cuya interacción determina la capacidad innovadora ... de las empresas de un país”. (Nelson, 1993). “... las instituciones nacionales, sus estructuras de incentivos y sus competencias que determinan la velocidad y la dirección del aprendizaje tecnológico (o el volumen y composición de las actividades generadoras de cambio) en un país”. (Patel y Pavitt, 1994). “... la serie de instituciones que conjuntamente o de forma individual contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías y que proporcionan el marco en el cual los gobiernos forman e implementan políticas para influir en el proceso de innovación. Por tanto, es un sistema de instituciones interconectadas para crear, almacenar y transferir el conocimiento, competencias y artefactos que definen las nuevas tecnologías” (Metcalf, 1995). “... todos los factores económicos, sociales, políticos, organizacionales, y otros que incluyen en el desarrollo, difusión y uso de innovaciones” (Edquist, 1997).

A medida que el concepto evolucionó y se utilizó para realizar estudios de los procesos de innovación, no solo en el nivel nacional (Sistema Nacional de Innovación, SIN), sino también regional (Sistema Regional de Innovación, SRI) y sec-



torial (Sistema Sectorial de Innovación, SSI), se comienza a utilizar la perspectiva sistémica para mejorar la comprensión de los SI, en torno a la adaptabilidad, el aprendizaje, la incertidumbre y la flexibilidad de estos desde la teoría general de sistemas, en la cual se postula que sus propiedades son interdependientes y por tanto se deben estudiar de manera conjunta (agentes, interacciones) para poder comprender el sistema (Bertalanffy, 1976; Castillo, 2004; Suárez, 2018; Weckowicz, 2000). Adicionalmente, en la evolución del estudio del SI, se incluye la teoría de la complejidad que permite estudiar los fenómenos emergentes no lineales (sin correspondencia clara entre causa y efecto), los cuales dan como resultado grandes efectos, o efectos en terceros; razón por la cual los fenómenos emergentes en estos sistemas no se explican solo a partir de los agentes, sino también de las interacciones entre ellos (Cedillo, 2003; Ferràs, 2014).

Con la fundamentación teórica hasta aquí proporcionada, se entiende entonces que los SI tienen características y procesos que no se comprenden de manera fácil por su complejidad y por la diversidad de agentes implicados en ellos, es así que se pueden entender como SCA, ya que además de que sus agentes interactúan entre ellos, tienen la capacidad de aprender (acumulando experiencia) y de adaptarse a las condiciones cambiantes a lo largo del tiempo (Holland, 1992; Ruiz et al., 2016).

Retomando el concepto de sistema de innovación inclusivo (SII), se puede entender que este es en el que se da como resultado la innovación inclusiva. Para los fines de este estudio, la innovación inclusiva es aquella que se dirige a la población excluida, vista como aquella población de la base de la pirámide (Bottom of the Pyramid, BoP, por sus siglas en inglés), que según lo mencionado por diversos autores está conformada por aproximadamente cuatro mil quinientos millones de seres humanos que sobreviven con menos de 4US\$/día (\$1.500US\$/año), lo cual los coloca en un estado de pobreza y vulnerabilidad extrema (Kolk et al., 2014; Prahalad et al., 2012; Prahalad & Lieberthal, 2003).

El concepto trabajado durante las dos últimas décadas propone que se deje de ver a la BoP como víctimas, empoderándolos y generando innovaciones de manera conjunta, para ellos y por ellos (Kolk et al., 2014; OEA, 2016; Prahalad & Lieberthal, 2003). En este sentido, la innovación inclusiva se define como: “proceso innovador a través del cual instituciones y sociedad civil generan productos, servicios e ideas de alta calidad a un costo muy bajo, incluyendo y beneficiando a personas en situación de vulnerabilidad, para su sustento y consecuente desarrollo” (OEA, 2016, párr. 14).

La innovación inclusiva nace como una respuesta a los problemas del desarrollo, especialmente en países con economías emergentes, en donde las condiciones de pobreza, escasez, desigualdad e inequidad son prevaletes (George et al., 2012; Mashelkar, 2013; Patiño-Valencia et al., 2020; Smith et al., 2014). Como se mencionó en el capítulo anterior, es un cambio paradigmático en términos del objetivo de la innovación como medio y no como fin en sí misma; de manera que se la considera como medio para lograr la inclusión social, la sostenibilidad y mejorar las condiciones de las poblaciones menos favorecidas.

De acuerdo con lo anterior, se define un SII como el conjunto de actores, instituciones e interrelaciones que contribuyen al surgimiento de la innovación inclusiva (van der Merwe & Grobbelaar, 2018); en el cual los grupos excluidos deben formar parte activa y se pueden representar dentro del sistema como agentes autónomos y heterogéneos que pueden interactuar con otros agentes y el ambiente en donde se desarrolla la innovación inclusiva; además, estos excluidos crean interrelaciones, aprenden y tienen capacidades y roles diferentes dentro del sistema, donde uno de los atributos más importantes para que se logren estas interacciones es la confianza (Villalba et al., 2019). De manera análoga a los sistemas de innovación, un sistema de innovación inclusivo cumple con las características que permitirán analizarlo bajo el enfoque sistémico, complejo y adaptativo de un SCA (Holland, 1992). A continuación, se enlistan las características del SII que permiten utilizar este enfoque:

- 1) Un SII tiene multiplicidad de agentes.
- 2) Los agentes tienen diferentes capacidades y atributos.
- 3) Los agentes pueden tener interrelaciones entre ellos y el ambiente en el cual están inmersos.
- 4) Las relaciones pueden generar cambios en las capacidades y atributos de los agentes.
- 5) Estos cambios permiten el aprendizaje y la adaptación de los agentes.
- 6) Este aprendizaje y adaptación permite a los agentes sobrevivir en el sistema.
- 7) A través de la supervivencia, los agentes presentan propiedades emergentes (nuevas capacidades y atributos).
- 8) Los agentes se comportan bajo el principio de racionalidad limitada (es decir, tienen información incompleta, limitación cognoscitiva de la mente individual y restricción de tiempo para tomar decisiones (González, 2003).

Por tanto, una herramienta metodológica adecuada para realizar análisis de este tipo de sistemas es la modelación y simulación computacional;



ya que como anteriormente se mencionó, permite abordar las características sistémicas, complejas y dinámicas de este tipo de procesos y fenómenos (Gilbert et al., 2005).

La modelación y simulación como método de análisis del fenómeno de la innovación

Analizar la innovación a través de la modelación y simulación tiene como principal propósito mejorar la comprensión sistémica del fenómeno, puesto que este se caracteriza por un alto nivel de complejidad, debido a la participación de múltiples y heterogéneos agentes que interactúan en condiciones específicas del entorno. Por lo tanto, la comprensión del fenómeno de la innovación se puede nutrir con las ventajas de la simulación propuestas por Davis et al. (2007), que se resumen en la Tabla 1.

Con base en ello, y de acuerdo con una revisión de literatura realizada en la base de datos Scopus sobre el uso de la modelación y simulación en el estudio de la innovación, se identificó que el 70% de los trabajos encontrados se enfocan en casos específicos, que de una u otra forma tienen un componente de innovación, mientras que en el 30% restante, el objeto de estudio es la innovación o un componente de esta. De estos resultados, se identificaron los componentes de mayor interés, que son la difusión y los sistemas de innovación (Ver Figura 1).

El método de mayor uso en estos trabajos fue la Simulación Basada en Agentes (88%), debido a la condición de la búsqueda, en la cual se tuvo en cuenta la presencia de agentes como tomadores de decisiones.

Tabla 1. Fortalezas y debilidades de la simulación para el desarrollo de teoría.

Recursos	Elementos/habilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Validez Interna superior a la investigación empírica (permite dar respuestas de “por qué”) • Mejor especificación de las condiciones del entorno • Creación de un entorno controlado para producir nuevas teorizaciones • Permite el estudio de fenómenos longitudinales • Permite el estudio de fenómenos no lineales 	<ul style="list-style-type: none"> • Validez externa (Exclusión de variables) • El resultado puede ser un modelo excesivamente simplista • Puede no capturar aspectos críticos de la realidad.

Fuente: Davis et al. (2007)

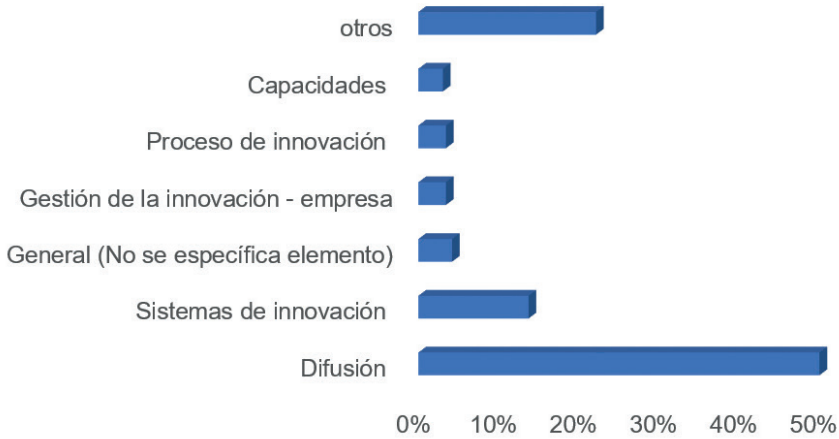


Figura 1. Componentes de la innovación que son estudiados a través de la simulación.

Fuente: elaboración propia

La Simulación Basada en Agentes, además de las ventajas generales de la simulación, también puede ofrecer información adicional de un sistema que otros métodos de simulación como la Dinámica de Sistemas no ofrecen; esto debido a que el primero es capaz de capturar explícitamente la estocasticidad inherente del sistema (Macal, 2010), permitiendo la autonomía, razonamiento, comunicación y coordinación de los agentes (Dongsheng & Yongan, 2018), y de esta interacción a nivel micro puede emerger el nivel macro o agregado (García & Jager, 2011).

Otro aspecto a resaltar de la simulación, y específicamente la Simulación Basada en Agentes para el estudio del fenómeno de la innovación, es que permite representar diferentes teorías existentes sobre innovación, tales como la difusión de Roger (García & Jager, 2011), la teoría de capacidades de innovación (Hülsmann et al., 2011), la teoría de redes (Gilbert et al, 2001; Ruan & Ruan, 2012; Mahmoudzadeh & Alborzi, 2017), los sistemas de innovación (Ruiz et al., 2016), entre otras.

La literatura que evidencia el estudio de la innovación inclusiva a través de la Simulación Basada en Agentes aún es muy incipiente. Un trabajo que se aproxima a ello es el realizado por Gras, Dutrénit, & Vera-Cruz (2017), quienes proponen el modelamiento de la innovación inclusiva, pero desde el análisis de proyectos específicos y no desde la perspectiva de sistemas de innovación.



Propuesta metodológica para el análisis de los sistemas de innovación inclusivos como sistemas complejos adaptables

Los sistemas de innovación son considerados SCA (Ruiz et al, 2016) que requieren de la construcción de diferentes marcos analíticos para su estudio (Uribe et al, 2016). Además, estos permiten llegar más allá de la interpretación del contexto y comprender el comportamiento de sus agentes, no solo en un análisis estático o histórico, sino también en un análisis prospectivo (Uriona Maldonado & Grobbelaar, 2017).

La dinámica de inclusión en los sistemas de innovación requiere ser analizada desde una perspectiva sistémica, puesto que el fenómeno de la innovación inclusiva se produce siempre y cuando haya interacción entre los diversos actores del sistema (Alzugaray et al., 2013). También es necesario revisar los vínculos entre el conocimiento, el sistema de innovación y la inclusión social (Dutrénit & Sutz, 2014).

Ante estas condiciones, toman relevancia los argumentos establecidos por Jianhua et al. (2008), para soportar el uso de la Simulación Basada en Agentes en el estudio de los sistemas de innovación. Resaltando los siguientes: 1) permite estudiar las relaciones entre los diferentes agentes, los cuales tienen comportamientos y condiciones que los diferencian entre sí; 2) permite replicar el comportamiento complejo de la innovación a nivel de micromundo; 3) permite estudiar la evolución del sistema, 4) la acumulación de los comportamientos naturales de los agentes en el micromundo genera el comportamiento dinámico del macromundo; 5) permite la interacción entre agentes y el entorno.

En este sentido, en la literatura se identifican algunas propuestas de modelos de interacción entre agentes heterogéneos, las cuales cuentan con potencialidades que pueden ser aprovechadas, y limitaciones que deben ser superadas para construir un modelo que represente la realidad del fenómeno de la generación de innovaciones inclusivas. Dichas propuestas y análisis de estas se muestran en la Tabla 2.

De acuerdo con las potencialidades de los modelos analizados, es posible aprovechar algunos aspectos ya validados en ellos, tales como la existencia de capacidades diferenciales según el tipo de agente, los procesos de aprendizaje, los costos de transacción y algunas características que aplican para la innovación inclusiva (propuesto por Ruiz et al. (2016)), y el origen de las innovaciones inclusivas en una necesidad social, propuesto por Gras et al. (2017). Sin embargo, las limitaciones evidencian aspectos que requieren ser superados, tales como los tipos de innovación, los tipos de relaciones, la temporalidad de las oportunidades de innovación y los resultados esperados de las innovaciones.

Tabla 2. Propuestas de modelos basados en agentes de interacción entre agentes heterogéneos

Modelo	Propo- nentes	Algunos Trabajos posterio- res	Enfoque	Potencialidades para el análisis de la innovación inclusiva	Limitaciones para el análisis de la innova- ción inclusiva
SKIN (Simulating Knowledge Dynamics in Innovation Networks)	Gilbert et al (2001)	Pyka & Gilbert (2007) Schrempf & Ahrweiler (2012)	Innovación competitiva /proyectos de I+D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Heterogeneidad de los agentes 2. Los agentes cuentan con capacidades y habilidades 3. Existe un proceso de aprendizaje 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las innovaciones están relacionadas con la obtención de patentes 2. Enfocado en proyectos de I+D 3. Modelo de innovación: technology push
Híperciclos	Padgett (1997)	Padgett, Lee & Collier (2003) Watts & Binder (2012)	Innovación competitiva /cadenas productivas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Heterogeneidad de los agentes 2. Los agentes cuentan con capacidades 3. Existe un proceso de producción y aprendizaje 4. Los agentes interactúan con el entorno 5. Tipo de aprendizaje: learning-by-doing 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las innovaciones están relacionadas con un solo tipo de producto 2. Limitaciones de las relaciones de los agentes solo a los más cercanos y no de acuerdo a las capacidades requeridas para generar innovaciones
Sistemas de Innovación	R u i z et al (2016)	Quintero, Ruiz & Robledo, (2017)	Innovación competitiva/sistemas de innovación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Heterogeneidad de los agentes/ se incluyen los intermediarios 2. Modelo de innovación: technology push; market pull 3. Los agentes cuentan con capacidades diferenciables y variables 4. Los agentes tienen procesos de aprendizaje y desaprendizaje 5. Se consideran los costos de transacción 6. Lógica de modelo enfocada en el aprovechamiento de oportunidades de innovación de cualquier tipo 7. Considera la comparación del nivel de capacidades de los agentes para la generación de vínculos para aprovechar la oportunidad de innovación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las oportunidades de innovación son temporales 2. No existen tiempos de espera para la generación de condiciones para el tipo de innovación inclusiva 3. El éxito de la innovación se mide con el beneficio económico



<p>Modelo de innovaciones inclusivas</p>	<p>G r a s (2012)</p>		<p>Innovación inclusiva/ innovaciones orientadas a la inclusión social</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contempla características de la innovación inclusiva. 2. Enfoque pro-poor innovations 3. El modelo parte de la identificación de necesidades sociales 3. Mayor número de agentes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El modelo está basado en el desarrollo de proyectos específicos de innovación inclusiva 2. Limitado a innovaciones de producto en el sector salud 3. Los agentes identificados corresponden a los relacionados con los proyectos analizados 4. Aunque el modelo parte de una necesidad social, el flujo del proceso se centra en los ejecutores de los proyectos, más no en la dinámica de los sistemas de innovación, por lo que ubica a los proyectos como una condición específica que generalmente surge desde las universidades
--	-----------------------	--	--	--	--

Conclusiones

La inclusión, como característica relevante en los procesos de innovación, ha venido ganando importancia al mismo tiempo que la necesidad latente de mejorar las condiciones que ubican a ciertos grupos de personas en contextos de desigualdad y pobreza. Evidencia de ello es el crecimiento acelerado de las publicaciones en torno a la temática y el establecimiento de directrices mundiales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, para propender la aplicación de estrategias que conlleven a dar solución a las problemáticas mencionadas. Sin embargo, la literatura existente sobre innovación inclusiva, que aún está emergiendo, se ha enfocado en el levantamiento de evidencia empírica y la generación de los conceptos que la componen. Por ello, aún no es posible identificar aportes claros que permitan comprender el fenómeno de forma sistémica y estudiar a fondo cómo es la dinámica y evolución de los sistemas de innovación cuando pretenden ser inclusivos.

Ante estas limitaciones y como se ha mencionado en los apartados anteriores, la modelación y simulación se convierte en una alternativa propicia para analizar el fenómeno, principalmente porque se ha evidenciado que es útil para estudiar la innovación y sus respectivos componentes; así como las características de la innovación inclusiva. Es decir, con la modelación es posible representar la complejidad de los sistemas de innovación inclusivos, desde sus componentes (actores) y su heterogeneidad, las interacciones que se dan entre ellos, hasta las condiciones internas y externas de este fenómeno.

En este sentido, se resaltan algunas características y supuestos que enriquecerán las propuestas actuales para el estudio de los sistemas de innovación, tales como: la participación de la comunidad en el desarrollo de la innovación, la necesidad de generar lazos de confianza, la importancia de la existencia de actores como los intermediarios, las Instituciones de Educación Superior y las empresas, los procesos de generación de capacidades y aprendizaje, la necesidad de una perspectiva bottom-up y las condiciones del contexto en el cual se generan las innovaciones inclusivas.

Por ello, se vislumbra un amplio campo de investigación en torno a comprensión sistémica de la inclusión en los sistemas de innovación. El trabajo inmediato que surge, luego del presente trabajo, es la construcción del modelo computacional de la hipótesis sistémica propuesta. Para ello, se requiere completar las etapas de construcción de modelos de Simulación Basada en Agentes y robustecer con información empírica que permita comprender mejor el fenómeno estudiado.



Referencias

Alzugaray, S., Mederos, L. & Sutz, J. (2013). Investigación e innovación para la inclusión social: La trama de la teoría y de la política. *Isegoria*, 48, 25-50. <https://doi.org/10.3989/isegoria.2013.048.02>

Bertalanffy, L. Von. (1976). Teoría general de los sistemas. *Teoría General de Sistemas: fundamentos, desarrollo y aplicaciones*, 1-37.

Bertolin, J. (2010). *Parques Científico-Tecnológicos como inno-coectores con el Sistema Global de Innovación*. Juan A. Bertolin.

Bibri, S. E. (2018). *Systems Thinking and Complexity Science and the Relevance of Big Data Analytics, Intelligence Functions, and Simulation Models*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73981-6_6

Bruno, B., Faggini, M., & Parziale, A. (2018). Innovation Policies: Strategy of Growth in a Complex Perspective. *Social Dynamics in a System Perspective*, 65-84. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61967-5_4

Cadavid, D. L. (2015). Aproximación metodológica al análisis de la difusión de innovaciones en productos que utilizan tecnologías limpias considerando elecciones individuales de adopción. [Tesis doctoral en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional].

Castillo, E. L. R. (2004). El sistema nacional de innovación : Un análisis teórico-conceptual. *Opción*, 20 (45), 94-117.

Cedillo, J. P. (2003). La innovación como un fenómeno evolutivo: Implicaciones para la economía y las políticas públicas asociadas. *Interciencia*, 28(6), 355-361.

Chen, S.-H., Cioffi-Revilla, C., Gilbert, N., Kita, H., Terano, T., Yamamoto, R., Nakamura, M. & Deguchi, H. (2011). Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems VI. En *Agent-Based Social Systems* (Vol. 8, Número 3). <https://doi.org/10.1007/978-4-431-53907-0>

Cooke, P. (2013). Complex Adaptive Innovation Systems: Relatedness and transversality in the evolving region. En *Complex Adaptive Innovation Systems: Relatedness and Transversality in the Evolving Region*. <https://doi.org/10.4324/9780203126615>

Couto, M. & Cassiolato, J. E. (2013). Innovation Systems and Inclusive Development: Some evidence based on empirical work. *International Wor-*

kshop and Journal Special Issue on «New Models of Innovation for Development», 1-21.

Daniel, L., Medlin, C. J., O'Connor, A., Statsenko, L., Vnuk, R. & Hancock, G. (2018). *Deconstructing the Entrepreneurial Ecosystem Concept*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63531-6_2

Davis, J. P., Eisenhardt, K. M. & Bingham, C. B. (2007). Developing theory through simulation methods. *Academy of Management Review*, 32(2), 480-499. <https://doi.org/10.5465/AMR.2007.24351453>

Dongsheng, Y. & Yongan, Z. (2018). Innovation Based on Multi-Agent Method. International Conference on Computer Science and Software Engineering, 528-531.

Dutrénit, G. & Sutz, J. (2014). Introduction to national innovation systems, social inclusion and development. National Innovation Systems, Social Inclusion and Development: The Latin American Experience, 1-14. <https://doi.org/10.4337/9781782548683.00005>

Edquist, C. (1998). Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations. *Long Range Planning*, 31(2), 333. [https://doi.org/10.1016/s0024-6301\(98\)90244-8](https://doi.org/10.1016/s0024-6301(98)90244-8)

Ekboir, J. & Parellada, G. (2005). Algunas reflexiones respecto a los sistemas de innovación en la era de la globalización. IES.

Ferràs, X. (2014). Inicio | INNOVACIÓN 6.0. Blog. <https://xavierferras.com/>

Freeman, Chris. (1995). The «national system of innovation» in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035309>

Freeman, Chris. (2002). Continental, national and sub-national innovation systems - Complementarity and economic growth. *Research Policy*, 31(2), 191-211. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00136-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00136-6)

Freeman, Christopher. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter. <https://www.amazon.com/Technology-Policy-Economic-Performance-Lessons/dp/0861879287>

Freeman, Christopher, Clark, J. & Soete, L. (1982). *Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development*. Frances Pinter.

García, R. & Jager, W. (2011). From the Special Issue Editors:



Agent-Based Modeling of Innovation Diffusion. *Journal of Product Innovation Management*, 28(2), 148-151. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00788.x>

George, G., Mcgahan, A. M. & Prabhu, J. (2012). Innovation for Inclusive Growth: Towards a Theoretical Framework and a Research Agenda. *Journal of Management Studies*, 49(4), 661-683. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2012.01048.x>

Gilbert, N. & Troitzsch. (2005). *Simulation for the social scientist*. Open University Press.

Godin, B. (2009). National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. *Science, Technology, & Human Values*, 34(4), 476-501. <https://doi.org/10.1177/0162243908329187>

Gómez Chiñas, C. (2003). De Adam Smith a List , ¿ del libre comercio al proteccionismo ? *Aportes*, VIII(024), 103-113.

González, W. J. (2003). *Racionalidad, historicidad y prediccion en Herbert A. Simon*. En *Racionalidad, historicidad y prediccion*. <https://doi.org/10.4272/84-9745-021-3>

Gras, N., Dutrénit, G. & Vera-Cruz, M. (2017). Innovaciones inclusivas: un modelo basado en agentes. En Rodríguez & Gómez (Ed.), *El proceso de modelado en economía y ciencias de la gestión*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H. & Negro, S. O. (2020). Mission-oriented innovation systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34(Enero), 76-79. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.11.011>

Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S. & Smits, R. E. H. M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>

Holland, J. H. (1992). Complex Adaptive Systems. *Daedalus*, vol. 121, 17-30.

Hülsmann, M., Tilebein, M., Cordes, P. & Stolarski, V. (2011). Cognitive diversity of top management teams as a competence-based driver of innovation capability: How to decode its contribution comprehensively. *Strategies and Communications for Innovations: An Integrative Management View for Companies and Networks*, 37-50. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17223-6_4

Iñigo, E. A., & Albareda, L. (2016). Understanding sustainable innovation as a complex adaptive system: A systemic approach to the firm. *Journal of Cleaner Production* (Vol. 126, pp. 1-20). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.036>

Jianhua, L., Wenrong, L. & Xiaolong, X. (2008). Research on Agent-based Simulation Method for Innovation System. *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, 431-434.

Katz, J. S. (2016). What is a complex innovation system? *PLoS ONE*, 11(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156150>

Kolk, A., Rivera-Santos, M. & Rufín, C. (2014). Reviewing a Decade of Research on the «Base/Bottom of the Pyramid» (BOP) Concept. *Business and Society*, 53(3), 338-377. <https://doi.org/10.1177/0007650312474928>

List, F. (1841). *The National System of Political Economy*. Online Library of Liberty.

Lundvall, B.-Å. (2011). Notes on innovation systems and economic development. *Innovation and Development*, 1(1), 25-38. <https://doi.org/10.1080/2157930x.2010.551064>

Lundvall, B. Å. (2010). National systems of Innovation: Toward a theory of Innovation and Interactive Learning. En *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers. <https://doi.org/10.7135/UPO9781843318903>

Macal, C. M. (2010). To Agent-Based Simulation from System Dynamics. *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*. B. Johansson, S. Jain, J. Montoya-Torres, J. Hagan, and E. Yücesan, eds., 371-382.

Mashelkar, R. A. (2013). Emerging Paradigm for Accelerated Inclusive Growth with a Sustainable Energy Future: More from Less for More.

Metcalfe, J. S. (1995). Technology systems and technology policy in an evolutionary framework. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 25-46. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035307>

Nelson, R. R. (1993). National innovation systems : a comparative analysis, 541.

OEA. (2016). *Innovación Inclusiva: Una ventaja derivada de los avances científicos y tecnológicos del siglo XXI*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.



Patel, P., & Pavitt, K. (1994). National innovation systems: Why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology*, 3(1), 77–95. <https://doi.org/10.1080/10438599400000004>

Patiño-Valencia, B., Villalba, M. L., Acosta-Amaya, M., Villegas-Arboleda, C. & Calderón-Sanín, E. (2020). Towards the conceptual understanding of social innovation and inclusive innovation: a literature review. *Innovation and Development*, 0(0), 1-22. <https://doi.org/10.1080/2157930x.2020.1859215>

Perruchas, F., Yegros-Yegros, A., Castro Martínez, E., & Fernández de Lucio, I. (2005). La investigación sobre «Sistemas de Innovación»: radiografía realizada a través del análisis de las publicaciones científicas en bases de datos internacionales. *Revista do Centro de Ciencias Administrativas*, 11(1), 51-63.

Prahalad, C. K., Di Benedetto, A. & Nakata, C. (2012). Bottom of the pyramid as a source of breakthrough innovations. *Journal of Product Innovation Management*, 29(1), 6-12. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00874.x>

Prahalad, C. K. & Lieberthal, K. (2003). The End of Corporate Imperialism. En *Harvard Business Review*, vol. 81, núm. 8 SPEC. ISS.

Quintero-Campos, L. J. (2010). Aportes teóricos para el estudio de un sistema de innovación. *Innovar*, 20(38), 57-76.

Quintero Ramírez, S. (2016). *Aprendizaje en los sistemas regionales de innovación: Un modelo basado en agentes*.

Roshany, S. (2018). Application of Agent Based Modeling in the Analysis of Complex Social Systems: The Methodology of Innovation Systems Analysis. *Science and Technology Policy Letters*, 8(2), 59-70.

Ruiz-Castañeda, W. (2016). Análisis del impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación: Una propuesta desde el modelado basado en agentes. [Tesis de doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Medellín].

Ruiz, W., Quintero, S. & Robledo, J. (2016). Impacto de los Intermediarios en los Sistemas de Innovación. *Journal of Technology Management and Innovation*, 11(2), 130-138. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242016000200013>

Smith, A., Fressoli, M. & Thomas, H. (2014). Grassroots innovation movements: Challenges and contributions. *Journal of Cleaner Production*,

63, 114-124. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.025>

Uribe, J., Quintero, S. & Giraldo, D. (2016). Modelo de simulación y análisis de redes en los sistemas regionales de innovación. *Cuaderno Activa*, 8, 131-141.

Suárez, D. (2018). *El enfoque de los sistemas de innovación**.

Uriona Maldonado, M. & Grobbelaar, S. (2017). System Dynamics Models in the Innovation Systems domain : A review System Dynamics Models in the Innovation Systems domain : A review. *15th Globelics International Conference – Athens, Greece*.

Van der Merwe, E. & Grobbelaar, S. S. (Saartjie. (2018). Systemic policy instruments for inclusive innovation systems: Case study of a maternal mHealth project in South Africa. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 10(6), 665-682. <https://doi.org/10.1080/20421338.2018.1491678>

Villa-Enciso, E. M. (2023). El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional [Tesis de doctorado en Ingeniería, Industria y Organizaciones, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84224>

Villalba, M. L., Lugo, W., Castañeda, R. & Robledo Velásquez, J. (2019). *Towards inclusive innovation systems: the role of the excluded groups Learning in regional innovation systems: An agent-based model View project Technology transfer model for agricultural production chains: Comparative analysis of coffee and avocado chain*.

Weckowicz, T. E. (2000). *A Pioneer of General Systems Theory*.



Parte 2.

Sistemas de innovación
inclusivos. Casos empíricos



CAPÍTULO 4*

Modelo conceptual y computacional de los sistemas de innovación inclusivos para el análisis de su emergencia

María Luisa Villalba Morales

Grupo de investigación FACEA - Universidad Católica de Oriente
Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
mlvillalbam@unal.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
wlruizca@unal.edu.co

Eliana María Villa Enciso

Departamento de Ciencias Administrativas – Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM
elianavilla@itm.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
jrobledov@unal.edu.co

Introducción

Las teorías expuestas en los capítulos anteriores evidencian el estado incipiente en cuanto a la comprensión de la emergencia de los sistemas de innovación inclusivos, principalmente debido a que la literatura disponible ofrece

* Este capítulo es parte integral del proyecto denominado “Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial”, el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. También es parte integral de las tesis doctorales derivadas del proyecto mencionado, denominadas: a) María Luisa Villalba Morales con C.C. 63.548.366: La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes y; b) Eliana María Villa Enciso con C.C. 43.984.341: El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional (Villa-Enciso, 2023)



información limitada y estática. Esta información no es suficiente para realizar análisis evolutivos, como es el caso de la emergencia de un sistema, esto debido a la dificultad de contar con datos longitudinales que muestren los cambios y patrones que se pueden generar de la autorregulación del sistema de innovación inclusivo. Por lo tanto, y siguiendo las pautas establecidas en la modelación basada en agentes, el presente capítulo propone el desarrollo de un modelo conceptual y computacional que sirva para representar los sistemas de innovación inclusivos.

Para comprender el fenómeno de la emergencia de los sistemas de innovación inclusivos se da respuesta a cuatro preguntas iniciales, las cuales son:

¿Cuál es la pregunta que se está explorando?

El modelo busca posibilitar la exploración de respuestas a la pregunta: ¿cómo emerge un sistema de innovación inclusivo?

¿Qué se quiere modelar?

Se quiere modelar un sistema de innovación inclusivo que emerge de la interacción entre agentes heterogéneos en sus direccionalidades y capacidades. Entre estos agentes se encuentran aquellos que hacen parte de los sistemas de innovación convencionales y nuevos agentes como los intermediarios inclusivos y los excluidos (estos últimos como los agentes de interés de la investigación).

A través del modelo se busca representar cómo estos agentes se movilizan para aprovechar las oportunidades de innovación y dar respuestas a las necesidades de los excluidos. De esta manera, establecen relaciones complementarias en las cuales ponen en acción sus capacidades y se vinculan en procesos de enseñanza aprendizaje, con el fin de innovar conjuntamente. Se espera que esta dinámica conlleve al surgimiento de los sistemas de innovación inclusivos y el modelo puede ayudar a explorar las condiciones más propicias para que esto emerja.

Relación de las anteriores respuestas con la teoría y supuestos fundamentales

Las respuestas a las preguntas ¿Qué ideas se requieren examinar? ¿Cuál es el estado del arte asociado a modelos de sistemas de innovación y/o innovación inclusiva? ¿Qué se quiere modelar? y ¿Cuál es la pregunta que se está explorando? son las bases para representar un sistema de innovación inclusivo, soportado por bloques teóricos provenientes de diversos postula-



dos que, al relacionarse, permiten construir un modelo conceptual específico que represente los sistemas de innovación inclusivos. Estos bloques teóricos corresponden al tercer mecanismo de los sistemas complejos adaptables propuestos por Holland (1992).

Partiendo de la propuesta de Ruiz-Castañeda (2016), se identifican los elementos principales del sistema de innovación que permiten representarlo. Estos son: el entorno, las oportunidades de innovación, la función, las capacidades, los agentes y el desempeño del sistema; cada uno de ellos soportado por bloques teóricos. Siguiendo esta propuesta, se ilustran en la Figura 1 estos mismos elementos para los sistemas de innovación inclusivos y se establecen los supuestos fundamentales del modelo.

- **SUPUESTO 1.** El cumplimiento de la función inclusiva del sistema de innovación (generar, difundir y usar conocimiento de C&T y Tradicional) se distribuye entre los diferentes agentes que lo conforman, de acuerdo con las capacidades que cada uno de ellos tiene. Cada agente puede aportar a uno o varios componentes de la función inclusiva.
- **SUPUESTO 2.** En los sistemas de innovación inclusivos se conserva la perspectiva adoptada por Ruiz-Castañeda (2016) con relación a la configuración del sistema (relación entre función, agentes y capacidades), los principios de localización y cercanía geográfica, las capacidades de innovación (investigación, desarrollo, vinculación, difusión, producción y mercadeo), la existencia de oportunidades de innovación y la existencia de costos de transacción. Elementos que son adaptados a las condiciones que representa la inclusión en un sistema de innovación.
- **SUPUESTO 3.** Las oportunidades de innovación que existen en el entorno de un sistema de innovación inclusivos no son únicamente las de innovación convencionales según Ruiz-Castañeda (2016), también existen necesidades y problemas sociales (de la comunidad de excluidos) que requieren y pueden ser solucionados a través de innovaciones. Esto permite afirmar que en el entorno de un sistema de innovación inclusivo existen necesidades – N, oportunidades – O, problemas – P e ideas – I que serán aprovechadas o resueltas por los diferentes agentes del sistema. Para ello, cada NOPI está determinada por un conjunto de atributos que reflejan las capacidades que deben tener los agentes para poderlas aprovechar, capacidades de innovación y capacidades para la inclusión. Esto se representa con dos vectores, cada uno de 6 posiciones, los cuales serán explicados en el modelo conceptual.

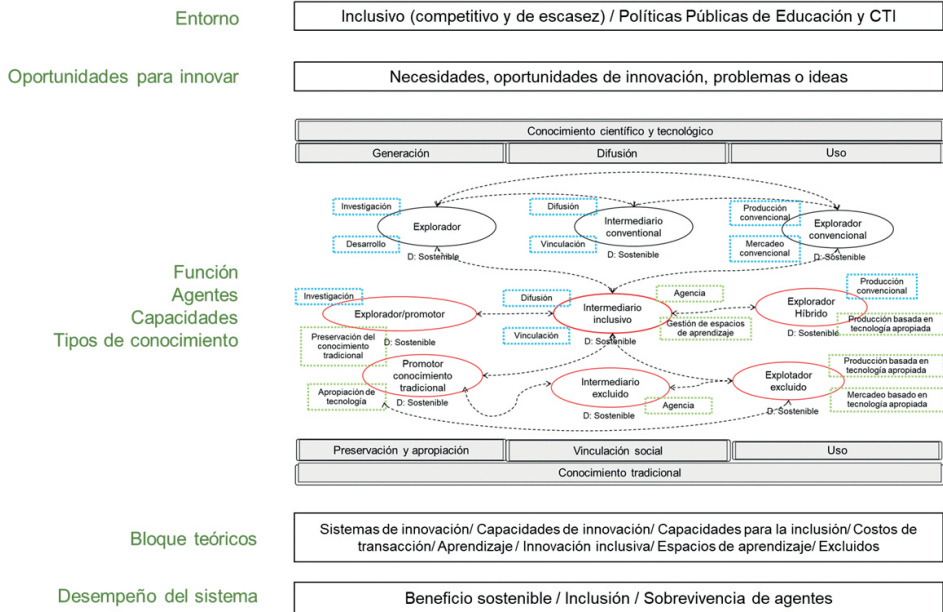


Figura 1. Elementos del sistema de innovación inclusivo y los bloques teóricos que lo soportan
Fuente: (Villalba, 2023).

- **SUPUESTO 4.** Para que los sistemas de innovación sean inclusivos, los agentes que aprovechan las NOPI deben desarrollar también capacidades para la inclusión, refiriéndose a capacidades que aportan al cumplimiento de la función inclusiva del sistema, es decir, capacidades que permitan que los excluidos sean parte activa de las dinámicas de innovación (preservación del conocimiento tradicional, apropiación de tecnología, agencia, gestión de espacios de enseñanza aprendizaje, producción basada en tecnología apropiada y mercadeo basado en tecnología apropiada).
- **SUPUESTO 5.** Cada agente, por ser autónomo, decide por sí mismo su interés sobre el tipo de innovación que quiere aprovechar. Este interés está representado por las dimensiones: económica, social y ambiental. En este sentido, cada una puede tener una posición específica. Lo anterior se reconocerá en el presente modelo como “direccionalidad”, y se representa por un vector de tres posiciones.
- **SUPUESTO 6.** En el sistema de innovación inclusivo se reconocen 12 capacidades, por lo cual, el número de tipos de agentes que se puede generar corresponde a la combinatoria de estas. En la Figura



1 se muestran solo los nueve tipos de agentes extremos del espectro posible, estos son: 1) los que realizan explotación, difusión y uso del conocimiento científico, 2) los que realizan la preservación del conocimiento tradicional, y 3) los agentes híbridos que explotan, difunden y usan los dos tipos de conocimiento.

• **SUPUESTO 7.** En concordancia con lo establecido por Gupta (2012), los agentes excluidos de un sistema pueden aportar desde sus conocimientos (conocimiento tradicional) a la generación de innovaciones. Esto lo hacen a través de su participación en procesos de enseñanza aprendizaje, los cuales son coordinados por los agentes que tengan la capacidad de gestión de espacios de enseñanza aprendizaje.

El Modelo Conceptual

A partir de los supuestos fundamentales descritos anteriormente y siguiendo los postulados de Holland (2004), se construye un modelo conceptual que representa la dinámica de los sistemas de innovación inclusivos y permite analizar su emergencia (ver Figura 2); principalmente porque muestra cómo se da la interacción de los agentes heterogéneos (incluyendo los excluidos) para cumplir con la función inclusiva del sistema a través del aprovechamiento de necesidades, oportunidades e ideas existentes. También se identifican los elementos que inciden en la dinámica y que son explicados en el siguiente apartado.

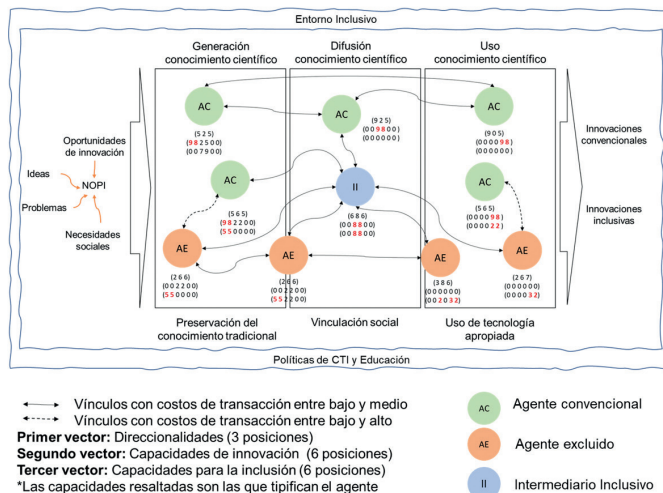


Figura 2: Modelo conceptual de la dinámica de los sistemas de innovación inclusivos. Fuente: (Villalba, 2023).

El Modelo Computacional

El modelo computacional corresponde a una solución analítica matemática para resolver el problema sobre cómo emergen los sistemas de innovación inclusivos, puesto que este es considerado un sistema complejo adaptable, para el cual, soluciones analíticas simples e intuitivas no son suficientes. Para la formulación del modelo computacional se toma como punto de partida el modelo conceptual propuesto en el capítulo anterior y en este capítulo se describe, operacionalmente, cada elemento que conforma el modelo computacional y las respectivas reglas de decisión de los agentes que determinarán la dinámica del sistema de innovación inclusivo, al igual que se realiza la verificación computacional del modelo.

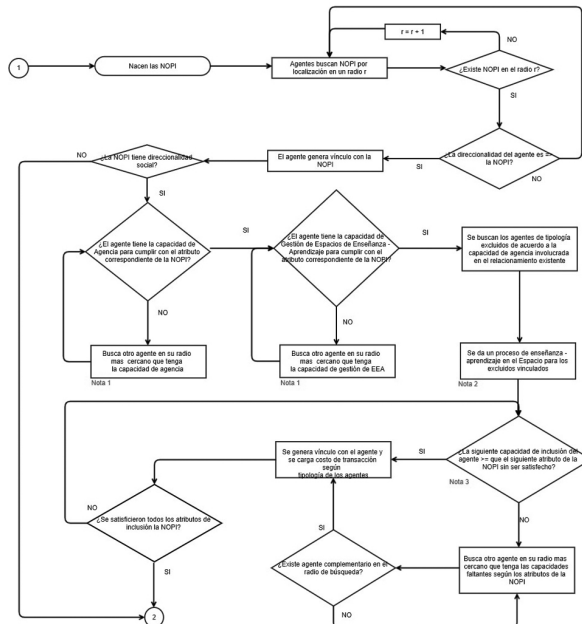
El micromundo simulado se activa con la aparición de las NOPI, las cuales pueden ser sociales o convencionales. Luego, los agentes realizan una búsqueda de NOPI según su localización (primera regla de decisión). El agente hace vínculo con la NOPI siempre y cuando sus direccionalidades (económica, social y ambiental) sean iguales o superiores a las de la NOPI; de lo contrario, el agente permanece en la búsqueda de otras NOPI (segunda regla de decisión).

La tercera regla de decisión es la que permite diferenciar el camino de la inclusión del camino netamente económico, puesto que, si la direccionalidad de la NOPI es social, las capacidades que se requieren para ser aprovechada incluyen tanto el vector de capacidades de innovación, como el vector de capacidades para la inclusión. En cualquiera de los dos casos, aquí entra en juego la regla de la complementariedad entre los agentes, donde se irán vinculando los agentes que cuenten con las capacidades necesarias o superiores para aprovechar la NOPI.

Entonces, en el camino de la inclusión, la primera capacidad que es requerida es la de Agencia, misma que indica que los excluidos tienen una representación entre los agentes del sistema. Seguido a ello, se identifica el agente que cuente con capacidad de Espacios de Enseñanza-Aprendizaje, y se emplean las capacidades de agencia y gestión de espacios de enseñanza-aprendizaje en la realización de procesos que permitan aumentar las capacidades de los excluidos, de tal forma que a través de estos procesos, los excluidos puedan ser vinculados al proceso de innovación. Posterior a esto, se prosigue con la regla de la complementariedad, puesto que es necesario encontrar los agentes que aporten el resto de las capacidades de inclusión para satisfacer una NOPI.



Una vez se han completado las capacidades de inclusión, se prosigue con las capacidades de innovación. Este proceso se rige por la dinámica market pull, por lo cual se revisan una a una las capacidades de innovación, desde la explotación hasta la exploración, siguiendo las pautas de los sistemas de innovación propuestas por Ruiz-Castañeda (2016). Cuando estas capacidades también se han completado, quiere decir que se está aprovechando la NOPI, y por ello se prosigue con la repartición de los beneficios para los agentes participantes, según haya sido su aporte y se suman al stock de excedentes de cada uno. En este aprovechamiento también se restan los costos de mantener las capacidades y los costos de transacción de los vínculos realizados. De igual forma, aquellos agentes que suplan una NOPI acumularán las capacidades invertidas y desacumularán las que no, gracias a los procesos de aprendizaje y desaprendizaje. La existencia en el sistema está determinada por el stock de excedentes. El anterior proceso se ilustra en la Figura 3 y la Figura 4 y se amplía su descripción en los siguientes apartados.



Nota 1: Estas capacidades determinan el inicio de la inclusión

Nota 2: Proceso de enseñanza-aprendizaje organizado por el agente que cuenta con la capacidad de gestión de espacios de enseñanza aprendizaje.

Nota 3: Se evalúan las cuatro capacidades faltantes: MA, PA, CT y AT

Figura 3 Diagrama de flujo del modelo (parte 1)

Fuente: (Villalba, 2023)

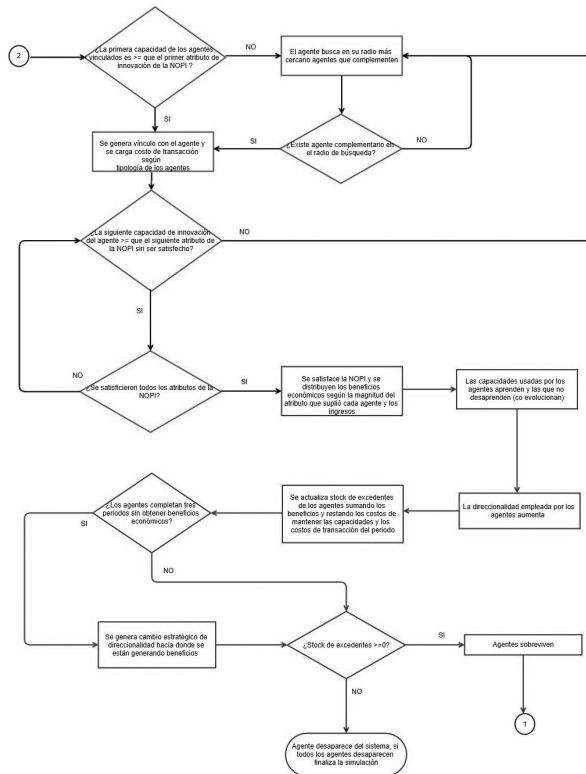


Figura 4. Diagrama de flujo del modelo (parte 2)

Fuente: (Villalba, 2023).

• Las NOPI



Una NOPI se compone de diferentes atributos que dan respuesta a sus características: 1) direccionalidad, 2) requerimientos para poder ser aprovechada por parte de los agentes, 3) beneficios que atribuirá, 4) su ciclo de vida, y 5) posición. Cada uno de estos atributos, se carga en un micromundo de forma aleatoria, y según los valores se podrá dar la clasificación del tipo de NOPI. En la Tabla 1 se detallan los atributos principales y en la Tabla 2 los tipos de NOPI.



Tabla 1. Operacionalización de las NOPI

Atributo	Vector	Descripción	Valores
Direccionalidad = VD	[E S A]	La direccionalidad determina el tipo de NOPI con relación a las dimensiones de la sostenibilidad. Por ello, posee un vector con tres posiciones (Económica, Social y Ambiental). La magnitud de cada direccionalidad es independiente entre sí, y las posibles combinatorias, permiten clasificar a las NOPI de acuerdo con su posición ante la sostenibilidad, así: (ecológica, soportable, viable, sostenible, social, equitativo y económica). Específicamente, para un sistema de innovación inclusivo, el interés es identificar aquellas NOPI que corresponden a problemas de comunidades excluidas (NOPI sociales), y las que no.	Cada posición del vector de direccionalidad puede tomar valores entre 0 y 9. Esta escala es explicada en la regla de la direccionalidad.
Atributos de innovación convencional= VAC	[IIN DE DF VI PC MC]	Este vector representa los niveles de las 6 capacidades de innovación que son requeridas para satisfacer la NOPI.	Cada posición del vector de capacidades de innovación puede tomar valores entre 0 y 9.
Atributos de inclusión = VAI	[CT AT AG EA PA MA]	Este vector representa los niveles de las 6 capacidades para la inclusión que son requeridas para satisfacer la NOPI.	Cada posición del vector de capacidades para la inclusión puede tomar valores entre 0 y 9
Ciclo de vida	Cvida	El ciclo de vida determina el período de tiempo que el entorno inclusivo premia a los agentes que aprovechen una NOPI, mediante el otorgamiento de los beneficios	Los valores posibles no tienen límite, se determinan de forma aleatoria y entregan los beneficios en el tiempo a través de un comportamiento gaussiano
Volatilidad	Vo	Tiempo en el que las NOPI permanecen en el Entorno inclusivo sin ser aprovechadas	Los valores se determinan según el contexto del sistema de innovación. Se define que la volatilidad de las NOPI sociales es mayor a las Convencionales porque hace referencia a problemas básicos que requieren solución.

Tabla 2. Tipos de NOPI

Tipo	Vector	Descripción	Etiqueta
Convencionales	$VD = [E, S, A]$ $S < 4$	Este tipo de NOPI corresponden a aquellas que tienen direccionalidad social por debajo de 4.	
Sociales	$VD = [E, S, A]$ $S \geq 4$	Este tipo de NOPI corresponden a aquellas que tienen direccionalidad social por arriba de 4.	

• Tipología de los agentes







Es la regla que clasifica a cada agente y genera su tipología de acuerdo con las capacidades y las direccionalidades que tenga. Por tratarse de un sistema de innovación inclusivo, es necesario que existan excluidos en el sistema, esto se garantiza ingresando al modelo las condiciones contextuales en el que se encuentra el sistema. Por ejemplo, si se representa un sistema de innovación inclusivo de un país del sur global, como Colombia, se tiene que para el 2021, el índice pobreza monetaria es aproximadamente del 45% en área rural dispersa (DANE, 2021). Estos valores indican que en el sistema se espera que los excluidos sean aproximadamente el 45% de los agentes.

Según el modelo conceptual, en el micromundo, los agentes estarán representados por tres vectores (direccionalidad, capacidades de innovación y capacidades para la inclusión), lo que permite contar con 53 tipos de agentes que resultan de las posibles combinaciones. Aunque todas son contempladas en el modelo, en la Tabla 3 se ilustran las tipologías principales junto con sus respectivas etiquetas y estructuras que dan respuesta a dos de los mecanismos de los sistemas complejos adaptables propuestos por Holland (2004) y que son requeridos para usar la modelación basada en agentes. Esta tipología determina el Costo de Transacción que se presenta en cada vínculo entre agentes y cada posición de todos los vectores puede tomar valores entre 0 y 9. Se resaltan en rojo las capacidades representativas que determinan la tipología.



Tabla 3. Vector de direccionalidad y capacidades según el agente.

okAgente	Vector	Descripción	Etiqueta
Explorador / promotor	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidades en Investigación y desarrollo, al igual que con capacidad de preservación del conocimiento tradicional y apropiación de tecnología.	
Promotor	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidad de preservación del conocimiento tradicional y apropiación de tecnología.	
Explorador	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidades en Investigación y desarrollo.	
Intermediario convencional	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidades de difusión y vinculación entre agentes convencionales del sistema.	
Intermediario inclusivo	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidades de difusión y vinculación entre agentes convencionales del sistema y también con capacidades de agencia y espacio de enseñanza aprendizaje.	
Intermediario excluido	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidades de agencia y espacio de enseñanza aprendizaje.	
Explotador híbrido	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidades de producción y mercadeo, tanto de innovaciones convencionales, como de innovaciones basadas en tecnología apropiada.	

Explotador excluido	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidades de producción y mercadeo basada en tecnología apropiada.	
Explotador convencional	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con capacidades de producción y mercadeo de innova- ciones convencionales.	
Explotador – Intermediario – Explotador convencional	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con las 6 capaci- dades de innovación convencional.	
Explotador – Intermediario – Explotador excluido	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con las 6 capaci- dades para la inclusión.	
Explotador – Intermediario – Explotador híbrido	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que cuenta con las 6 capaci- dades para la inclusión y las 6 capaci- dades de innovación. Reconocido como agente sostenible.	
Los tardíos	VD= [E S A] VCC= [IN DE DF VI PC MC] VCI= [CT AT AG EA PA MA]	Agente que ninguna de sus capaci- dades supera el valor de 4.	

• Localización

Es la regla que le indica con qué prioridad los agentes deben hacer la búsqueda de NOPI para realizar los enlaces. Esta búsqueda se inicia por localización y luego por comparación de la direccionalidad de la NOPI y de los agentes. Este comportamiento ocasiona que, cuando un agente logra identificar una NOPI y tiene una direccionalidad igual que la NOPI, hace el vínculo; de lo contrario, el agente seguirá realizando la búsqueda ampliando el radio. Esta



regla es la primera del diagrama de flujo (ver Figura 5), y para que se dé, es necesario que ya en el micromundo se hayan creado los agentes y las NOPI.

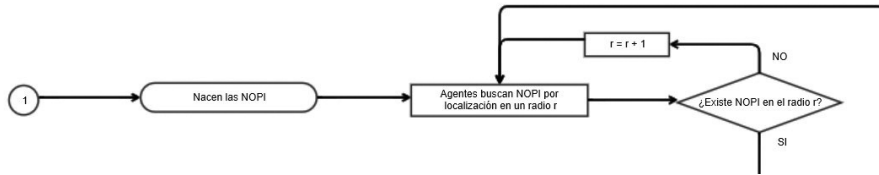


Figura 5. Regla de localización inicial.

De igual forma, esta regla es necesaria cuando un agente logra identificar una NOPI, pero no es capaz de suplirla por sí solo, debido a que no cumple con todas las capacidades en todas las posiciones que satisfagan los atributos de la NOPI, entonces inicia la búsqueda de otro agente, primero por localización y después por complementariedad en sus capacidades.

• *Direccionalidad*

Esta regla es la que define el tipo de dirección que tomará el aprovechamiento de una NOPI, entre convencional o inclusiva, puesto que existen tres direccionalidades (económica, social y ambiental) que son independientes entre sí. En la NOPI, la direccionalidad representa el tipo de problemática; mientras que, en los agentes, la direccionalidad representa la intencionalidad estratégica que determina qué tipo de NOPI aprovecha el agente. Con base en ello, tanto agentes como las NOPI cuentan con un vector de tres posiciones que representa la direccionalidad: E= Económica, S= Social, A= Ambiental

$$VD = [E S A]$$

- **Direccionalidad Económica:** Esta direccionalidad tendrá niveles de 0 a 9, donde 9 representa la intencionalidad más alta de un agente que se desenvuelve bajo las reglas del sistema neoliberal (que puede ser entendido como comportamiento egoísta, que se piensa exclusivamente en el bien propio).

- **Direccionalidad Social:** Esta direccionalidad tendrá niveles de 0 a 9, donde 9 representa la intencionalidad más alta de un agente que, desde su filosofía organizacional está el promover el desarrollo inclusivo, el cual se manifiesta en el core del negocio.
- **Direccionalidad Ambiental:** Esta direccionalidad tendrá niveles de 0 a 9, donde 9 representa la intencionalidad más alta de un agente que, desde su core de negocio desarrolla innovaciones que propenden por el cuidado del medio ambiente.

Estas direccionales no son excluyentes: los agentes pueden tener combinaciones de estas direccionales con valores distintos. En este sentido, un agente que cuente con los valores máximos en las tres direccionales es aquel agente cuya motivación está dada por el desarrollo de innovaciones sostenibles. Según las posibles combinaciones de direccionales, se propone una clasificación de siete tipos de direcciones basadas en la calificación de la The Triple Bottom Line (Elkington, 1998) ampliada por Carter y Rogers (2008).

Con base en ello, para un sistema de innovación inclusivo, es necesario identificar si la NOPI tiene un valor superior a 4 en su direccionalidad social (agentes: netamente sociales, soportables, equitativos y sostenibles). En caso positivo, se activan los requisitos de inclusión de la NOPI, y por ello se genera el camino que busca que los agentes cumplan con las capacidades de inclusión requeridas por la NOPI. En el caso contrario, el camino a seguir corresponde en su totalidad al comportamiento de un sistema convencional, así:

- **Direccionalidad Económica** (segunda posición menor o igual de 4) entonces reproduce el modelo de Ruiz-Castañeda (2016).
- **Direccionalidad Social** (segunda posición mayor de 4) entonces reproduce el modelo sistema de innovación inclusivo (Ver Figura 6).

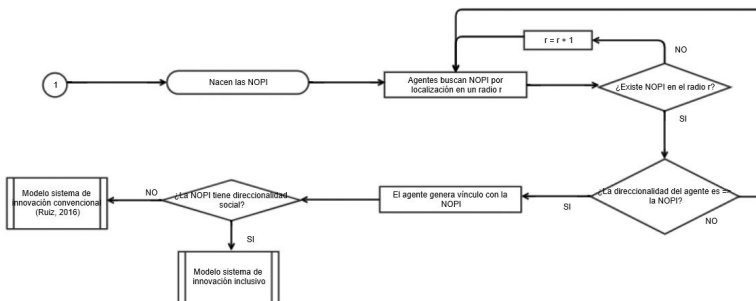


Figura 6. Regla de direccionalidad
Fuente: (Villalba, 2023).



La direccionalidad ambiental no influye en las decisiones anteriores, puesto que es posible que innovaciones convencionales o inclusivas propendan por el cuidado del medio ambiente; por tal razón, para la presente investigación no se identifican unas capacidades particulares para cumplir atributos de NOPI ambientales.

Una vez se aprovechan las NOPI, la magnitud de la direccionalidad de los agentes es influenciada de dos maneras:

1. Para aquellos agentes que aprovecharon la NOPI aumentará la direccionalidad empleada. Esto como un aumento de la motivación por continuar aprovechando NOPI que cuente con dicha direccionalidad.
2. Para aquellos agentes que no aprovechan las NOPI se genera cambio estratégico de direccionalidad, como resultado de fracasos en el aprovechamiento de las NOPI en el tiempo. Esto hace que los agentes se empiecen a interesar por aquellas NOPI con direccionalidad que ofrezcan mayor beneficio. Lo anterior está soportado en que los agentes que aprovechan NOPI con direccionalidad social obtengan mejor desempeño que los que se mueven en la corriente convencional, lo cual puede influenciar el cambio de direccionalidad asociado al aprendizaje de los agentes.

• *Complementariedad*

Esta regla es la que define si se realiza el vínculo entre agentes o no, para suplir los atributos de la NOPI. Los agentes existentes en el micromundo buscan aprovechar las NOPI del entorno inclusivo, ya sea por ellos mismos o mediante la interacción con otros agentes. Este grupo de agentes está formado por agentes del sistema convencional, como universidades, empresas, intermediarios, al igual que por agentes excluidos, clasificados según la tipología descrita en la Tabla 3.

La complementariedad se da según el camino que siga el proceso en cuanto a la inclusión. Si la NOPI a aprovechar es social (direccionalidad social, superior a 4), es necesario lograr complementariedad de los agentes en cuanto a las capacidades para la inclusión, y realizar un proceso de enseñanza-aprendizaje que permita aumentar las capacidades de los excluidos para así poder incluirlos en la dinámica de innovación. Una vez se completen las capacidades para la inclusión o si la NOPI a aprovechar no es social, se completa el ciclo con las capacidades normalmente usadas en el entorno competitivo de acuerdo con el modelo de Ruiz-Castañeda (2016). En este sentido, las reglas de complementariedad son dos:

Complementariedad de las capacidades para la inclusión

Una vez se identifica la NOPI social, la regla de búsqueda de los agentes comienza con aquel agente que tenga la capacidad de agencia (AG), puesto que, quien cuente con esta capacidad será el encargado de promover o incentivar la participación de los excluidos en el sistema de innovación, esto con el fin dar solución a sus propios problemas y necesidades a través de proyectos. Seguida a esta capacidad, el agente verifica que tenga la capacidad de espacio de enseñanza-aprendizaje (EA) requerida por la NOPI; de no tenerla, sale en búsqueda de otro agente que la pueda suplir. Con estas dos capacidades es posible realizar procesos de enseñanza-aprendizaje con los excluidos de acuerdo con las características de la NOPI (este proceso se explica más adelante). Una vez se concluye el proceso de enseñanza aprendizaje, se continúa con la verificación del resto de las capacidades en el orden market pull, es decir, se identifican en tercer y cuarto lugar las capacidades de producción y mercadeo basado en tecnología apropiada (MA y PA), y por último, las capacidades de preservación del conocimiento tradicional y apropiación de tecnología (AT y CT), tal como se ilustra en la Figura 7; que es correspondiente con el diagrama de flujo propuesto (Figura 3 y 4).



Figura 7. Regla de complementariedad capacidades para la inclusión (Villalba, 2023).

Complementariedad de las capacidades de innovación

Para el caso de la complementariedad de las capacidades de innovación, el modelo conserva las reglas de decisión definidas para los sistemas de innovación convencionales establecidas por Ruiz-Castañeda (2016). Lo que corresponde a una búsqueda de agentes complementarios de acuerdo con la dinámica market pull, lo que implica iniciar con las capacidades que respondan a la explotación (mercadeo y producción) hasta llegar a las capacidades de exploración (investigación y desarrollo), tal como se muestra en la Figura 8).

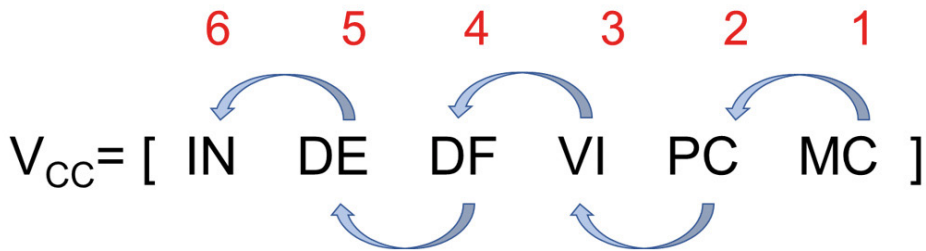
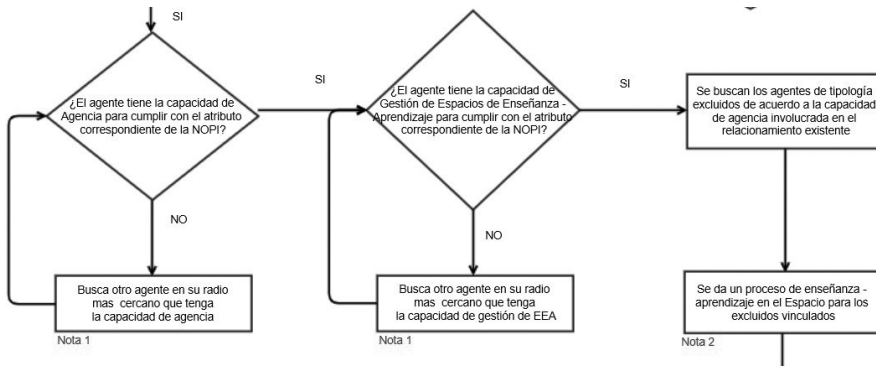


Figura 8. Regla de complementariedad para las capacidades de innovación (Villalba, 2023)

- Proceso de enseñanza-aprendizaje con los excluidos

Este proceso está compuesto de dos reglas principales que tienen como propósito promover que los excluidos hagan parte del sistema y puedan participar en la generación de innovaciones, tanto en aquellas que resuelven sus problemas sociales, como aquellas que son oportunidades de mercado.

En primer lugar se requiere de un agente con la capacidad de agencia (AG), puesto que ella es la que garantiza el reconocimiento de los excluidos como parte del sistema y el agente que posea esta capacidad juega el rol de representante de la comunidad de excluidos y tiene como principal propósito propender el aumento de las capacidades de dicha comunidad. Una vez este agente es identificado, él mismo confirma si posee la capacidad de espacio de enseñanza-aprendizaje (EA). En caso negativo, primero busca un agente que cumpla con el nivel de capacidad requerido por la NOPI y, una vez se realiza el vínculo entre ellos, se hace una búsqueda de agentes excluidos para convocarlos a participar en procesos de enseñanza-aprendizaje que tendrán lugar en el espacio de enseñanza aprendizaje, con el acompañamiento del agente que tiene la agencia de la comunidad excluida. Este proceso se ilustra en la Figura 9.



Nota 1: Estas capacidades determinan el inicio de la inclusión

Nota 2: Proceso de enseñanza-aprendizaje organizado por el agente que cuenta con la capacidad de gestión de espacios de enseñanza aprendizaje.

Nota 3: Se evalúan las cuatro capacidades faltantes: MA, PA, CT y AT

Figura 9. Proceso de enseñanza-aprendizaje con los excluidos

Fuente: (Villalba, 2023).

- Asignación de los beneficios económicos

La asignación del beneficio económico tiene en cuenta la capacidad que involucró cada agente y la magnitud de cada atributo del Vector de Atributos, así como el ciclo de vida de la NOPI (el beneficio será entregado a los agentes que aprovechen la NOPI durante el tiempo que esta exista, y la magnitud con que se entregan los beneficios en el tiempo sigue un comportamiento gaussiano propio de la difusión de las innovaciones) (Ruiz-Castañeda, 2016).

El beneficio social se da solo para aquellas NOPI que tienen direccionalidad social y atañen a su aprovechamiento, puesto que estas corresponden a un problema de la comunidad que está siendo atendido a través del aprovechamiento de la innovación.

Esta regla se complementa con la regla de acumulación de excedentes que según Ruiz-Castañeda (2016) “Esta regla operativa permite que los beneficios se sumen al stock de excedentes de cada agente por período, al cual se le restan los costos de mantener las capacidades y los Costos de Transacción de cada uno de los vínculos” (pág. 79).

- Aprendizaje por uso de capacidades

Esta regla sigue la lógica de aprendizaje por uso de capacidades definida para los sistemas de innovación convencionales (Ruiz-Castañeda, 2016). Consiste



en que cada vez que un agente aprovecha una NOPI, acumula la capacidad que usó en el aprovechamiento de dicha NOPI y desaprende en las capacidades restantes que no usó (el desaprendizaje es una decisión estratégica de los agentes para apuntar a la especialización, se renuncia a ciertos recursos para así no incurrir en los costos de mantenimiento de la capacidad). Lo anterior sustentado en la teoría de crecimiento organizacional a partir del uso de sus recursos, es decir, aprendizaje por el hacer (learning-by-doing) (Penrose, 1959; Wernerfelt, 1984; Barney, 1991).

- Cambio estratégico de direccionalidad

La regla de cambio estratégico de direccionalidad se presenta de acuerdo con los resultados obtenidos en tres periodos; para los agentes que no hayan recibido beneficio económico será posible aumentar la direccionalidad social, con el fin de acceder a un mayor número de NOPI. Cada tres periodos un agente que no recibe beneficios económicos, aumenta en una unidad la direccionalidad social.

- Supervivencia de los agentes

La regla de supervivencia consiste en que los agentes que lleguen a tener un stock de excedentes igual o menor a cero, salen del sistema y no intentan participar nuevamente (Ruiz-Castañeda, 2016).

Parámetros del modelo

El modelo consta de una serie de parámetros que se definen previamente a las simulaciones, según el escenario que se desee analizar. Estos parámetros provienen del sistema de innovación convencional y se complementan con aquellos particulares para los sistemas de innovación inclusivos. En la Tabla 4 se describe cada uno de ellos y se muestra el rango en el cual puede oscilar el valor del parámetro.

Tabla 4. Parámetros del modelo

Parámetro	Descripción	Rango
Número inicial de NOPI	Número de NOPI que aparecen en el micromundo en t0 con coordenadas aleatorias. Los tres vectores de la NOPI ($V_{D'}$, $V_{AC'}$ y V_{AI}) toman valores entre 0 y 9. Solo se diferencia visualmente aquellas NOPI con direccionalidad social (segunda posición del $V_D > 4$).	0 - 100
Número inicial de agentes	Número de agentes que aparecen en el micromundo en t0 con coordenadas aleatorias. Los tres vectores de los Agentes ($V_{D'}$, $V_{CC'}$ y V_{CI}) toman valores entre 0 y 9. La tipología del agente depende de los valores de los vectores $V_{CC'}$ y V_{CI} .	0 - 100
Tasa de nacimiento de NOPI	Tasa a la cual se renuevan las NOPI en el micromundo. Se determina de acuerdo con el contexto en el que se encuentre el sistema de innovación inclusivo.	0 - 100%
Tasa de nacimiento de Agentes	Tasa a la cual nacen nuevos agentes en el micromundo. Se determina de acuerdo con el contexto en el que se encuentre el sistema de innovación inclusivo.	0 - 100%
Factor de aprendizaje por uso de capacidades	Factor que determina la velocidad en que los agentes del sistema son capaces de acumular capacidades. Este valor afecta la ecuación $\frac{K}{1+e^{-\gamma t}}$ que, corresponde a la ecuación de aprendizaje usada en el modelo propuesto por Ruiz-Castañeda (2016).	0 - 1
Factor de des-aprendizaje por uso de capacidades	Factor que determina la velocidad en que los agentes del sistema desacumulan capacidades. Este valor afecta la ecuación $\frac{K}{1+e^{\delta t}}$ que, corresponde a la ecuación de aprendizaje usada en el modelo propuesto por Ruiz-Castañeda (2016).	0 - 1
Factor de aprendizaje por procesos de enseñanza-aprendizaje	Este factor significa la velocidad a la que los agentes del sistema son capaces de aprender como resultado de su participación en procesos de enseñanza aprendizaje. Este factor tiene el mismo comportamiento al factor de aprendizaje por uso, pero es independiente de él.	0 - 1
Stock de excedentes máximo	Este parámetro se puede considerar como los recursos económicos máximos con los que puede nacer un agente en el sistema, siendo este recurso el que le permite sobrevivir. Se incrementa con los beneficios recibidos de aprovechar una NOPI y se reduce por los costos de mantener las capacidades y los costos de transacción.	Sin límites
Tiempo máximo de ciclo de vida de las innovaciones	Las NOPI nacen con un t_{max} , el cual significa el tiempo en que se benefician los agentes que las aprovechen. Al inicio del modelo de simulación se asigna el tiempo máximo y se establece aleatoriamente un valor a cada oportunidad de innovación que surge en el micromundo, desde uno hasta el valor máximo asignado.	Sin límites
Volatilidad máxima de las NOPI	Se asigna un tiempo máximo en el que las NOPI convencionales permanecen en el micromundo sin ser satisfechas; luego de este período las NOPI convencionales desaparecen. Para el caso de las NOPI, por ser necesidades básicas su volatilidad, será mayor a la volatilidad de las NOPI convencionales. De tal forma que estas estén más tiempo en el sistema hasta ser aprovechadas, será mayor a la volatilidad de las NOPI convencionales. De tal forma que estas estén más tiempo en el sistema hasta ser aprovechadas.	Sin límites



<p>Ingreso por atributo</p>	<p>Este parámetro corresponde a la recompensa que recibe cada agente según el uso de las capacidades. Esta recompensa es económica y se acumula en el Stock de Excedentes durante un tiempo aleatorio no superior al tmax siguiendo una distribución gaussiana según la ecuación E2.</p> <p>[E2]</p> $B_{kt} = IA_k * PA_k * e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ <p>Donde</p> <p>Bkt = beneficio por atributo en un período</p> <p>t = período (tick) en proceso</p> <p>k = posición en los vectores de atributos y direccionalidad</p> <p>IAk = ingreso del vector de atributos en la posición k de los vectores de atributos</p> <p>PAk = magnitud del vector de atributos en la posición k del vector de atributos</p> <p>μ = media de la función gaussiana</p> <p>Este factor es tomado de la propuesta de Ruiz (2016)</p>	<p>Sin limites</p>
<p>Costo por capacidad</p>	<p>Costos de mantener una capacidad según el tipo de capacidad de cada los agentes. Este valor se calcula según la ecuación E3</p> <p>[E3]</p> $\sum_{k=1}^m CC_k PC_k = CCV$ <p>Donde:</p> <p>k = posición en los vector de capacidades de un agente</p> <p>m = cantidad de posiciones del vector</p> <p>CCk = costo generado para sostener una capacidad en una posición k en un periodo de tiempo</p> <p>PCk = magnitud del vector de capacidades en la posición k de un agente</p> <p>CCV = costo de mantenimiento del vector de capacidades del agente.</p> <p>Este parámetro es tomado de la propuesta de Ruiz (2016), y ampliado a las 12 capacidades del nuevo modelo</p>	<p>Sin limites</p>
<p>Costo de transacción</p>	<p>Se definen cinco niveles de costo al inicio de la simulación: bajo, medio bajo, medio, medio alto y alto, los cuales se asignan a cada vínculo entre agentes según el tipo de agente, siguiendo lo explicado anteriormente.</p>	<p>0 - 1</p>

Fuente: Villalba (2023).

Verificación y validación del Modelo

Este proceso se realiza con el propósito de garantizar que el modelo computacional cumpla con las reglas propuestas en el diagrama de flujo del modelo conceptual, y que ello representa plausiblemente el comportamiento en la realidad. Esta validación se realiza haciendo uso de cuatro técnicas propuestas por Sargent (2005); dos para la validación conceptual y dos para la validación operacional, tal como se muestran en la Tabla 5 y se describen a continuación:

Técnica	Descripción	Posibilidad de uso en el modelo propuesto	Autores	Selección para el modelo
Comparación con otros modelos	Resultados del modelo se comparan con otros modelos (ya sean analíticos o modelos de simulación ya validados).	Se realizará el análisis comparativo ya que se encuentran disponibles cuatro modelos que permitirán la comparación. Se utilizará para la validación conceptual.	(Robert G. Sargent, 2007) Hartley y Starr (2010)	x
Comparaciones con datos reales	Se realizan comparaciones entre eventos de ocurrencias del modelo vs. el sistema real y se determina su similitud.	Se utiliza para la validación operacional por tener datos del caso real.	(Kleindorfer et al., 1998) (Robert G. Sargent, 1998)	x
Pruebas en condiciones extremas	El modelo y sus resultados deben comportarse de manera análoga a valores extremos e improbables del sistema.	Se utilizará para la validación operacional.	Jarson (2002) Sargent (2007)	x
Métodos históricos	Racionalismo: supone que todo el mundo sabe si los supuestos del modelo son verdaderos. Empirismo: cada suposición y resultado se valida empíricamente. Positivismo: solo requiere que el modelo prediga el futuro sin preocuparse de los supuestos subyacentes.	Se utiliza el método histórico del racionalismo para la validación conceptual.	Kleindorfer et al. (1998) Naylor et al. (1967) Sargent (2007)	x

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores mencionados



a) Método histórico del racionalismo (MHR): (Kleindorfer et al., 1998; Naylor et al., 1967; Robert G. Sargent, 2007), técnica presentada en el apartado anterior, que ofrece la posibilidad de contrastar las afirmaciones y supuestos en los que se estructura el modelo, con premisas que se desprenden de deducciones lógicas, basadas en la teoría. Esto se puede realizar porque se parte de la idea de que la modelización se ha desarrollado de forma no-experimental e intenta representar ciertas teorías sobre el funcionamiento de un sistema social con el objetivo de describirlo y aprender de él, mas no de predecir o prescribir, que son los propósitos de la investigación experimental (Alvarez & Alonso, 2000). Así es que se puede realizar la validación conceptual bajo la corriente del racionalismo, debido a que el modelo se basa en presupuestos aceptados teóricamente y, por tanto, esas evidencias ya aceptadas al ser trasladadas al lenguaje de programación o lenguaje lógico-matemático, obtienen estatus de conocimiento científico válido.

b) Comparación con otros modelos: se realizará la comparación de la conceptualización llevada a cabo con modelos basados en agentes de forma similar, es decir, el modelo se comparará con otros modelos (ya sean analíticos o modelos de simulación ya validados). En este caso, se realizará el análisis comparativo con tres modelos disponibles que permitirán la comparación. Estos modelos son los propuestos y validados en las siguientes tesis: Modelo Ruiz-Castañeda - Quintero (Quintero, 2016; Ruiz-Castañeda, 2016); Modelo Café y aguacate (Quintero, et al., 2019) Modelo Hormechea - Ruiz-Castañeda (Hormecheas, 2021; Ruiz-Castañeda, 2016). Más adelante se explican el procedimiento y los modelos utilizados para la comparación.

La validación operacional se realiza con el fin de determinar si el comportamiento de salida del modelo de simulación cumple plausiblemente con el propósito para el cual fue creado (Sargent, 2005), lo que se traduce en la confianza que genera el modelo para representar la realidad.

c) Pruebas extremas: Estas pruebas consisten en una combinación extrema e improbable de valores de variables y parámetros en el sistema, de los cuales se conoce previamente su comportamiento. Para el modelo propuesto se realizaron tres pruebas:

- Prueba 1: No entrega de beneficios económicos.
- Prueba 2: Sistema de innovación inclusivo sin NOPI sociales.
- Prueba 3: No existencia de procesos de enseñanza aprendizaje.

d) Comparaciones de comportamientos de salida (enfoque 2): Este tipo de prueba hace uso de intervalos de confianza para comparar el comportamiento de salida del modelo de simulación con el comportamiento de salida del sistema real. Esto es posible porque, para el desarrollo de esta investigación, se cuenta con un sistema observable, lo cual permite realizar las comparaciones necesarias entre los resultados del modelo y el comportamiento en la realidad. El sistema real observable corresponde al sistema de innovación del sector agropecuario de una zona Rural de Colombia (municipio La Unión), descrito en el Capítulo 5.



Referencias

Alvarez C., Y. & Alonso M., I. (2000). El proceso de validación de los modelos socio-económicos dinámicos. Universidad de Oviedo. Facultad de Ciencias Económicas, 196.

Carson, I. (2002). Model Verification and Validation. Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference. Retrieved from <https://informs-sim.org/wsc02papers/008.pdf>

Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(5), 360-387. <https://doi.org/10.1108/09600030810882816>

DANE. (2021). *Pobreza monetaria*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-monetaria>

Elkington, J. (1998). *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. New Society Publishers. <https://www.worldcat.org/es/title/cannibals-with-forks-the-triple-bottom-line-of-21st-century-business/oclc/39658832>

Hartley, D. & Starr, S. (2010). Verification and validation. Estimating Impact: A Handbook of Computational Methods and Models for Anticipating Economic, Social, Political and Security Effects in International Interventions, 311-336. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6235-5_11

Holland, J. H. (1992). Complex Adaptive Systems. *Daedalus*, Vol. 121, 17–30. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/20025416>

Hormecheas, K. C. (2021). Representación de efectos de políticas de innovación transformativa en el desempeño sostenible de los sistemas de innovación. [Tesis de maestría en Ingeniería Administrativa, Universidad Nacional].

John S. Carson, I. (2002). *Model verification and validation. Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*.

Kleindorfer, G. B., O'Neill, L. & Ganeshan, R. (1998). Validation in simulation: Various positions in the philosophy of science. *Management Science*, 44(8), 1087-1099. <https://doi.org/10.1287/mnsc.44.8.1087>

Naylor, T. H., Finger, J., Naylor, T. H. & Finger, J. (1967). Verification

of Computer Simulation Models. *Management Science*, 14(2), B92-B101. <https://doi.org/10.1287/MNSC.14.2.B92>

Quintero Ramírez, S. (2016). Aprendizaje en los sistemas regionales de innovación: Un modelo basado en agentes. [Tesis de doctorado en Ingeniería – Industria y Organizaciones, Universidad Nacional].

Quintero Ramírez, S., Ruiz Castañeda, W. L., Giraldo Ramírez, D. P., Vélez Acosta, L. M., Marín Sánchez, B. M., Cubillos Jiménez, S. & Cárdenas Garcés, A. Y. (2019). Modelo de transferencia de tecnología para las cadenas productivas agropecuarias: *Análisis comparativo de las cadenas del café y el aguacate en Antioquia*. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4899>

Ruiz-Castañeda, W. (2016). Análisis del impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación: Una propuesta desde el modelado basado en agentes. [Tesis de doctorado en Ingeniería – Industria y Organizaciones, Universidad Nacional].

Sargent, R. G. (2005). Verification and Validation of Simulation Models. En M. E. Kuhl, N. M. Steiger & F. B. Armstrong J. A. Joines (Eds.), *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*. <http://simulation.su/uploads/files/default/2005-sargent-1.pdf>

Sargent, Robert G. (1998). *Verification and Validation of Simulation Models*. 1998 Winter Simulation Conference. Proceedings (Cat. No.98CH36274)

Sargent, Robert G. (2007). Verification and validation of simulation models. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 124-137. <https://doi.org/10.1109/WSC.2007.4419595>

Villalba, M. L. (2023) La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes. . [Tesis de doctorado en Ingeniería – Industria y Organizaciones, Universidad Nacional]. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83882>



CAPITULO 5*

Emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: caso del sector agropecuario en Colombia

José Julián Martínez Izquierdo

Facultad de Minas-Universidad Nacional de Colombia -Sede Medellín /
jmartinezi@unal.edu.co

María Luisa Villalba Morales

Grupo de investigación FACEA - Universidad Católica de Oriente
Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
mlvillalbam@unal.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas-Universidad Nacional de Colombia -Sede Medellín /
wlruizca@unal.edu.co

Mariel Viviana Sánchez Gamba

Facultad de Minas-Universidad Nacional de Colombia -Sede Medellín /
msanchezga@unal.edu.co

Eliana María Villa Enciso

Departamento de Ciencias Administrativas – Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM / elianavilla@itm.edu.co

Cristina Montoya García

Huerta El Herbolario / elherbolario2015@gmail.com

Jorge Robledo Velásquez

Facultad de Minas-Universidad Nacional de Colombia -Sede Medellín
jrobledov@unal.edu.co

* Este capítulo es parte integral del proyecto denominado “Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial”, el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. También es parte integral de las tesis doctorales derivadas del proyecto mencionado, denominadas: a) María Luisa Villalba Morales con C.C. 63.548.366: La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes y; b) Eliana María Villa Enciso con C.C. 43.984.341: El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional (Villa-Enciso, 2023)

Introducción

Los SII, como vimos anteriormente, se definen como un conjunto de agentes que interactúan para lograr innovaciones que aporten a la disminución de la exclusión social. El interés en este tipo de sistemas ha venido aumentando por parte de académicos y *policymakers*. Con el presente capítulo se busca ejemplificar cómo emerge un sistema de innovación inclusivo, de tal modo que sean explícitos los elementos que lo constituyen. Por ello, se presenta un estudio de caso de un sistema de innovación inclusivo en el sector agropecuario y su importancia como factor diferenciador para el logro de los objetivos del sector, específicamente: el aumento de la productividad y el desarrollo de estrategias orientadas a la sostenibilidad.

Para esto, se toman como base las teorías presentadas en el Capítulo 1 y las particularidades de los sistemas de innovación en el sector agropecuario, con el fin de clarificar la convergencia de las bases teóricas y los elementos de un sistema de innovación inclusivo identificados en el caso. El caso específico de estudio se da en el sector agropecuario del municipio de La Unión en el oriente del departamento de Antioquia en Colombia. La descripción incluye: las necesidades atendidas durante el caso, los agentes participantes, sus niveles de capacidades y, cómo se desarrolló el trabajo conjunto entre los diferentes agentes. Resaltando al agente: El Herbolario Huerta (huerta de producción agrícola orgánica biorracional), quien juega un papel fundamental para la emergencia del sistema de innovación inclusiva. Los agentes excluidos corresponden a los pequeños agricultores del municipio, quienes interactúan con algunos agentes exploradores de conocimiento científico (Instituciones de educación superior) a través del espacio de enseñanza-aprendizaje creado en el Herbolario. Todos estos agentes poseen direccionalidades y capacidades complementarias, las cuales aportaron para dar solución a algunas problemáticas que aquejan a los agentes excluidos mediante innovaciones inclusivas.

Sistemas de innovación inclusivos: generalidades

Con la finalidad de dar soporte al estudio de caso en el sector agropecuario en Colombia y en concordancia con el primer capítulo de este libro, a continuación, se realiza un recuento sobre las teorías que subyacen los sistemas de innovación inclusivos. Se parte del concepto de innovación inclusiva, que relaciona la innovación como factor de inclusión (Sutz, 2010), es decir, la innovación que puede fungir como canal que aporta a la reducción de la



exclusión social; seguido a ello, se describe el concepto y elementos que constituyen un sistema de innovación inclusivo.

Según González et al. (2020), la exclusión social se refiere a la existencia de ciudadanos a los que no se les permite desempeñar un papel en la sociedad debido a sus características. Esto se puede ver manifestado mediante la falta de oportunidades para la obtención de ingresos provenientes de un empleo formal, no contar con acceso a educación superior o situaciones de desigualdad, o en el caso de las dinámicas de innovación, hace referencia a no tener acceso ni uso del conocimiento (Arocena, 2018). Con base en esto, se retoma el concepto de innovaciones inclusivas propuesto por Gras et al. (2017):

...una solución novedosa que ayuda a reducir la privación de capacidades constitutivas y/o instrumentales que padece la población menos favorecida (...) que surge mediante la interacción de actores heterogéneos, incluyendo quienes presentan necesidades insatisfechas y quienes cuentan con la voluntad y las capacidades para atenderlas (Gras et al., 2017, pág. 60).

De esta forma, se infiere que, la innovación inclusiva presenta una relación directa con el concepto de exclusión social en el sentido de que con ella se busca integrar a aquellos agentes, que por sus condiciones (por ejemplo, pobreza), se encuentran en una situación de desventaja con respecto a otros actores y por consiguiente de vulnerabilidad, con respecto a la posibilidad de participar en las dinámicas de innovación, es decir, no hacen parte de los sistemas de innovación.

Se define así un sistema de innovación inclusivo como aquel cuyos agentes interactúan para generar, difundir y usar conocimiento y tecnologías para dar soluciones novedosas a necesidades básicas de poblaciones excluidas (Villalba-Morales et al., 2019), donde los excluidos dejen de ser vistos como agentes pasivos del proceso y son vistos como agentes activos del sistema (Alzugaray et al., 2013). En este tipo de sistemas hay presencia de conocimiento científico y tecnológico, y a su vez, de conocimiento tradicional, ancestral o empírico (originario de las comunidades implicadas en procesos de exploración que buscan dar respuesta a sus problemas o necesidades particulares) (CEPAL, 2013). Esta consideración aporta a la reducción de la exclusión porque los agentes normalmente excluidos pueden contribuir con conocimiento para la generación de innovaciones.

Los sistemas de innovación inclusivos se caracterizan por la presencia de conocimiento científico y tradicional, así como de capacidades de innovación y capacidades para la inclusión, los cuales se complementan mediante la

interacción de actores heterogéneos; estas capacidades de inclusión entran en funcionamiento siempre y cuando los agentes posean una direccionalidad social (Villalba, 2022). Por lo tanto, para una mejor comprensión de los sistemas de innovación inclusivos, se deben entender las capacidades necesarias para que este se pueda conformar.

En este trabajo se proponen estas nuevas capacidades a partir de los componentes de la función que deben cumplir los sistemas de innovación inclusivos, con la finalidad de comprender el relacionamiento que se debe dar para que se puedan solucionar problemas y necesidades a través de la combinación de capacidades complementarias, así como aprovechar oportunidades e ideas de innovación (NOPI), lo cual permitirá la conformación del SII. Según Villalba (2022), para que los agentes conformen un SII, estos deben contar con capacidades de innovación y capacidades para la inclusión, así como con una direccionalidad social, tal como se listan en la Tabla 1.

Tabla 1. Capacidades que componen un sistema de innovación inclusivo

Técnica	Capacidades
Generación/preservación y apropiación del conocimiento	Investigación
	Desarrollo Experimental
	Preservación del conocimiento tradicional
	Apropiación Tecnológica
Difusión/Vinculación social	Difusión
	Vinculación
	Agencia
	Gestión de espacios de enseñanza-aprendizaje
Uso del conocimiento	Producción convencional
	Mercadeo convencional
	Producción basada en tecnología apropiada
	Mercadeo basado en tecnología apropiada

Fuente: Villalba, (2022)

Sistemas de innovación en el sector agropecuario

La necesidad de investigación del desempeño de los sistemas agropecuarios surge como respuesta a las limitaciones y efectos indeseables de transferencia de tecnología, buscando una asociación entre los agricultores y entidades con conocimiento científico (Klerkx et al., 2012), permitiendo que los agricultores sean partícipes del desarrollo de las soluciones tecnológicas con el fin de que estos puedan adaptarse sencillamente y encontrar diversas maneras



para responder mejor a las necesidades específicas de la población (Norman, 2002). En este sector, los conceptos de investigación, transferencia y extensión generalmente se asocian a apoyos públicos, orientados a la población de pequeños y medianos productores, desde diferentes programas o instituciones públicas y privadas (IICA - Unión Europea, 2016) y a lo largo de los años, el objetivo de la investigación de sistemas agrícolas ha buscado mejorar la productividad integrada con equidad social y protección de los recursos naturales (Klerkx et al., 2012).

De estos procesos de investigación, surgen los Sistemas de Innovación Agropecuarios (SIA), los cuales se definen como una red de actores, que, junto con sus instituciones y políticas de apoyo, ponen en uso social y económico productos, procesos y prácticas nuevas o existentes (Plataforma de Agricultura Tropical, 2017), incluyendo, no solo a los proveedores de ciencia, sino también, a la totalidad de los actores involucrados en la innovación (The World Bank, 2006), permitiendo, mediante la implementación de estos sistemas, que los agricultores logren aumentar su producción a través de la aplicación de técnicas de cultivo (ancestrales y nuevas) y la apropiación de las nuevas tecnologías (FAO, 2015).

Sector agropecuario colombiano

El sector agropecuario colombiano se ha identificado como un pilar fundamental para el desarrollo sostenible del país (Sierra-Vaca, 2013), lo que ha desatado que se tenga como prioridad estratégica en el proceso de desarrollo económico y social de Colombia (Leibovich & Estrada, 2017). Por ello, este sector presenta una incidencia en las condiciones de vida de la población rural, y es de vital importancia dada su figura de proveedor de alimentos para la población e insumos para la industria (DNP Colombia, 2011), resaltando que, este sector genera más del 20% del empleo nacional y representa alrededor del 50% del empleo en las áreas rurales (Leibovich & Estrada, 2017).

Sin embargo, a pesar de su importancia, el sector ocupa el puesto siete dentro de los 12 sectores participantes en el producto interno bruto (PIB) del total de la economía (Bancolombia, 2019); esto se debe a problemáticas tales como el conflicto armado, el narcotráfico, la dificultad en el acceso a la tierra, la desigualdad y la exclusión social (Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina, 2021). Adicionalmente, este sector ha venido perdiendo dinamismo en su crecimiento (Leibovich & Estrada, 2017)

y muchos de los empleos que crea son informales y de baja calidad, generando una situación muy precaria para los campesinos colombianos, los cuales presentan unos ingresos bajos, carecen de atención en salud, educación y en gran porcentaje viven en condiciones deplorables (Rodríguez, 2020).

Históricamente, este sector ha enfrentado problemas asociados a la producción y comercialización de los productos, los cuales aún persisten (Cárdenas, 2021). Algunos ejemplos relevantes de dichos problemas, son: la ganadería extensiva, cultivos improductivos, deforestación acelerada, grandes subsidios ineficientes, dietas que no son saludables y aumento de importaciones (Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina, 2021). Estas problemáticas hacen parte de las preocupaciones mundiales, las cuales pueden ser abordadas a través de la innovación inclusiva, la cual, gira en torno a cómo la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI), pueden convertirse en una herramienta para la solución de problemas de exclusión social (Martínez et al., 2018), siendo el sector agropecuario colombiano uno de los más afectados, puesto que, los residentes de las zonas en las cuales se llevan a cabo las actividades campesinas, en su mayoría tienen necesidades y condiciones económicas que les dificultan tener acceso a recursos y oportunidades educativas, crediticias, de salud, comerciales, entre otras.

Paradójicamente, el campo colombiano se consolidó como parte fundamental de la economía nacional (MinAgricultura, 2018) y es un sector considerado necesario para promover el desarrollo económico en las regiones y mejorar los ingresos en las zonas rurales (Barguil, 2016); esto hace del sector agropecuario el escenario ideal para la aplicación de un sistema de innovación inclusivo, puesto que, dadas las características de los habitantes de las zonas rurales campesinas, se busca que puedan visualizarse como promotores y difusores del conocimiento tradicional, a la vez que implementen nuevas tecnologías para dar solución a problemáticas presentadas.

Sector agropecuario del municipio de La Unión

La Unión es un municipio localizado en el costado sur-central de la zona Valle de San Nicolás y pertenece al departamento de Antioquia, Colombia (ver ubicación geográfica en la Ilustración 1), con una altura promedio sobre el nivel del mar de 2.500 metros y tiene una temperatura promedio de 13° C.



Ilustración 1. Ubicación del Municipio de La Unión, Antioquia, Colombia.
Fuente: elaboración propia

El municipio de La Unión tiene una economía centrada en la agricultura y ganadería; según el Censo Poblacional de 2018 cuenta con 5.977 viviendas y 22.381 habitantes, para un tamaño de hogar promedio de 3.2 personas (Departamento Administrativo de Planeación, 2020). Es decir, en promedio, los hogares están conformados por entre 3 y 4 personas. Adicionalmente, el 87% de los habitantes tienen menos de 60 años, mientras que la población vulnerable mayor de 60 años es de 2.783 individuos. La tasa de informalidad de La Unión es del 73.32%, lo que implica que los trabajadores no puedan acceder a subsidios al cesante, en caso de desempleo, ni a una pensión. Además, las afiliaciones al sistema de seguridad social son fundamentalmente en el régimen subsidiado y esto hace que el sistema de salud tenga mayores falencias (Torres et al., 2020).

Este municipio presenta un índice de pobreza multidimensional del 40,42% (Departamento Administrativo de Planeación, 2020), es decir, de acuerdo con esta medida, la cual considera que una persona está en condición de pobreza si cuenta con privaciones en al menos 33% del total de privaciones, la población del municipio de La Unión se encuentra en condición de pobreza. En la Figura 2 se muestran tanto la situación ideal, como la real de las variables consideradas para la realización del índice de pobreza multidimensional, evidenciándose diferencias significativas para la población de La Unión.

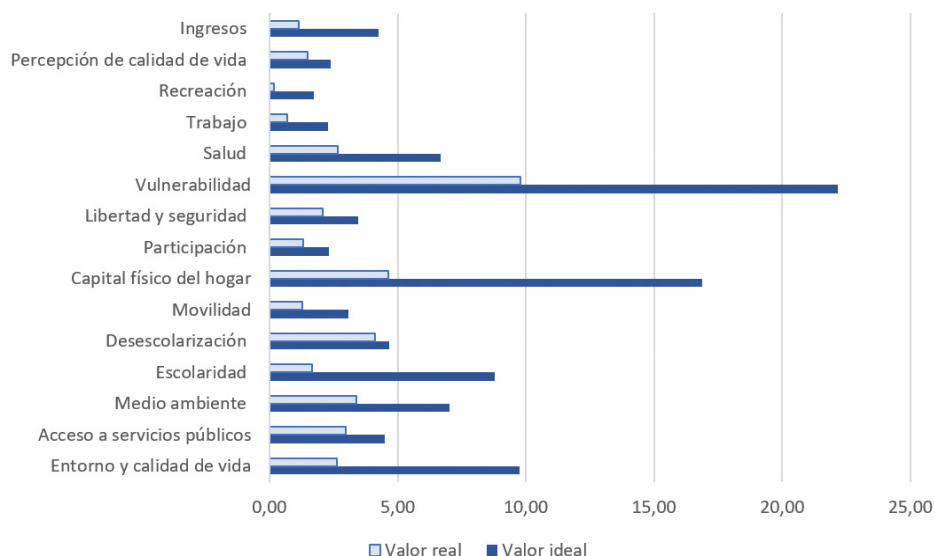


Figura 2. Valor ideal y dimensiones del Índice Multidimensional de Calidad de Vida (IMCV) - año 2019. Fuente: Adaptado de Torres et al. (2020)

En este municipio también se han presentado problemas de desplazamiento por violencia, dentro de los cuales se destaca el sucedido en Mesopotamia, corregimiento de La Unión, en el cual, debido a la intervención de grupos armados organizados al margen de la ley⁵ en el año 2000, se presentó el desplazamiento de 163 de las 172 familias habitantes del municipio (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2022). Las anteriores condiciones se acentúan en la población rural, la cual corresponde, aproximadamente al 48% (Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, 2013). Por esta distribución, la actividad principal es agropecuaria, representando el 30% del PIB del municipio, la cual está compuesta en su mayoría por pequeños agricultores, de los cuales el 79% trabajan en condiciones de informalidad (Sánchez-Morales & Hernández-Ortiz, 2014). Ahondando en el sector agropecuario, la actividad pecuaria de La Unión es la que más aporta a la producción de la región antioqueña (21,60%). En cuanto a los productos específicos, se destaca la producción de leche (30,94%); la mayor producción en piscicultura también se concentra en La Unión (7,65%) (Duque

5 Aquel grupo de guerrilla o de autodefensas, o una parte significativa e integral de los mismos como bloques, frentes u otras modalidades de esas mismas organizaciones que, bajo la dirección de un mando responsable, ejerza sobre una parte del territorio un control tal que le permita realizar operaciones militares sostenidas y concertadas (MinCiencias, 2022).



& González, 2016). En la Tabla 2 se aprecian los valores en toneladas al año de producción de diferentes tipos de productos pecuarios.

Tabla 2. Participación municipal de la producción pecuaria de la región antioqueña

Municipio	Carne de cerdo Tn/año en pie	Carne de res Tn/ año en pie	Huevos Tn/año	Peces Tn/año	Carne de cerdo
Alejandro	6,17	83,27	6749,42	0,00	115,00
Concepción	96,52	169,11	58,61	0,00	806,00
El Peñol	0,00	160,99	0,00	0,00	0,00
Granada	96,46	182,33	316,80	2,04	1002,40
Guatapé	27,00	58,00	4,75	20,80	0,00
San Carlos	363,62	429,30	269,28	52,87	0,00
San Rafael	167,92	157,50	22,97	57,25	0,00
El Retiro	2348,75	33,71	7373,52	24,00	5123,00
Guarne	5581,41	156,99	951,43	1,88	0,00
La Ceja	0,00	302,57	0,00	0,00	0,00
La Unión	964,55	896,03	138,60	213,00	59512,00
Marinilla	8205,48	284,03	6716,16	0,00	
Rionegro	7262,73	259,09	5385,60	12,40	0,00
San Vicente	648,89	200,91	559,17	3,28	17135,28
El Carmen	899,69	375,94	19008,00	41,19	831,60
El Santuario	576,23	102,00	4118,40	9,12	46893,60
San Francisco	132,30	44,91	95,04	25,30	4550,40
San Luis	10,58	184,93	148,10	0,00	161,28
Cocorná	470,30	153,45	332,64	28,39	8332,20
Abejorral	66,14	726,53	0,00	12,50	1800,00
Argelia	63,19	117,47	0,00	0,00	17892,00
Nariño	0,00	278,40	0,00	2,00	51,84
Sonsón	213,34	4558,35	228,10	2278,50	1119,60
Total	28201,27	9915,81	52476,59	2784,52	27025,20
Abejorral	66,14	726,53	0,00	12,50	192351,40
Argelia	63,19	117,47	0,00	0,00	51,84
Nariño	0,00	278,40	0,00	2,00	1119,60
Sonsón	213,34	4558,35	228,10	2278,50	27025,20
Total	28201,27	9915,81	52476,59	2784,52	192351,40

Fuente: Duque & González (2016)

Por su parte, la producción agrícola ha sido la actividad campesina más importante en el oriente antioqueño (Cardona et al., 2016). Tan solo en el municipio de La Unión, el área destinada para la producción agrícola corresponde a aproximadamente 10.9% del total de la extensión del municipio (CORNARE et al., 2016), destacando en este la producción de papa, siendo el tercer municipio en Colombia con el mayor volumen de producción del tubérculo en Antioquia, al producir 90.000 kilos de papa al mes; donde 7.000 hectáreas por año que producen en promedio 26,4 toneladas/hectárea (Zapata Quijano, 2012). El origen de esta producción es familiar, aunque también en menor medida se encuentran organizaciones medianas y grandes, evidenciando que la agricultura familiar campesina presenta gran relevancia cultural y económica en esta zona del departamento (CORNARE et al., 2016). Sin embargo, es común observar predios abandonados y familias desplazadas debido a que en el campo no encuentran garantías de supervivencia, exponiendo las condiciones de inestabilidad de la economía campesina (Cardona et al., 2016).

Con base en lo anterior, se concluye que el sector agropecuario presenta condiciones de pobreza y exclusión social, principalmente en los productores pequeños, quienes también están excluidos de las dinámicas de innovación y presentan diversas necesidades insatisfechas, que no permiten que compitan con los grandes productores. A ello se suman las condiciones del municipio y las experiencias en cuanto a temas de violencia. Esto permite identificar la necesidad de desarrollar un modelo de inclusión de los pequeños productores dentro de las dinámicas económicas y de innovación.

Elementos del sistema de innovación inclusivo identificados

De acuerdo con las características anteriormente expuestas del sector agropecuario de La Unión, se deduce que este sector puede ser potencializado a través de la innovación, no desde el punto de vista de la innovación convencional, sino desde la perspectiva de la innovación con factor de inclusión. Esto, debido a que la generación de innovaciones debería orientarse a satisfacer, tanto necesidades de mercado, como las necesidades locales, las cuales están alineadas con las problemáticas mundiales identificadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), tales como la pobreza y la desigualdad.

Estos objetivos no alcanzan a ser atendidos por los sistemas de innovación convencionales o no son su principal preocupación, puesto que los agentes



que participan en el sistema estarán enfocados en lograr desempeño económico, lo que puede favorecer a los grandes productores y desfavorecer, aún más, a los pequeños agricultores que se encuentran en condiciones de exclusión. Por ello, el sistema de innovación propicio que puede emerger sería un sistema de innovación inclusivo. Esto implica, tal como se describió en el apartado teórico, que se identifique cada uno de los elementos que constituyen un sistema de innovación inclusivo, siguiendo la propuesta de Villalba (2022), estos son: entorno inclusivo, necesidades, oportunidades, problemas, ideas (NOPI), agentes (con direccionalidad y capacidades) que aportan a los diferentes componentes de la función inclusiva del sistema y, por último, las dinámicas de relacionamiento entre los agentes: la complementariedad y el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para identificar los anteriores elementos del sistema de innovación inclusivo del sector agropecuario se realizó un proyecto piloto de un año, en el cual participaron diversos agentes del sistema de innovación convencional y se vincularon a los pequeños agricultores, de tal manera que fuera posible que los diferentes agentes interactuaran entre sí y aportaran sus capacidades para cumplir con la función de un sistema de innovación inclusivo.

Para dar inicio al piloto, tres Instituciones de Educación Superior (IES) - Universidad Nacional de Colombia (UNAL), Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) y Universidad Católica de Oriente (UCO) - se aliaron con un agronegocio de la región, llamado El Herbolario Huerta, con el fin de unir capacidades para desarrollar innovaciones orientadas a dar solución a problemas de la comunidad de los pequeños agricultores en condiciones de exclusión. Además, se diseñaron y desarrollaron trabajos participativos en los que se integraron el conocimiento científico y tecnológico con el conocimiento tradicional de la población. Lo anterior, se convierte en los insumos para identificar los diferentes elementos de un sistema de innovación inclusivo, según la propuesta de Villalba (2022), y descritos a continuación.

Entorno y NOPI

Tomando como base la descripción del sector agropecuario de la Unión, se deduce que los pequeños agricultores se encuentran en un contexto de escasez y presentan diversas necesidades y problemas básicos que afectan su calidad de vida y desempeño en el sector. Para identificar dichos problemas de forma participativa, se realizó el taller “Intercambio de conocimientos y saberes para construcción de nuestro futuro, a través de

la innovación inclusiva”⁶ el cual fue realizados por las IES: UNAL, UCO e ITM, en conjunto con El Herbolario Huerta, y dirigido a los pequeños agricultores del municipio. Mediante este se lograron identificar las problemáticas expuestas en la Figura 3, las cuales se encuentran enmarcadas en los ámbitos económico, social y ambiental.

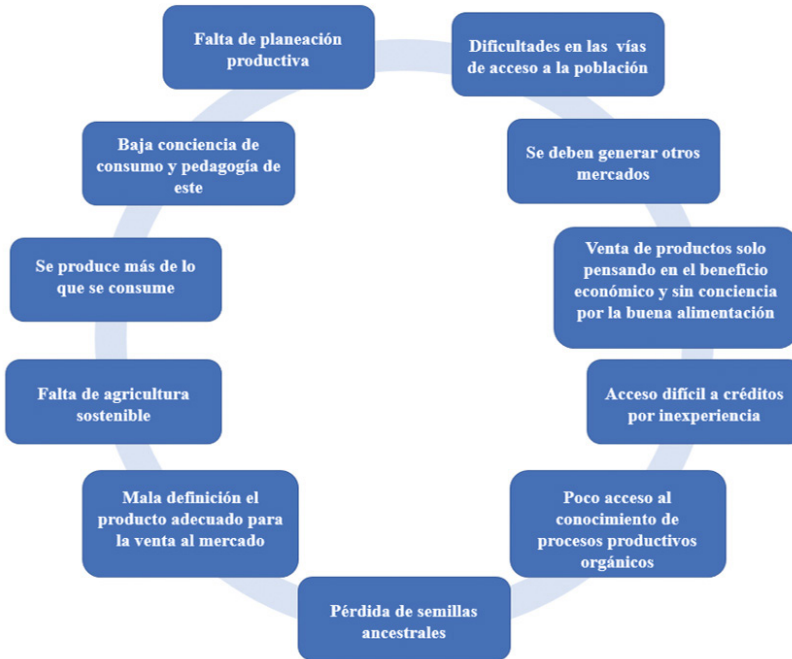


Figura 3. Necesidades identificadas en la comunidad.
Fuente: Elaboración propia

Agentes del sistema

La mayoría de los pequeños productores contaban con conocimiento relacionado con la producción convencional, en la cual está implícita la utilización de agrotóxicos⁷, y conocimientos tradicionales relacionados con prácticas

⁶ Taller realizado en el marco del proyecto: Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial. Proyecto financiado por Minciencias.



para cultivar o de producción animal, pero emplean, en mayor medida, el conocimiento convencional debido a que les garantiza un ingreso si son contratados por las grandes productoras de la región. Sin embargo, este uso de agrotóxicos tiene impactos negativos, tanto en la salud humana, como en el medio ambiente, debido a un excesivo uso de productos químicos toxicológicos, mezclas de diferentes productos en una misma aplicación, malos hábitos de quienes los usan, aplicaciones inadecuadas o mala disposición final de los residuos. Estos causales mencionados terminan afectando los recursos hídricos, deteriorando la calidad de la tierra, afectando la flora y fauna, y generando consecuencias, no únicamente sobre los agricultores que tienen contacto directo con los insumos, sino también a los consumidores finales del producto (García, 2016).

En cuanto a la dimensión social, los pequeños productores del municipio conforman una red de contacto local (se conocen entre ellos); sin embargo, antes de la llegada de las universidades, estos no habían realizado acciones conjuntas para producir innovaciones que conlleven a la mejora de la comunidad a la que pertenecen; por el contrario, se evidencia que, en el municipio de La Unión, al no existir una red colaborativa entre productores locales, se presentan pérdidas de la producción generada, consecuencia de la no venta del producto. A su vez, en el municipio se evidencia la presencia de actores como El Herbolario Huerta y agronegocios que practican la producción biorracional⁸, que funcionan como centro de aprendizaje sobre prácticas de producción y comercialización de productos agropecuarios.

Durante el piloto se identificaron y tipificaron los agentes del sistema, es decir, se evaluaron sus capacidades y direccionalidades⁹, por lo cual, para cada agente se determinó su vector de 15 posiciones, tres para la direccionalidad y 12 para las capacidades, con rango de valores entre 0 y 9, donde 0 a 3 representa niveles bajos, 3 a 6 niveles medios y 6 a 9 niveles altos de cada variable. A continuación, se describe cada uno (ver Tabla 3). Los agentes del sistema también se describen a continuación.

7 Sustancias empleadas para el control de las plagas en los cultivos agrícolas; no obstante, su uso puede generar efectos no deseados en el ambiente y afectar la salud de todos los seres vivos con los que entren en contacto.

8 Utilizar o alargar la vida útil de los recursos.

9 La medición de las capacidades y direccionalidades se realizó a través del diseño y aplicación de un instrumento basado en instrumentos aplicados en investigaciones previas para la medición de capacidades de innovación (Robledo et al., 2010; Ruiz, 2016). Estos instrumentos están diseñados bajo la perspectiva de los recursos y capacidades y el modelo sistémico de congruencia organizacional de Nadler & Tushman (1997). El instrumento base fue usado en una investigación sobre sistemas de innovación en 2019 (Quintero et al., 2019) y fueron ampliados para poder medir las direccionalidades y las nuevas capacidades propuestas en esta investigación.

Tabla 3. Vector direccionalidad y capacidades de los agentes

Direccionalidad	[E S A]	E= Económica (0 – 9) S = Social (0 – 9) A = Ambiental (0 – 9)
Capacidades de innovación convencional	[IN DE DF VI PC MC]	IN = Capacidad de investigación (0 – 9) DE = Capacidad de desarrollo (0 – 9) DF = Capacidad de difusión (0 – 9) VI = Capacidad de vinculación (0 – 9) PC = Capacidad de producción convencional (0 – 9) MC = Capacidad de mercadeo convencional (0 – 9)
Capacidades para la inclusión	[CT AT AG EA PA MA]	CT = Capacidad de preservación del CT (0 – 9) AT = Capacidad de apropiación tecnológica (0 – 9) AG = Capacidad de Agencia (0 – 9) EA = Capacidad de gestión de Espacios de EA(enseñanza y aprendizaje) (0 – 9) PA = Capacidad de producción basada en TA (tecnología apropiada) (0 – 9) MA = Capacidad de mercadeo basada en TA (tecnología apropiada) (0 – 9)

Fuente: Villalba, (2023)

• **Intermediario inclusivo: el Herbolario Huerta**

El Herbolario Huerta es una empresa familiar localizada en el municipio de La Unión, Antioquia, dedicada a la producción de frutas y hortalizas libres de agrotóxicos que hace uso de técnicas de agricultura orgánica. El sistema de producción se basa en lo que ellos han denominado producción biorracional, la cual consiste en utilización de recursos y ampliación de la vida útil de los mismos; además de la apropiación de la tecnología basada en conocimiento científico para la producción mediante el uso de sistemas de paneles solares y sistemas de recolección y riego automatizado con aguas lluvias. Así mismo, dentro de su sistema de producción utilizan abonos de creación propia, bioinsumos y técnicas de cultivo soportadas en conocimientos tradicionales oriundos de la región, como el sembrado en milpa. En la actualidad su zona de producción es un policultivo¹⁰, el cual brinda la posibilidad de generar di-

¹⁰ Utilización de un espacio para el cultivo de diferentes tipos de plantas.



versidad de productos con el fin lo lograr satisfacer con mayor variedad las necesidades de sus consumidores y una menor degradación del suelo de cultivo.

El sistema de comercialización de El Herbolario Huerta se desarrolla en un mercado abierto, en el cual los clientes tienen la posibilidad de realizar de forma propia la cosecha del producto a adquirir, lo cual genera una experiencia diferenciada para el cliente y desarrolla una ventaja competitiva con relación a otros agronegocios. El Herbolario Huerta tiene una relación de confianza con los pequeños agricultores, lo que les ha permitido contar con un representante visible ante entidades gubernamentales.

El Herbolario Huerta también es reconocido por su función como espacio de enseñanza-aprendizaje, debido a que estos buscan apoyar a los productores locales en sus procesos de producción y comercialización, adicionalmente, este conserva la preocupación de que los agricultores de La Unión, Antioquia, principalmente aquellos que se encuentran en condiciones de exclusión, sean capaces de apropiar el conocimiento sobre producción biorracional y replicar este modelo de producción en busca de generar beneficio propio y al contar con una zona de cultivo biorracional, facilita que las personas del sector agropecuario participen de manera adecuada y presenten apropiación de conocimiento.

Considerando lo anterior y teniendo en cuenta la participación de este agente en el sistema de innovación, se le reconocen las siguientes capacidades: Capacidad de agencia, gestión de espacios de enseñanza y aprendizaje y capacidad de vinculación y difusión, adicionalmente, tiene una alta direccionalidad social y ambiental, conocimiento de la comunidad y desarrollo con recursos de esta. Esto se puede evidenciar en la Tabla 4, donde se encuentran los valores que representan los niveles de direccionalidad (tres primeras columnas) y los niveles de capacidades (de la columna 4 a la columna 10 corresponden a las capacidades de innovación y las últimas seis columnas corresponden a las capacidades para la inclusión).

Tabla 4. Direccionalidades y capacidades del intermediario inclusivo - El Herbolario Huerta

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
4,0	9,0	9,0	0,0	6,0	4,1	8,3	4,3	4,2	8,6	7,5	7,0	7,7	7,7	6,0

• **Exploradores científicos: universidades**

Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín – UNAL. Institución de educación superior de carácter público y con presencia en gran parte del territorio colombiano con nueve sedes. La UNAL de Colombia busca contribuir a la unidad nacional, en su condición de centro de vida intelectual y cultural abierto a todas las corrientes de pensamiento y a todos los sectores sociales, étnicos, regionales y locales, así mismo, estudiar y enriquecer el patrimonio cultural, natural y ambiental de la nación, y contribuir a su conservación (UNAL, 2022b).

La UNAL, dentro de sus tres fines misionales (docencia, investigación y extensión), ha velado por obtener el liderazgo académico y científico en la educación superior del país; concretamente en investigación se tiene como objetivo promover el trabajo investigativo intergrupal y la producción de trabajo científico por medio de grupos de investigación conformados por estudiantes de pregrado, estudiantes de posgrado y docentes para finalmente difundir los resultados de la investigación por medio de ponencias y publicaciones (Investigación Universidad Nacional, 2021, actualmente la institución cuenta con 953 grupos de investigación clasificados en MinCiencias (UNAL, 2022a)).

Este agente se destaca por tener cerca del 50% de sus capacidades en una escala media, sin embargo, presenta tres capacidades con una puntuación alta, las cuales son capacidad de investigación, capacidad de vinculación y capacidad de difusión, ver Tabla 5.

Tabla 5. Direccionalidades y capacidades de la UNAL

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
6	6	6	8.7	3.6	6.3	6.4	0	0	2	3.4	4.5	3.9	0	0

Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM. Institución universitaria de carácter público y del orden municipal que ofrece el servicio de educación superior para la formación integral del talento humano con excelencia en la investigación, la innovación, el desarrollo, la docencia, la extensión y la administración, que busca habilitar para la vida y el trabajo con proyección nacional e internacional desde la dignidad humana y la solidaridad, con conciencia social y ambiental (ITM, 2022a). En esta institución de educación superior se desarrollan conocimientos para resolver problemáticas o necesidades, por



medio de la producción científica y académica, esto se realiza en conjunto con la comunidad académica, el sector empresarial y aliados estratégicos de la institución; actualmente se cuenta con 14 grupos de investigación, más de 80 semilleros y un sistema de revistas científicas indexadas, lo que permite impulsar la generación de conocimiento científico y su aplicación en diferentes entornos (ITM, 2022b).

Este agente tiene tres de las 12 capacidades en niveles altos, investigación, vinculación y difusión, con direccionalidades altas en las tres dimensiones de la sostenibilidad, ver Tabla 6.

Tabla 6. Direccionalidades y capacidades del ITM

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
6	6	6	8.7	5.7	8.7	8.6	0	2.1	2.5	1.7	1.1	2.6	0.9	0

Universidad Católica de Oriente – UCO. Es una institución universitaria de carácter privado, la cual reconoce y practica las funciones sustantivas de docencia, extensión y proyección social, investigación y bienestar pastoral, a través de los principios de autonomía universitaria, libertad de cátedra y aprendizaje, fidelidad filosófica, excelencia académica, gestión del conocimiento, eficiencia administrativa y cuidado de la casa común (UCO, 2022).

Esta institución ha contribuido a la excelencia académica a través de la generación de conocimiento, con el fin de tener un impacto social que contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad, esto se ha venido realizando por medio de grupos de investigación conformados por estudiantes de pregrado, posgrado y docentes (Investigación Universidad Católica de Oriente, 2021).

Este explorador científico posee altos niveles en la direccionalidad social y ambiental, como también, presenta una alta capacidad de investigación, con niveles bajos, pero existentes en las capacidades de inclusión, ver Tabla 7.

Tabla 7. Direccionalidades y capacidades de la UCO

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
5	8	8	7.6	4.8	4.5	6	0	2.7	2.5	2.6	2.6	1.3	0	0

• **Explorador científico – intermediario**

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA: Establecimiento público con autonomía administrativa, el cual está adscrito al Ministerio del Trabajo. Este establecimiento oferta programas técnicos, tecnológicos y complementarios de forma gratuita; dichos programas se encuentran encaminados al desarrollo económico, científico y social del país (SENA, 2022b). De igual forma, ofrece programas de formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas, consolidándose como una entidad referente de formación integral para el trabajo, por su aporte a la empleabilidad, el emprendimiento y la equidad, que atiende con pertinencia y calidad las necesidades productivas y sociales del país (SENA, 2022a).

Este explorador científico intermediario posee altos niveles de direccionalidad ambiental y social, así como altas capacidades de desarrollo, difusión y vinculación, como también, presenta una alta capacidad de gestión de espacios de enseñanza aprendizaje, lo que les permite un acercamiento a las comunidades excluidas (ver Tabla 8).

Tabla 8. Direccionalidades y capacidades del SENA

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
3	6	9	3.5	6.3	6.3	8.3	0	0	7	1.7	4	8	0	0

• **Agentes Excluidos: pequeños agricultores**

Se identificaron 18 agentes en condición de exclusión que participaron de las actividades de co-creación y aprendizaje coordinadas por el agente intermediario inclusivo y las universidades. En la Tabla 9 se muestran las direccionalidades y capacidades de estos. En promedio estos agentes poseen bajas o nulas capacidades de innovación, al igual que direccionalidad económica, pero tienen alta direccionalidad social y ambiental, como también altas capacidades de preservación del conocimiento tradicional y apropiación de tecnologías. Sin embargo, pese a que estos agentes son en su mayoría pequeños agricultores, tienen en promedio una baja capacidad de producción y mercadeo, tanto convencional, como de tecnologías apropiadas.



Tabla 9. Direccionalidades y capacidades agentes excluidos

Agente	E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
A1	6	6	7	0	0	0	0	0	2.1	4	5.1	2.6	0	5.1	5.6
A2	5	5	7	0	0	0	0	0	0	4	1.3	0	1.5	2	2.1
A3	3	7	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.9	0
A4	3	4	9	0	0	0	0	0	0	2.5	4.2	0	0	3	0
A5	5	5	9	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3.9	1
A6	3	7	6	0	0	0	0	0	0	6	5	0	2	5	2
A7	3	8	7	0	0	0	0	0	0	5	5.2	2.2	0	3	2
A8	3	9	9	0	0	0	0	0	0	3	0.9	3	0	0.9	0
A9	2	4	9	0	0	0	0	0	0	3	2.1	1.9	0	3.4	0
A10	2	3	6	0	0	0	0	0	0	3.5	4.7	0	0	3	0
A11	2	9	9	0	0	0	0	0	0	5	4.7	0	0	4.7	0
A12	4	6	6	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
A13	3	5	9	0	0	0	0	0	0	3.5	4.2	0	0	0.4	0
A14	5	6	7	0	0	0	0	0	0	5.5	5.1	0	0	4.3	2
A15	5	6	8	0	0	0	0	3.3	0	3.5	0	0	0	0	0
A16	6	6	3	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0
A17	6	6	1	0	0	0	0	2	2.1	3.5	2.6	0	0	6.4	3.9
A18	3	7	9	0	0	0	0	0	0	6	5.1	4	0	6.4	0

De los agentes excluidos, se procede a describir cinco agentes de manera aleatoria del listado para ejemplificar sus condiciones y tipología. Esta descripción incluye las características y las capacidades detalladas de cada uno de ellos.

Agente número 6

Mujer de 35 años, víctima del conflicto armado, ama de casa y residente del municipio de La Unión, de estrato socioeconómico 2. No pertenece a un grupo étnico. Desempleada, con ingresos inferiores a un (1) Salario Mensual Mínimo Legal Vigente (SMMLV) colombiano. Sin capacidad de adquisición de créditos bancarios. Con aspiraciones de adquisición de vivienda propia y deseos de migración del municipio de La Unión con la esperanzada de obtención de mejores oportunidades laborales y educación. El agente inicialmente manifiesta que no se considera en exclusión, a su vez, declara tener conocimientos del idioma inglés y revela interés por la adquisición de nuevos conocimientos, así también,

muestra facilidad para desenvolverse en temas relacionados con las ciencias agropecuarias, sociales y trabajos manuales. La evaluación de sus capacidades y direccionalidades se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Direccionalidades y capacidades agente excluido número 6

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
3	7	6	0	0	0	0	0	0	6	5	0	2	5	2

Agente número 8

Hombre de 21 años, víctima del conflicto armado y de desplazamiento forzado, residente del municipio de La Unión, de estrato socioeconómico 2. No pertenece a un grupo étnico. Trabajador independiente en el sector de construcción con ingresos inferiores a un SMMLV. Sin capacidad de adquisición de créditos bancarios. Con necesidad de desplazamiento fuera del municipio para la realización de las actividades laborales. El agente manifiesta el deseo de acceder a educación superior, pero dadas sus condiciones actuales se le imposibilita la oportunidad de estudiar y tiene aspiraciones de adquisición de vivienda propia.

Indica que independiente del lugar de residencia, considera que las oportunidades laborales para él se manifestarían de la misma forma actual dado el nivel de escolaridad. El agente expresa que se encuentra en una situación de exclusión, dadas sus características y que adicionalmente no puede acceder a educación superior, puesto que no cuenta con los medios tecnológicos necesarios para el estudio. El agente manifiesta el conocimiento del idioma inglés y expresa su interés por el estudio de las artes plásticas a nivel profesional. La evaluación de sus capacidades y direccionalidades se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Direccionalidades y capacidades agente excluido número 8

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
3,0	9,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,9	3,0	0,0	0,9	0,0

Agente número 18

Hombre de 31 años, oriundo de Medellín y residente del municipio de La Unión. Decidió trasladarse con el objetivo de trabajar con la comunidad y acercarse a la naturaleza, de estrato socioeconómico 1, en la vivienda no cuenta con servicios públicos, solo cuenta con un plan de telefonía, además



esta vivienda es en arriendo y tiene deficiencias graves en la construcción. No pertenece a un grupo étnico, actualmente trabaja como profesor de educación temprana con ingresos iguales a un (1) SMMLV. Sin capacidad de adquisición de créditos bancarios. Con necesidad de desplazamiento fuera del municipio para la realización de las actividades laborales. El agente manifiesta el deseo de acceder a educación superior, pero dadas sus condiciones actuales se le imposibilita la oportunidad de estudiar, con aspiraciones en adquirir casa propia y tener la posibilidad de tener una mejor conexión. La evaluación de sus capacidades y direccionalidades se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Direccionalidades y capacidades agente excluido número 18

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
3,0	7,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	5.1	4,0	0,0	6.4	0,0

Agente número 14

Mujer residente del municipio de La Unión, víctima del conflicto armado, reside en una finca a media hora del casco urbano, por lo que en algunas ocasiones debido a las condiciones meteorológicas se ve limitada a salir de su vivienda, su familia se dedica a la producción de leche y hace poco tiempo han incursionado en la producción de cuajada artesanal, la venta de los productos se comercializan mediante el voz a voz y cuando no se logra vender toda la producción se tiende a perder mucha materia prima. El agente actualmente se encuentra estudiando en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en temas relacionados al sector agropecuario, sin embargo, todo lo referente a el tema orgánico lo ha aprendido por medio de experiencias con el proyecto y también por medio de las actividades comerciales que ha ejercido. La evaluación de sus capacidades y direccionalidades se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Direccionalidades y capacidades agente excluido número 14

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
5,0	6,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.5	5.1	0,0	0,0	4.3	2,0

Agente número 11

Mujer residente del municipio de La Unión, víctima del conflicto armado, perteneciente a familia desplazada por la violencia, lo cual los condujo a la necesidad de retirarse a municipios aledaños, hace 12 años los padres decidieron

regresar y recuperar sus tierras. El agente actualmente es circense, participa en diferentes actos artísticos de entrenamiento físico, expresivo y emocional y a su vez, manifiesta interés en crear un sistema de producción a partir de la siembra orgánica dentro de la granja. La evaluación de sus capacidades y direccionalidades se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Direccionalidades y capacidades agente excluido número 11

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
2,0	9,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	4.7	0,0	0,0	4.7	0,0

Conocimientos involucrados

Durante el piloto, y de acuerdo con las necesidades a intervenir, los conocimientos principales requeridos están enmarcados en prácticas de siembra, así:

Conocimiento científico y tecnológico: El enfoque agroecológico para el estudio de los sistemas agrícolas es un tema desarrollado a través de procesos científicos que incorpora la ecología a la agricultura. Un ejemplo de ello es el trabajo realizado por Gliessman (2016). La Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha identificado que el uso de este conocimiento científico y tecnológico contribuye a la reducción de la pobreza de los pequeños agricultores (FAO, 2002).

Conocimiento tradicional: La milpa es un policultivo tradicional que incluye diferentes plantas (por ejemplo, maíz, calabaza, frijol, etc.) y tiene un mejor resultado que el monocultivo. Es un método de cultivo tradicional latinoamericano que depende de recursos internos, reciclaje de materia orgánica, mecanismos de control biológico y régimen pluviométrico (Altieri et al., 2012).

Dinámica del piloto – interacción entre los agentes

El primer acercamiento entre los agentes exploradores científicos (las Universidades) y el Herbolario (intermediario inclusivo) fue posible gracias a la existencia del proyecto: “Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial”,



en el año 2020. Durante un año se establecieron diálogos en los cuales se presentaron conflictos, debido a la diferencia entre los lenguajes que tenían los agentes. Sin embargo, durante 10 meses se logró el consenso entre estos agentes para empezar a unir capacidades para desarrollar innovaciones que permitieran solucionar las problemáticas de los pequeños agricultores y, de igual forma, vincularlos en procesos de enseñanza-aprendizaje para aumentar sus capacidades y generar confianza entre los diferentes agentes.

De este primer acercamiento entre los agentes exploradores y el intermediario inclusivo se llegó a acuerdos de cómo vincular a los excluidos a las dinámicas de innovación, y se definió como estrategia realizar un taller llamado “Intercambio de conocimientos y saberes para construcción de nuestro futuro, a través de la innovación inclusiva”, y se materializó en el mes de febrero de 2021. Una vez planificado el taller, El Herbolario Huerta fue el encargado de realizar la convocatoria de los pequeños agricultores excluidos, puesto que este agente es quien tiene la agencia de ellos. La acogida al taller fue de 30 agentes con necesidad de inclusión. La asistencia de este número significativo de agentes denota la confianza presentada por los pequeños productores de la zona ante El Herbolario Huerta, específicamente por su representante. Sin embargo, como todo proceso, se presentaron eventos fortuitos como la pandemia COVID-19, y fue necesario esperar a que se flexibilizaran las medidas de contingencia ordenadas por los entes gubernamentales para poder realizar este trabajo con las comunidades.

Como resultado de este primer taller, en el cual participaron los diferentes agentes del sistema (universidades, El Herbolario Huerta y pequeños agricultores), se lograron identificar las problemáticas de la Figura 3, enmarcadas en los ámbitos económico, social y ambiental y en las cuales la comunidad se encontraba inmersa. Dichas problemáticas se clasificaron según el impacto que presentaban en el sector, esto hizo evidente las NOPI en temas de producción sostenible, mercadeo y comercialización de sus productos.

Las NOPI fueron sometidas a un proceso de priorización y análisis para definir sobre cuál de ellas era posible intervenir de forma colaborativa, con el fin de generar innovaciones para dar solución en el corto plazo (esto debido a los tiempos determinados en el proyecto marco). Con base en esto, se opta por trabajar dos talleres de co-creación con los pequeños agricultores: 1) Taller sobre siembra orgánica y, 2) taller sobre marketing. El primero enfocado en fortalecer las capacidades de producción convencional y producción basada en tecnología apropiada, y el segundo en fortalecer las capacidades de mercadeo convencional. El desarrollo de ambos talleres se sustentó en la

participación de todos los agentes excluidos y el intercambio de conocimiento científico y tecnológico y conocimiento tradicional.

Para dar inicio a los talleres, el intermediario sistémico (El Herbolario Huerta) realizó una segunda convocatoria invitando a los agricultores de la zona a participar en un espacio en el cual, mediante capacitación y experimentación, se tendría una mezcla de conocimientos para dar solución a los problemas relacionados con producción sostenibles (problema que hace parte de las problemáticas inicialmente identificadas). Posteriormente, y dadas las condiciones provocadas por la pandemia, se logró, en conjunto con el SENA, realizar talleres en donde se brindaron herramientas técnico-científicas y ancestrales en temas de producción orgánica, generación de bioensayos y prácticas de sembrado en terrenos no planos. Este taller tuvo una duración de cuatro meses, con una asistencia de 15 a 20 pequeños agricultores.

Finalizado este taller se procedió con la segunda problemática identificada, mercadeo y comercialización de productos, bajo la misma metodología; El Herbolario Huerta se encargó de la gestión del espacio adecuado para el proceso de enseñanza y aprendizaje liderados por docentes asociados a las instituciones de educación superior. Adicionalmente, se realizó la convocatoria de los agentes excluidos. El objetivo de estas capacitaciones era permitir a los agentes excluidos aumentar sus capacidades en Mercadeo convencional. Sin embargo, en esta segunda convocatoria se presentó una disminución en cuanto a los asistentes, contó con la participación de 6 agentes, puesto que se presentaban diferentes dificultades para llegar al lugar en el cual se desarrollaban las capacitaciones o debido a que los agentes, por limitaciones de tiempo, no podían continuar asistiendo a estos espacios.

Una vez finalizados estos procesos de enseñanza y aprendizaje, en conjunto con El Herbolario Huerta y las IES, se decide hacer un último taller titulado “Compartiendo sobre los conocimientos adquiridos durante la generación de capacidades para la innovación inclusiva”, con el fin de socializar con los agentes participantes los resultados obtenidos en los procesos de formación. En este se realiza la medición de las direccionalidades y capacidades de los agentes con fines comparativos, esto para identificar, si una vez aplicado el sistema, se presenta un desarrollo o retroceso comparado con los resultados de la primera medición.

Los resultados alcanzados en cuanto a cambios en las capacidades de los agentes se ejemplifican con el caso del agente número 11 (ver Figura 4), el cual, desde el inicio, manifestó su interés en crear un sistema de producción a partir de la siembra orgánica, pero no poseía los conocimientos necesarios para la realización de este.



Esta comparación se hace teniendo en cuenta el tiempo inicial (T_0) el cual hace referencia a el momento en el que no se había presentado una intervención por parte de los exploradores científicos y un tiempo final (T_1) que corresponde a la medición realizada 12 meses posteriores a las intervenciones. Para esto se tiene en cuenta la Tabla 15, correspondiente a la primera medición efectuada sobre el agente, y la Tabla 14, correspondiente a la última medición realizada, apoyándose en la Figura 4 para hacer un análisis comparativo de forma visual del primer y último estado de los vectores del agente.

Tabla 15. Direccionalidades y capacidades agente excluido número 11 - T_1

E	S	A	IN	DE	DF	VI	PC	MC	CT	AT	AG	EA	PA	MA
6	9	9	0	0	0	0	1	1	6	3,86	0	0	4	0

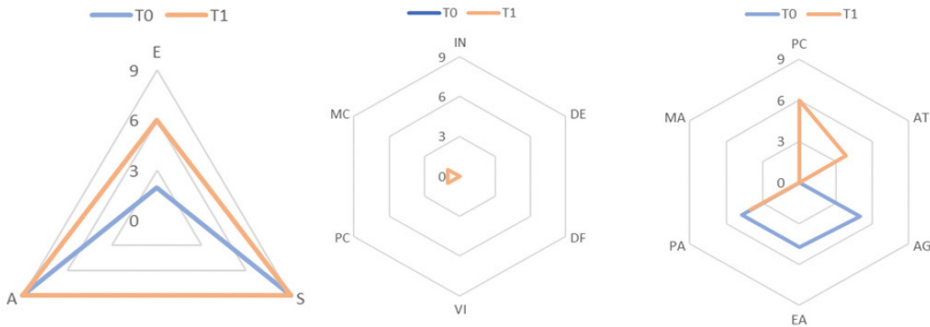


Figura 4. Ejemplo cambio de direccionalidades y capacidades de un agente excluido

Así, se logra observar en la figura 4, imagen izquierda, que su vector [E S A], correspondiente a las direccionalidades, presenta una variación positiva en el componente de direccionalidad económica, por su parte, las entradas S y A, correspondientes a las direccionalidades social y ambiental, respectivamente, permanecen constantes. En la figura 4, imagen central, se logra observar que el agente en el T_0 no poseía ninguna capacidad de las listadas en el vector [IN DE DF VI PC MC], correspondiente a las capacidades de innovación convencional, sin embargo, posterior a la aplicación del modelo, el agente fue capaz de desarrollar capacidades de producción y mercadeo convencional correspondiente a las entradas PC y MC del vector. Así mismo, en la figura 4, imagen derecha, se identifica el vector [CT AT AG EA PA MA], correspondiente a las capacidades para la inclusión, en esta imagen se logra identificar que el agente en el T_0 no poseía capacidades en las entradas AG, EA y MA, correspondientes a la

capacidad de agencia, capacidad de gestión de espacios de EA y capacidad de mercadeo basada en TA, respectivamente. Dichas capacidades se desarrollaron durante el piloto. La capacidad que tuvo un aumento fue la capacidad de preservación del conocimiento tradicional (CT). Con base en lo anterior, este agente que, al unirse con las capacidades de los otros agentes, logró crear nuevas formas de cultivo que le permitirán en un futuro producir estrategias de producción y con ello llegar a nuevos mercados.

Como resultado, mediante la potencialización de las direccionalidades y capacidades, dada su participación en el sistema de innovación, el agente fue capaz de replicar los conocimientos sobre producción orgánica en el municipio de Guarne, Antioquia, lugar donde reside actualmente, implementando en este municipio un espacio destinado para la creación de un policultivo en pequeña escala, haciendo optimización del espacio, el cual construyó basándose en los conocimientos adquiridos relacionados con el sembrado en milpa; adicionalmente, en este mismo municipio, el agente desarrolló, haciendo uso de los conocimientos apropiados, un terrario comestible con un diseño no convencional.

Desempeño del sistema

De la interacción de los agentes (Explotadores científicos, intermediario inclusivo y excluidos) en el intercambio de conocimiento científico, tecnológico y tradicional, se obtuvieron dos innovaciones. Estas son:

- ***Sistema de producción avícola***

Para la materialización de esta innovación, desde el proyecto se realizó la compra de los materiales necesarios para la elaboración de un gallinero, el cual incluyera una zona destinada a la producción de huevos y donde las gallinas descansaran, y una zona de esparcimiento, donde las aves domésticas pudieran salir a alimentarse. En simultáneo a la construcción de este espacio, se realizaron capacitaciones a los pequeños agricultores participantes, relacionadas con el cuidado y mantenimiento del gallinero y las técnicas de cuidado que debían ser aplicadas en las gallinas.

Esta innovación fue desarrollada en un periodo de dos meses, el cual incluyó la construcción de la infraestructura y el proceso de capacitación a los agricultores.



- ***Sistema de sembrado en milpa***

El sembrado en milpa es un sistema agrícola en el que se aprovecha la tierra para sembrar varios productos, en este la cosecha se realiza de forma manual sin necesidad de implementos o maquinaria agrícola. Para la correcta elaboración de esta se debe tener en cuenta tanto el espacio físico, como las especies vegetales y la diversidad productiva que sobre ella crecen (Sánchez-Morales & Hernández-Ortiz, 2014).

Para la realización de esta innovación se realizó un policultivo circular en predios pertenecientes a El Herbolario Huerta, en su desarrollo participaron los agentes excluidos, guiados por docentes del SENA desde los conocimientos de siembre orgánica, combinados con los conocimientos de los agricultores sobre Milpas. Esto permitió que se creará un cultivo de forma adecuada, la definición correcta del tipo de semillas y cómo estas debían ser plantadas en el policultivo con el fin de favorecer el desarrollo de este. Lo anterior tuvo una duración de tres meses, periodo en el cual se realizaba un monitoreo con frecuencia semanal por parte de los participantes, con el fin de que estos evidenciaran el desarrollo del policultivo y fueran adquiriendo los conocimientos científicos de siembre orgánica requeridos para los cuidados de la milpa posteriores a la siembra y cómo replicarlos ellos mismos en sus espacios productivos.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de caso se evidencia que los agentes son competentes de potencializar sus direccionalidades y capacidades existentes y a su vez desarrollar unas nuevas, además, estos logran replicar lo aprendido y transmiten el conocimiento dentro de la comunidad en la que se encuentren, lo que se ejemplifica en el agente excluido, el cual, mediante apropiación de los conocimientos suministrados en los espacios de enseñanza y aprendizaje, fue capaz elaborar un sistema de producción en milpa en un municipio distinto a La Unión. Adicionalmente, pudo transmitir los conocimientos adquiridos con personas no involucradas en la realización del piloto del sistema, logrando incentivar en estas el deseo de adquirir conocimientos relacionados con el sembrado de forma ancestral, combinado con el sistema de producción biorracional. Sin embargo, este proceso de apropiación y transmisión del conocimiento no es un trabajo de corto plazo, esto debido a que se requiere un trabajo conjunto entre los agentes para que se logre una comunicación favorable, además, se debe contar con el apoyo de un intermediario inclusivo, el cual posea la confianza de los agentes excluidos y actúe como vocero ante las convocatorias necesarias para la interacción con los agentes.

Adicionalmente se logró identificar que los agentes excluidos encuentran un mayor estímulo en el desarrollo de las actividades si se ven involucrados en los procesos de desarrollo de las mismas, es decir, disfrutaban ser parte activa del proceso de capacitación y se sienten cómodos con un modelo de enseñanza en el que la adquisición de los conocimientos sea de forma teórico-práctica, dado que desarrollan un mayor interés e incentivan a la participación de las personas de su entorno; además, al tenerlos en cuenta para la creación de los espacios de enseñanza y aprendizaje, son capaces de identificar de forma autónoma necesidades en las cuales no sabían que estaban inmersos, en ese sentido, logran identificar ciertas falencias relacionadas a los procesos de comercialización y producción de la mercancía, productos o servicios elaborados por estos.

Se puede destacar que el trabajo conjunto entre los agentes del sistema logra que las innovaciones resultantes preserven el conocimiento tradicional, el cual representa la identidad de las comunidades, es decir, simboliza su herencia cultural y salvaguarda su historia, haciendo que la conservación del conocimiento tradicional sea un factor por considerarse en la aplicación del piloto.



Por tanto, es posible que emerja un sistema de innovación inclusivo en el cual los agentes involucrados conservan los conocimientos tradicionales de su comunidad y reciben beneficios de la generación de las innovaciones, debido a que estas se obtienen a partir del trabajo conjunto y teniendo en cuenta las necesidades específicas a abarcar, reduciendo así el riesgo de que las innovaciones resultantes sean rechazadas por los agentes involucrados debido al desconocimiento en el uso y aplicación de estas.

Referencias

Altieri, M. A., Funes-Monzote, F. R. & Petersen, P. (2012). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: Contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6>

Alzugaray, S., Mederos, L. & Sutz, J. (2013). Investigación e innovación para la inclusión social: La trama de la teoría y de la política. *Isegoria*, 48, 25–50. <https://doi.org/10.3989/isegoria.2013.048.02>

Arocena, R. (2018). Power, innovation systems and development. *Innovation and Development*, 8(2), 271–285. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2017.1401772>

Bancolombia. (2019). *Del campo al mundo: El sector agropecuario en Colombia*. Bancolombia.

Barguil, D. (2016). *El agro en Colombia: una mina de oro*. Semana. <https://www.semana.com/opinion/columnistas/articulo/el-agro-en-colombia-una-mina-de-oro-por-david-barguil/222267/>

Cárdenas, L. (2021). *Intermediarios y volatilidad de precios, problemas de nunca acabar del agro colombiano*. UdeA. https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia!/ut/p/z0/fYy9Dsl-wEINfhaUjuIBKgLFiQEIMDAi1t6AjidqDNtefgHh8WhgQC4tlf7INCBmgpw-cXFFg8VUPOUZ9X6008SxO1VzrRKtWHZLGMt_PjScEO8H9heOBr22IKaM-QH9wyQNdlFqu7WUaSo_02i107jR514CWyY-ki9156tjK0v

Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina. (2021). *Los retos de la agricultura colombiana frente al cambio climático*.

Centro Nacional de Memoria Histórica. (2022). Masacre de Mesopotamia: construir memoria para recuperar el tejido social. - *Centro Nacional de Memoria Histórica*. <https://centrodememoriahistorica.gov.co/masacre-de-mesopotamia-construir-memoria-para-recuperar-el-tejido-social/>

CEPAL. (2013). *Los pueblos indígenas en América Latina*. CEPAL.

Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. (2013). Plan municipal de gestión del riesgo de desastres. https://node2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/000/631/631764.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha-256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA-256&X-Amz-Credential=aa5vJ7sqx6H8Hq4u%2F20220310%2F%-



2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220310T160225Z&X-Amz-SignedHeaders=ho

Cornare. (2014). Referentes ambientales para la construcción de los Planes de Desarrollo en los Municipios del Oriente Antioqueño. Informe Municipio de Concepcion, 1, 1–13.

CORNARE, Alianza Clima y Desarrollo, Fundación Natura, & World Wildlife Fund. (2016). *Actividad económica actual en el Oriente Antioqueño y perspectivas de crecimiento verde y desarrollo compatible con el clima - Anexo 4*. 55.

Departamento Administrativo de Planeación, A. (2020). *La Unión. Ficha Municipal 2019 - 2020* (vol. 2019, Issue Ecv 2019).

DNP Colombia. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 Colombia*. Departamento Nacional de Planeación. Imprenta Nacional de Colombia., Tomo 1, 541.

FAO. (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s06.htm>

FAO. (2015). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2014. *En El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2014*. <https://doi.org/10.4060/cb4476es>

García, S. (2016). *Alerta por uso excesivo de plaguicidas en Oriente*. UdeA Noticias.

Gliessman, S. (2016). Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(3), 187–189. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765>

González L., Estarlich M. & Murcia M. et al (2020) Risk of child poverty and social exclusion in two Spanish regions: social and family determinants. *Gac Sanit*. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.11.002>

Gras, N., Dutrénit, G. & Vera-Cruz, M. (2017). Innovaciones inclusivas: un modelo basado en agentes. El Proceso de Modelado en Economía y Ciencias de la Gestión, *March*, 57–101.

IICA - Unión Europea. (2016). *Sistema de innovación agrícola en Centroamérica y Panamá: estrategias para el uso de buenas prácticas de transferencia tecnológica*.

ITM. (2022a). *Institucional – ITM*. <https://www.itm.edu.co/institucional/>

ITM. (2022b). *Investigación – ITM*. <https://www.itm.edu.co/investigacion/>

Klerkx, L., Van Mierlo, B. & Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: Concepts, analysis and interventions. *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic*, 457–483. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2_20/COVER/

Leibovich, J. & Estrada, L. (2017). Competitividad del sector agropecuario colombiano. Informe Nacional de Competitividad 2011 – 2012, 139–168.

Nadler, D. A., & Tushman, M. L. (1997). *Competing by Design: The Power of Organizational Architecture*. New York: Oxford University Press | Organization Design Forum (ODF). Oxford University Press.

Martínez, N., Dutrénit, G., Gras, N. & Tecuanhuey, E. (2018). Actores, relaciones estructurales y causalidad en la innovación inclusiva: un caso de telemedicina en México. *Innovar*, 28(70), 23–38. <https://doi.org/10.15446/innovar.v28n70.74444>

MinAgricultura. (2018). El agro colombiano se consolidó como el motor de la economía nacional. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-agro-colombiano-se-consolidó-como-el-motor-de-la-economía-nacional.aspx>

MinCiencias. (2022). Términos y Siglas - Todos los elementos. [https://www.reincorporacion.gov.co/es/atencion/lists/trminos y siglas/allitems.aspx](https://www.reincorporacion.gov.co/es/atencion/lists/trminos%20y%20siglas/allitems.aspx)

Norman, D. W. (2002). The farming systems approach: a historical perspective 1. ¿QUIÉN LO PUBLICA?

Plataforma de Agricultura Tropical. (2017). Marco Común sobre el Desarrollo de Capacidades para los Sistemas de Innovación Agrícola: Documento de Síntesis. En Plataforma de agricultura tropical.

Rodríguez, L. (2020). Pobreza campesinos, situación en las zonas rurales: Fensuagro: En Colombia hay campesinos que solo ganan \$20.000 pesos diarios | Al Campo | Caracol Radio. Caracol Radio. https://caracol.com.co/programa/2020/05/02/al_campo/1588421311_841789.html

Quintero, S., Ruiz, W., Giraldo, D., Vélez, L., Marín, B., Cubillos, S., & Cárdenas, A. (2019). Modelo de transferencia de tecnología para las cadenas productivas agropecuarias: Análisis comparativo de las cadenas del café y el aguacate en Antioquia. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4899>



Robledo, J., López, C., Zapata, W., & Pérez, J. (2010). Desarrollo de una Metodología de Evaluación de Capacidades de Innovación. *Perfil de Coyuntura Económica*, 15, 133–148. <http://repositorio.minciencias.gov.co:8080/handle/11146/525>

Ruiz-Castañeda, W. (2016). Análisis del impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación: Una propuesta desde el modelado basado en agentes. [Tesis doctoral en Ingeniería - Industria y Organizaciones. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56636>

Sánchez-Morales, P. & Hernández-Ortiz, P. (2014). Sistema milpa. Elemento de identidad campesina e indígena. *Programa de Intercambio, Diálogo y Asesoría en Agricultura Sostenible y Soberanía Alimentaria* (PIDAASSA), 25.

SENA. (2022a). *Misión y Visión SENA*. <https://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/misionVision.aspx>

SENA. (2022b). *Quiénes somos*. <https://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/quienesSomos.aspx>

Sierra-Vaca, O. A. (2013). *Ensayo: el sector agropecuario en Colombia revestido en una colcha de retazos*. [Tesis de grado en Alta Gerencia, Universidad Militar Nueva Granada].

Sutz, J. (2010). Ciencia, Tecnología, Innovación e Inclusión Social: una agenda urgente para universidades y políticas i. *Conocimiento y Sociedad*, 1, 3–49.

The World Bank. (2006). Enhancing Agricultural Innovation. *In Enhancing Agricultural Innovation*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6741-4>

Torres, E., Torres, J., López, M., Loaiza, O. & Sanchez, C. (2020). *La unión. Guía para la reactivación Económica frente a COVID-19*.

UCO. (2022). *Institucional*. <https://www.uco.edu.co/institucional/Paginas/mision-vision.aspx>

UNAL. (2022a). *Universidad Nacional de Colombia : Dirección de Investigación y Extensión - Sede Medellín - La investigación en la UNAL*. <https://investigacionyextension.medellin.unal.edu.co/investigacion/investigacion-en-la-sede.html>

UNAL. (2022b). *Universidad Nacional de Colombia: Misión y Visión*. <https://unal.edu.co/la-universidad/mision-y-vision.html>

Villa-Enciso, E. M. (2023). *El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional* [Tesis doctoral en Ingeniería - Industria y Organizaciones, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84224>

Villalba-Morales, M. L., Ruiz, W. & Robledo, J. (2019). Towards Inclusive Innovation Systems : The Role of the Excluded Groups. *Proceedings - 28th International Conference for the International Association of Management of Technology (IAMOT 2019)*.

Villalba, M. L. (2022). *La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: una propuesta desde la modelación basada en agentes*. *Universidad Nacional de Colombia*.

Zapata Quijano, O. J. (2012). La producción de papa en dos municipios del Oriente antioqueño: Análisis de las relaciones precapitalistas y Capitalistas En La Agricultura. *Suma de Negocios*, 3(2), 53–74.



CAPITULO 6*

La universidad latinoamericana y su aporte en un sistema de innovación inclusivo

Eliana María Villa Enciso

Departamento de Ciencias Administrativas – Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM

elianavilla@itm.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

wlruizca@unal.edu.co

María Luisa Villalba Morales

Grupo de investigación FACEA - Universidad Católica de Oriente

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

mlvillalbam@unal.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

jroble dov@unal.edu.co

Introducción

La Universidad es un agente fundamental de los sistemas de innovación, dado que es en ella donde, de manera convencional, se genera conocimiento a través de los procesos de investigación y se transfieren a la sociedad a

* Este capítulo es parte integral del proyecto denominado "Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial", el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. También es parte integral de las tesis doctorales derivadas del proyecto mencionado, denominadas: a) María Luisa Villalba Morales con C.C. 63.548.366: La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes y; b) Eliana María Villa Enciso con C.C. 43.984.341: El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional (Villa-Enciso, 2023)

través del desarrollo tecnológico. Adicionalmente, a lo largo de su historia, la universidad se ha convertido en un agente fundamental que propicia y propende por el bienestar social, a través de la evolución de su misión de docencia, hacia la generación de conocimiento, la extensión social y última-mente la sostenibilidad como pilares fundamentales a los cuales se dedica. Es por lo anterior que la universidad se convierte en agente de un sistema de innovación inclusivo. A continuación, se realiza una breve introducción de la universidad en la actualidad y su conformación en Colombia, lo que permite proponer un modelo conceptual para estudiar el rol de la universidad en un sistema de innovación inclusivo.

La universidad en la actualidad en Colombia

Se parte del hecho de que las universidades son Instituciones de Educación Superior (IES) (Higher Education Institution, HEI, por sus siglas en inglés), aunque no necesariamente todas las IES son Universidades (MEN, 2010a). Las Instituciones de Educación Superior conforman todas las formas de instituciones que dictan estudios postsecundarios como por ejemplo, los estudios técnicos y tecnológicos, mientras que una universidad promueve un alto nivel de desarrollo intelectual e investigación de alto nivel (Alemu, 2018).

Según el Ministerio de Educación Nacional, el Sistema de Educación en Colombia está compuesto por: la Educación Inicial, la Educación Preescolar, la Educación Básica (primaria cinco grados y secundaria cuatro grados), la Educación Media (dos grados y culmina con el título de bachiller), la Educación Superior y la Educación para el Trabajo y el Talento Humano (Mineducación, 2015, párr. 3).

En la Figura 1 se presenta un esquema del Sistema Educativo Colombiano

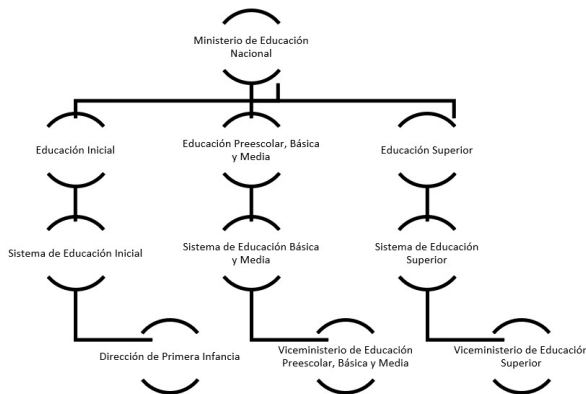


Figura 1: Sistema Educativo Colombiano
Fuente: (Mineducación, 2015)



En lo que respecta a la Educación Superior, que es la que atañe a la presente investigación, se encuentra a cargo del Viceministerio de Educación Superior, dependencia adscrita al Ministerio de Educación Nacional y encargada de apoyar la formulación y adopción de políticas, planes y proyectos relacionados con la educación superior en Colombia, así como la coordinación y articulación de las relaciones con los organismos del Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior en el país (SACES); este viceministerio se creó con la reforma introducida en 2003 mediante el Decreto 2230 (Mineducación 2017).

El Viceministerio de Educación Superior se encuentra conformado por dos direcciones: Dirección de Calidad para la educación Superior y Dirección de Fomento a la Educación Superior. De esta manera, la estructura de la Educación Superior en el país se rige según lo presentado en la Figura 2.

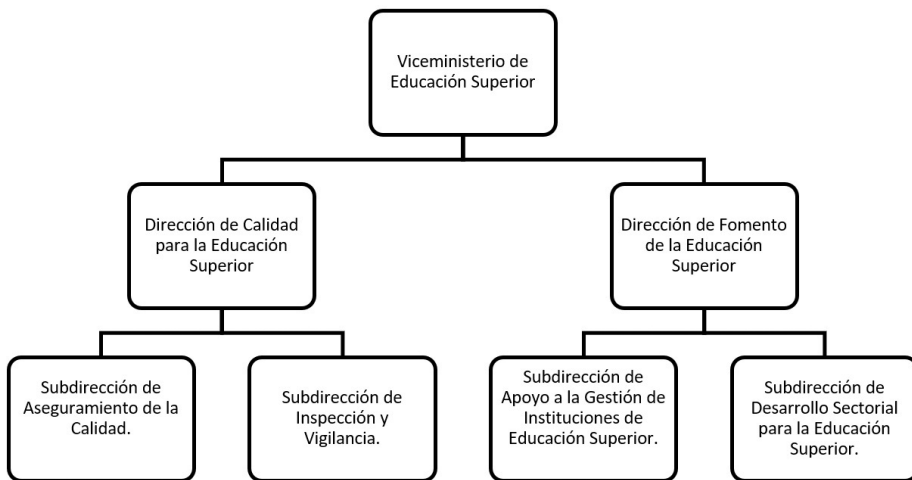


Figura 2 Conformación Viceministerio de Educación Superior
Fuente: (MEN, 2017)

Estas direcciones y subdirecciones se acogen al Decreto 1306 de 2009, constituyéndose como las dependencias administrativas para asegurar la calidad y fomentar la educación superior en Colombia a través del apoyo a la gestión de las Instituciones de Educación Superior (IES) del país, así como a la realización de estrategias para la gestión de la información en el sistema (MEN, 2017).

En lo que respecta a la conformación de la Educación Superior, en Colombia se cuenta con dos niveles: Pregrado y Posgrado (MEN, 2020). En el nivel de

pregrado existen tres niveles de formación: a) el nivel técnico profesional (programas técnico-profesionales); b) el nivel tecnológico (programas tecnológicos) y, c) el nivel profesional (programas profesionales universitarios). En el nivel de posgrado se cuenta con tres niveles: a) especializaciones (con programas de Especialización técnica Profesional, Especialización Tecnológica y especializaciones Profesionales); b) Maestrías y, c) Doctorados (MEN 2020).

De otro lado, las Instituciones de Educación Superior (IES), son las que cuentan con el reconocimiento oficial en el país para prestar el servicio público de Educación Superior. El Ministerio de Educación Nacional colombiano clasifica a las IES de la siguiente manera (MEN, 2010b):

A) Según su carácter académico: rasgo que desde la creación de la IES define y da identidad de la competencia o campo de acción que en lo académico le permite ofertar y desarrollar programas de educación superior en diferentes modalidades académicas.

B) Según su naturaleza jurídica: define las principales características que desde lo jurídico y administrativo distinguen a una y otra persona jurídica y tiene que ver con el origen de su creación.

La Universidad y su relación con los Sistemas de Innovación (SI)

Como parte del modelo conceptual hasta aquí desarrollado, a partir de sus misiones y en especial de la generación de conocimiento, la universidad se constituye en un actor de los Sistemas de Innovación (SI). Estos Sistemas se generan como respuesta desde las políticas públicas, a la necesidad de conformar recursos, capacidades e infraestructura por parte de los Estados, que permitan propiciar la innovación, como un factor fundamental para lograr el crecimiento económico de las naciones.

Los Sistemas de Innovación se conforman en el mundo a partir de la segunda mitad del siglo anterior, como respuesta a los procesos de generación de conocimiento (ciencia), de creación de soluciones a partir de ese conocimiento (tecnología) y de la apropiación social de esas tecnologías que convierten esos procesos en innovación (Investigación, Desarrollo e Innovación; I+D+i). Los SI se desarrollan como una respuesta desde los Estados a la necesidad de invertir en procesos de I+D+i, solucionando las fallas de mercado evidenciadas, ya que estos procesos no se daban por sí solos en los países y necesitaban ese empuje para consolidarse.



Es entonces, a finales de los años ochenta, cuando en la literatura aparece en estudios de los Sistemas Nacionales de Innovación, en los cuales se hace explícito el objetivo final de los procesos de investigación, que es consolidar procesos de innovación en el marco de un sistema conformado por actores fundamentales (Gobierno, Universidad, Industria), políticas y recursos y enfatizando las relaciones causales que se tienen que dar entre estos actores para lograr el desempeño innovador (Godin, 2009; Lundvall, 2010; Nelson, 1996; SPRU et al., 2016). Es de resaltar aquí que estos procesos no nacen de manera espontánea en los 90's, sino que provienen de la década de los sesenta con algunos acercamientos a este marco por parte de la Organización para la Cooperación y el desarrollo económico (OCDE) (Godin, 2009).

Es apenas en los años noventa cuando en América Latina se empieza a introducir el concepto y se generan políticas públicas en torno a la necesidad de conformar un enfoque sistémico para el logro de la innovación en los países en desarrollo (Brundelius, Lundvall & Sutz, 2009). Este marco se apropia desde los países desarrollados y genera procesos incipientes de ciencia, tecnología e innovación en los países del sur.

En Colombia se habían generado algunas capacidades en torno a la ciencia, la tecnología y la innovación y se reconocía a la universidad como un actor fundamental de estos procesos, ya que es en ella en donde se genera conocimiento (Oquendo & Acevedo, 2012). Es así como se integran las relaciones conceptuales entre los Sistemas Nacionales de Innovación y el modelo de la triple hélice y la tercera misión de la universidad.

Es a partir de estas relaciones conceptuales que la universidad pasa a ser un actor fundamental en los Sistemas de Innovación, abocada a la generación de conocimiento y a la construcción de espacios adecuados para el desarrollo tecnológico y el cumplimiento de la tercera misión en torno a la transferencia de estos desarrollos en forma de start-ups, spin-off, propiedad intelectual y demás desarrollos tecnológicos, para generar innovación y consecuentemente crecimiento económico en su entorno. Este es el rol de la universidad en los Sistemas de Innovación, que vale la pena decir, ha ido evolucionando y consolidando en el mundo, aunque de manera desigual, debido a la madurez del SI de cada país.

La universidad latinoamericana y su aporte en la construcción de un nuevo paradigma de la innovación

La universidad, como parte de los sistemas de innovación, representa una institución con capacidad de liderar esta transición entre paradigmas de innovación y tiene un papel preponderante porque es en estos centros en

los que se genera, normalmente, el conocimiento, la ciencia y la tecnología necesarios para lograr las respuestas a los problemas de la humanidad (Arocena, Göransson & Sutz, 2015a; Arocena & Sutz 2017a, 2021). Es, desde este nuevo paradigma de la innovación para la inclusión, que el objetivo y la misión de la universidad se debe concebir e implementar, sin dejar de atender las necesidades que encuentran en las dinámicas del mercado su ámbito de solución, pero enfocándose en el desarrollo de innovaciones inclusivas que aporten a la mejora de las condiciones socio-económicas, culturales, políticas, cognitivas y medioambientales de las comunidades marginales y excluidas de los mercados lucrativos (Arocena, Göransson & Sutz, 2017; Arocena & Sutz, 2020a, 2021).

La región posee una importante tradición intelectual con una marcada resistencia al modelo capitalista acumulativo, puesto que impone relaciones económicas homogeneizadas que no dan respuesta a las múltiples manifestaciones propias existentes en Latinoamérica (y en otras regiones en desarrollo), expresiones que representan, como lo manifiesta Barón (2012), “la complejidad de un sinnúmero de conflictos, encuentros, alegorías, manifestaciones, expresiones y pensamientos de lo diverso, y de la unidad de los pueblos en un grito por el respeto a lo pluriétnico” (pág.12). A partir de aquí, en la región se han gestado diversas tradiciones de cómo pensar y ver la economía latinoamericana, que han tenido diferencias estructurales con el análisis económico de corriente principal y que, a su vez, han dado inicio a propuestas de estudio desde redes institucionales en las que participan universidades, oficinas de estudio económico de los gobiernos, institutos de asistencia técnica, entre otros (Anyul, 2004; Arocena, Göransson & Sutz, 2015b; Brundenius et al., 2009; Dutrénit & Sutz, 2013).

América Latina requiere de propuestas innovadoras que generen desarrollo, riqueza y bienestar para todos los habitantes y contribuyan al equilibrio ambiental (Arocena, Göransson & Sutz, 2019; Arocena & Sutz, 2017a). La innovación debe ser un medio para lograr la equidad, la justicia y la sostenibilidad; en este orden de ideas y dada la situación de extrema pobreza de muchas regiones del continente, es importante revisar nuevas propuestas que permitan generar un paradigma en el cual todas las personas se vean beneficiadas (Fressoli, Dias & Thomas, 2014) .

La innovación inclusiva nace como una alternativa que permitirá incorporar la ciencia y la tecnología a los procesos de generación de bienestar social, desarrollo humano y sostenibilidad ambiental, dirigido por y para las comunidades necesitadas, las cuales pueden contribuir con conocimientos, costumbres,



creencias y valores propios a la generación de las innovaciones (Smith et al., 2016a, 2016b). Este nuevo paradigma nace del agotamiento del paradigma de la innovación competitiva, generado y adoptado por países con realidades diferentes a Latinoamérica, que debe transformarse para contribuir a superar los problemas que encara la comunidad global, bajo el principio de riqueza, bienestar y desarrollo para todos.

Como resultado de la revisión realizada, a continuación, se presenta la Tabla 1 que agrupa y analiza los diferentes abordajes de los trabajos revisados, tanto en el nivel teórico como metodológico, con la finalidad de recopilar los hallazgos más importantes y las limitantes más significativas en la consulta realizada:

Tabla 1: Abordajes teóricos y metodológicos de los principales autores de la temática en el ámbito mundial

Cita	Título	Abordaje Teórico y Metodológico
(Akinola & Grobbelaar, 2021)	Bridging the Research–practice Gap in African Management Research: The Case of the Nigerian Banking Sector	Los autores abordan teóricamente la innovación inclusiva desde dos aspectos fundamentales: El sector económico y el sector salud. En el sector económico abordan la diversificación de la economía africana y el rol del estado, así como el sector bancario. En el sector salud, mencionan la atención médica inclusiva como un medio para satisfacer necesidades sociales y de acercamiento de los grupos excluidos a la atención médica de alta calidad. Los abordajes metodológicos son variados, pero hacen énfasis en acercamientos cualitativos y exploración empírica a través de estudios de casos.
(Grobbelaar & Serger, 2015)	Fundamental debates and policy choices for supporting innovation in Africa	
(Grobbelaar & Urión-Maldonado, 2019)	Using technology to improve access to healthcare: The case of the MomConnect programme in South Africa	
(Herbst, Grobbelaar & Robler, 2021)	Key elements involved in scaling-up inclusive healthcare - A Scoping Review	
(Herman, Grobbelaar & Pistorius, 2020)	The design and development of technology platforms in a developing country healthcare context from an ecosystem perspectives	
(Hove & Grobbelaar, 2020)	Innovation for inclusive development: Mapping and auditing the use of icts in the South African primary education system	
(Marais, Grobbelaar & Kock, 2019)	Healthcare technology transfer in Sub-Saharan Africa: An inductive approach	
(Van der Merwe et al., 2020)	A framework of key growth factors for small enterprises operating at the base of the pyramid	
(Van der Merwe et al., 2020)	The base of the pyramid: Towards a high growth framework for SME action	
(Van Der Merwe et al., 2018)	Toward an Enterprise Growth Framework for Entering the Base of the Pyramid Market: A Systematic Review	

Cita	Título	Abordaje Teórico y Metodológico
(Botha, Grobbelaar & Bam, 2019)	Developing an evaluation framework for university-driven technology-based, innovation for inclusive development (UTI4ID) projects	
(Chihambakwe, Grobbelaar & Matope, 2021)	Creating shared value in bop communities with micro-manufacturing factories: A systematized literature review	
(Edlmann & Grobbelaar, 2019)	The preliminary validation of practices of engagement in innovation platforms: Towards understanding innovation platforms in healthcare	
(Maarsingh et al., 2021)	Exploring functional dynamics of innovation for inclusive development: event history analysis of an ICT4D project	
(Pansera & Owen, 2018b)	Innovation and development: The politics at the bottom of the pyramid	Los autores enfocan su investigación en la innovación para el desarrollo, es decir en aquel tipo de innovación que promueve la inclusión, el abordaje de los desafíos de la humanidad para dar respuesta a los ODS, innovación responsable, con recursos limitados e innovación para la población de base. Abordan el tema desde las políticas públicas estableciendo líneas de base para los países del sur global, haciendo paralelismo entre África y Latinoamérica como regiones que tienen estos desafíos y que están llamadas a solventarlos con prácticas innovadoras que permitan crecimiento económico a través de paradigmas alternativos acordes con las realidades de los países en desarrollo.
(Owen & Pansera, 2019)	Responsible innovation: Process and politics	
(Pandey & Pansera, 2020)	Bringing Laxmi and Saraswati together: Nano-scientists and academic entrepreneurship in India	
(Pansera & Fressoli, 2021)	Innovation without growth: Frameworks for understanding technological change in a post-growth era	
(Panser & Martinez, 2017)	Innovation for development and poverty reduction: an integrative literature review	
(Pansera et al., 2020)	Embedding responsible innovation within synthetic biology research and innovation: insights from a UK multi-disciplinary research centre	
(Pansera & Owen, 2018c)	Innovation for de-growth: A case study of counter-hegemonic practices from Kerala, India	
(Pansera & Owen, 2018a)	Framing inclusive innovation within the discourse of development: Insights from case studies in India	
(Pansera & Owen, 2015)	Framing resource-constrained innovation at the 'bottom of the pyramid': Insights from an ethnographic case study in rural Bangladesh	
(Pansera & Sarkar, 2016)	Crafting sustainable development solutions: Frugal innovations of grassroots entrepreneurs	
(Pansera, 2013a)	Frugality, grassroots and inclusiveness: New challenges for mainstream innovation theories	El abordaje metodológico se basa en estudios de casos específicos, análisis crítico y reflexivo de estos estudios. Esencialmente abordaje cualitativo.



Cita	Título	Abordaje Teórico y Metodológico
(Pansera, 2013b)	Innovation system for sustainability in developing countries: The renewable energy sector in Bolivia	
(Sarkar & Pansera, 2017)	Sustainability-driven innovation at the bottom: Insights from grassroots ecopreneurs	
(Schut et al., 2016)	Innovation platforms: Experiences with their institutional embedding in agricultural research for development	Los autores estudian las plataformas de innovación como una forma de fomento a la innovación agrícola para el desarrollo inclusivo. Adicionalmente hablan de nuevas formas de innovación y de las transiciones como una vía necesaria para llegar al desarrollo, específicamente lo abordan en ámbitos del sur global (África, Asia y América Latina).
(Botha et al., 2017)	Using a co-innovation approach to support innovation and learning: Cross-cutting observations from different settings and emergent issues	
(Danse et al., 2020)	Unravelling inclusive business models for achieving food and nutrition security in BOP markets	
(Hansen et al., 2018)	Sustainability transitions in developing countries: Stocktaking, new contributions, and a research agenda	
(Hermans, Roep, & Klerkx, 2016)	Scale dynamics of grassroots innovations through parallel pathways of transformative change	
(Joffre et al., 2017)	How is innovation in aquaculture conceptualized and managed? A systematic literature review and reflection framework to inform analysis and action	
(Joffre et al., 2017)	Compositional dynamics of multilevel innovation platforms in agricultural research for development	
(Opola et al., 2021)	The Hybridity of Inclusive Innovation Narratives Between Theory and Practice: A Framing Analysis	
(Schut et al., 2018)	Innovation platforms: Synopsis of innovation platforms in agricultural research and development	
(Sixt, Klerkx & Griffin, 2018)	Transitions in water harvesting practices in Jordan's rainfed agricultural systems: Systemic problems and blocking mechanisms in an emerging technological innovation system	
(Asongu, Anyanwu & Tchamyou, 2017)	Technology-driven information sharing and conditional financial development in Africa	El abordaje metodológico se basa en estudios de caso, análisis de experiencias y revisión de literatura, paradigma cualitativo.
(Asongu & Asongu, 2019)	The Role of Mobile Phones in Governance-Driven Technology Exports in Sub-Saharan Africa	

Cita	Título	Abordaje Teórico y Metodológico
(Asongu, Biekpe & Cassimon, 2021)c	On the diffusion of mobile phone innovations for financial inclusion	Los autores estudian sobre las TIC (específicamente los teléfonos móviles) y su importancia como herramienta para la inclusión financiera. El abordaje metodológico es mixto ya que incluye análisis comparativo, análisis críticos y regresiones de TOBIT para realizar sus estudios con base en evidencia empírica.
(Asongu, Biekpe & Cassimon, 2020)	Understanding the greater diffusion of mobile money innovations in Africa	
(Asongu & Le Roux, 2017)	Enhancing ICT for inclusive human development in Sub-Saharan Africa	
(Asongu, Nwachukwu & Orim, 2018)	Mobile phones, institutional quality and entrepreneurship in Sub-Saharan Africa	
(Asongu & Nwachukwu, 2018)	Educational quality thresholds in the diffusion of knowledge with mobile phones for inclusive human development in sub-Saharan Africa	
(Asongu & Nwachukwu, 2016)	The role of governance in mobile phones for inclusive human development in Sub-Saharan Africa	
(Asongu & Odhiambo, 2021)	Mobile technology supply factors and mobile money innovation: thresholds for complementary policies	
(Efobi, Tanankem & Asongu, 2018)	Female Economic Participation with Information and Communication Technology Advancement: Evidence from Sub-Saharan Africa	
(Asongu, Agye-mang-Mintah & Nting, 2021)	Law, mobile money drivers and mobile money innovations in developing countries	
(Gastrow et al., 2017)	Borderline innovation, marginalized communities: Universities and inclusive development in ecologically fragile locations	
(Habiyaemye, Kruss & Booyens, 2020)	Innovation for inclusive rural transformation: the role of the state	
(Albuquerque et al., 2015)	Developing national systems of innovation: University–Industry interactions in the global south	
(Kruss, Adeoti & Nabudere, 2012)	Universities and Knowledge-based Development in sub-Saharan Africa: Comparing University-Firm Interaction in Nigeria, Uganda and South Africa	
(Kruss & Gastrow, 2017)	Universities and innovation in informal settings: Evidence from case studies in South Africa	
(Kruss, 2018)	Towards an agenda for measuring innovation in emerging African economies: What can we learn from the case of South Africa?	El abordaje metodológico se basa en evidencia empírica, revisión de casos, encuestas y análisis documental.



Cita	Título	Abordaje Teórico y Metodológico
(Mustapha et al., 2021)	Measurement of innovation in the informal sector in Africa: the importance to industrial policy	
(Petersen et al., 2018)	Innovation Capacity-Building and Inclusive Development in Informal Settings: A Comparative Analysis of two Interactive Learning Spaces in South Africa and Malawi	
(Petersen & Kruss, 2021)	Universities as change agents in resource-poor local settings: An empirically grounded typology of engagement models	
(Petersen & Kruss, 2019)	Promoting alignment between innovation policy and inclusive development in South Africa	
(Heiskanen et al., 2010)	Constructing innovative users and user-inclusive innovation communities	Los autores trabajan sobre la innovación impulsada por el usuario y el rol del usuario en la innovación en diferentes ámbitos, adicionalmente estudian la relación entre el desarrollo de nuevas tecnologías, el usuario de estas y su contribución al desarrollo.
(Hyysalo & Johnson, 2015)	The user as relational entity: Options that deeper insight into user representations opens for human-centered design	
(Hyysalo, Juntunen & Freeman, 2013)	Internet forums and the rise of the inventive energy user	
(Hyysalo et al., 2019)	Diversity and change of user driven innovation modes in companies	El abordaje metodológico es en mayor medida cualitativo, con estudios de caso, análisis reflexivo y elaboraciones conceptuales.
(Mozaffar, 2011)	Health technology development and use: From practice-bound imagination to evolving impacts	
(Köhler et al., 2019)	An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions	
(Fressoli et al., 2014)	Innovation and inclusive development in the south: A critical perspective	Los autores estudian conceptos como la innovación social, innovación de base en la innovación inclusiva como formas alternativas para lograr un desarrollo inclusivo en el sur global, que permita atender las particularidades de estas regiones, es especial en América Latina.
(Gordon, Becerra & Fressoli, 2017)	Potentialities and constraints in the relation between social innovation and public policies: Some lessons from South America	
(Smith et al., 2016b)	Grassroots innovation movements	
(Smith, Fressoli & Thomas, 2014)	Grassroots innovation movements: Challenges and contributions	El abordaje metodológico de los autores se basa en análisis de casos, comparativos y reflexivos.
(Thomas et al., 2017)	Theoretical and policy failures in technologies and innovation for social inclusion: The cases of social housing, renewal energy and food production in Argentina	
(Thomas & Fressoli, 2011)	Technologies for social inclusion in Latin America. Analysing opportunities and constraints	

Cita	Título	Abordaje Teórico y Metodológico
(Bryden et al., 2017)	Inclusive innovation in the bioeconomy: Concepts and directions for research	Los autores realizan investigaciones en torno al rol de la universidad en el desarrollo inclusivo, las teorías de los sistemas de innovación, las preocupaciones por la inclusión social y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación para enfrentar el problema de la desigualdad. El abordaje metodológico es cualitativo, y sus técnicas son análisis críticos, análisis referencial y estudio de casos.
(Arocena, Göransson & Sutz, 2015c)	Knowledge policies and universities in developing countries: Inclusive development and the	
(Arocena & Sutz, 2021)	Universities and social innovation for global sustainable development as seen from the south	
(Arocena & Sutz, 2020b)	The need for new theoretical conceptualizations on National Systems of Innovation, based on the experience of Latin America	
(Arocena & Sutz, 2017b)	Science, technology and innovation for what? Exploring the democratization of knowledge as an answer	
(Gnangnon & Brun, 2019)	Internet and the structure of public revenue: resource revenue versus non-resource revenue	Los autores se centran en analizar los efectos de los flujos de Ayuda para el comercio (AFT) y sus componentes, en la diversificación de las exportaciones de servicios en los países receptores. La estrategia metodológica se basa en análisis cuantitativos, principalmente el estimador de Métodos Generalizados de Momentos (GMM) del sistema de dos pasos.
(Gnangnon & Brun, 2018)	Impact of multilateral trade liberalization on resource revenue	
(Gnangnon, 2021)	Aid for Trade and services export diversification in recipient countries	
(Gnangnon, 2020)	Effect of the internet on services export diversification	
(Gnangnon, 2019)	Does Aid for Information and Communications Technology Help Reduce the Global Digital Divide?	

Con base en el análisis presentado, se tienen como principales hallazgos que existe una iniciativa mundial que promueve nuevos paradigmas de innovación que permitan abordar los desafíos complejos de la humanidad en este momento, a través de iniciativas de innovación diferentes, como son la innovación social, la de base, la frugal, la inclusiva, que posibilitan dar una mirada diferente a los procesos de ciencia, tecnología e innovación para generar en los países más allá de un crecimiento económico, un desarrollo inclusivo.

Estas iniciativas se han estado consolidando en los países del Sur Global, teniendo como representantes importantes a la India, África, Asia y Latinoamérica, regiones en donde predomina la desigualdad, la pobreza, la inequidad y los diversos problemas sociales de países pobres o en desarrollo. Estos nuevos acercamientos mencionan la necesidad de tener nuevos enfoques y paradigmas de innovación que permitan apuntar de manera real a esos pro-



blemas, más allá de seguir construyendo un crecimiento económico no sostenible y que solo beneficie a unos pocos.

Con respecto al tema de la universidad, algunos autores la mencionan como una institución que, por sus características particulares, debería ser un agente activo en el proceso de innovación con un enfoque sostenible y que, a través de su objetivo fundamental, que es la generación de bienestar social, la universidad puede convertirse en un agente de cambio en especial en países en crecimiento. En lo que se refiere a las metodologías utilizadas en sus investigaciones, se evidencia un acercamiento cualitativo en su mayoría, sin embargo, se pueden apreciar también algunas técnicas cuantitativas y en menor proporción el uso de técnicas mixtas para el estudio de estos fenómenos.

Referencias

Akinola, Grace & Sara S. Grobbelaar (2021). Bridging the Research–Practice Gap in African Management Research: The Case of the Nigerian Banking Sector. *Journal of African Business*. doi: 10.1080/15228916.2021.1904757.

Albuquerque, Eduardo, Wilson Suzigan, Glenda Kruss & Keun Lee (2015). *Developing National Systems of Innovation: University–Industry Interactions in the Global South*. Edward Elgar Publishing Ltd.

Alemu, Sintayehu Kassaye (2018). Meaning, Idea and History of University/Higher Education: Brief Literature Review. *FIRE: Forum for International Research in Education* 4(3):210–27. doi: 10.32865/fire20184312.

Anyul, Martín Puchet (2004). Contribuciones Teóricas Del Pensamiento Económico Al Desarrollo Latinoamericano. *Economíaunam* 1(3):115–29.

Arocena, Rodrigo, Bo Göransson & Judith Sutz (2015a). Knowledge Policies and Universities in Developing Countries: Inclusive Development and the ‘Developmental University.’ *Technology in Society* 41(C):10–20. doi: 10.1016/j.techsoc.2014.10.004.

Arocena, Rodrigo, Bo Göransson & Judith Sutz (2015b). Knowledge Policies and Universities in Developing Countries: Inclusive Development and the ‘Developmental University.’ *Technology in Society* 41:10–20. doi: 10.1016/j.techsoc.2014.10.004.

Arocena, Rodrigo, Bo Göransson & Judith Sutz (2015c). Knowledge Policies and Universities in Developing Countries: Inclusive Development and the ‘Developmental University.’ *Technology in Society* 41:10–20. doi: 10.1016/j.techsoc.2014.10.004.

Arocena, Rodrigo, Bo Göransson & Judith Sutz (2017). *Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems: Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South*. Springer International Publishing.

Arocena, Rodrigo, Bo Göransson & Judith Sutz (2019). Towards Making Research Evaluation More Compatible with Developmental Goals. *Science and Public Policy* 46(2):210–18. doi: 10.1093/scipol/scy051.

Arocena, Rodrigo & Judith Sutz (2017a). Science, Technology and Innovation for What? Exploring the Democratization of Knowledge as an Answer. *Research Handbook on Innovation Governance for Emerging Economies: Towards Better Models*. Edward Elgar Publishing.



Arocena, Rodrigo & Judith Sutz (2017b). Science, Technology and Innovation for What? Exploring the Democratization of Knowledge as an Answer. *Research Handbook on Innovation Governance for Emerging Economies: Towards Better Models*.

Arocena, Rodrigo & Judith Sutz (2020a). The Need for New Theoretical Conceptualizations on National Systems of Innovation, Based on the Experience of Latin America. *Economics of Innovation and New Technology* 29(7):814–29. doi: 10.1080/10438599.2020.1719640.

Arocena, Rodrigo & Judith Sutz (2020b). The Need for New Theoretical Conceptualizations on National Systems of Innovation, Based on the Experience of Latin America. *Economics of Innovation and New Technology* 29(7):814–29. doi: 10.1080/10438599.2020.1719640.

Arocena, Rodrigo & Judith Sutz (2021). Universities and Social Innovation for Global Sustainable Development as Seen from the South. *Technological Forecasting and Social Change* 162:120399. doi: 10.1016/j.techfore.2020.120399.

Asongu, Simplice A., Peter Agyemang-Mintah & Rexon T. Nting (2021). Law, Mobile Money Drivers and Mobile Money Innovations in Developing Countries *Technological Forecasting and Social Change* 168(4):630–59. doi: 10.1016/j.techfore.2021.120776.

Asongu, Simplice A., John C. Anyanwu & Vanessa S. Tchamyou (2017). Technology-Driven Information Sharing and Conditional Financial Development in Africa. <https://doi.org/10.1080/02681102.2017.1311833> 3 25(4):630–59. doi: 10.1080/02681102.2017.1311833.

Asongu, Simplice A. & Ndemaze Asongu (2019). The Role of Mobile Phones in Governance-Driven Technology Exports in Sub-Saharan Africa. *Journal of the Knowledge Economy* 10(2):849–67. doi: 10.1007/s13132-017-0500-2.

Asongu, Simplice A., Nicholas Biekpe & Danny Cassimon (2020). Understanding the Greater Diffusion of Mobile Money Innovations in Africa. *Telecommunications Policy* 44(8):102000. doi: 10.1016/j.telpol.2020.102000.

Asongu, Simplice A., Nicholas Biekpe & Danny Cassimon. (2021). On the Diffusion of Mobile Phone Innovations for Financial Inclusion. *Technology in Society* 65:101542. doi: 10.1016/j.techsoc.2021.101542.

Asongu, Simplice A. & Jacinta C. Nwachukwu (2016). The Role of Governance in Mobile Phones for Inclusive Human Development in

Sub-Saharan Africa. *Technovation* 55–56:1–13. doi: 10.1016/j.technovation.2016.04.002.

Asongu, Simplice A. & Jacinta C. Nwachukwu (2018). Educational Quality Thresholds in the Diffusion of Knowledge with Mobile Phones for Inclusive Human Development in Sub-Saharan Africa. *Technological Forecasting and Social Change* 129:164–72. doi: 10.1016/j.techfore.2018.01.004.

Asongu, Simplice A., Jacinta C. Nwachukwu & Stella Maris I. Orim (2018). Mobile Phones, Institutional Quality and Entrepreneurship in Sub-Saharan Africa. *Technological Forecasting and Social Change* 131:183–203. doi: 10.1016/j.techfore.2017.08.007.

Asongu, Simplice A. & Nicholas M. Odhiambo (2021). Mobile Technology Supply Factors and Mobile Money Innovation: Thresholds for Complementary Policies. *Journal of Banking Regulation* 1–14. doi: 10.1057/s41261-021-00167-z.

Asongu, Simplice A. & Sara Le Roux (2017). Enhancing ICT for Inclusive Human Development in Sub-Saharan Africa. *Technological Forecasting and Social Change* 118:44–54. doi: 10.1016/j.techfore.2017.01.026.

Barón, Diego Francisco (2012). Pensamiento Económico En América Latina (1950-2010). Antecedentes y Perspectivas. *Apuntes del CENES* 31(54):37–72.

Botha, L., S. S. Grobbelaar & W. G. Bam (2019). Developing an Evaluation Framework for University-Driven Technology-Based, Innovation for Inclusive Development (UTI4ID) Projects. *Research Evaluation* 28(4):326–43. doi: 10.1093/reseval/rvz021.

Botha, Neels, James A. Turner, Simon Fielke & Laurens Klerkx (2017). Using a Co-Innovation Approach to Support Innovation and Learning: Cross-Cutting Observations from Different Settings and Emergent Issues. *Outlook on Agriculture* 46(2):87–91.

Brown, Ross (2020). Mission-Oriented or Mission Adrift? A Critical Examination of Mission-Oriented Innovation Policies. <https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1779189> 29(4):739–61. doi: 10.1080/09654313.2020.1779189.

Brundenius, Claes, Bengt Åke Lundvall & Judith Sutz (2009). The Role of Universities in Innovation Systems in Developing Countries: Developmental University Systems - Empirical, Analytical and Normative Perspectives. Pp. 311–33 in *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. Edward Elgar Publishing Ltd.



Bryden, John, Stig S. Gezelius, Karen Refsgaard & Judith Sutz (2017). Inclusive Innovation in the Bioeconomy: Concepts and Directions for Research. *Innovation and Development* 7(1):1–16. doi: 10.1080/2157930X.2017.1281209.

Bryer, Thomas Andrew, Cristian Pliscoff & Ashley Wilt Connors (2020). Civic Mission of the University. *Promoting Civic Health Through University-Community Partnerships* 7–32. doi: 10.1007/978-3-030-19666-0_2.

Calderon-Martinez, María (2017). Tercera Misión de La Universidad. Una Revisión de La Literatura Sobre Emprendimiento Académico. *Latindex* 3(1):364–73.

Chihambakwe, Zviemurwi J., Sara S. Grobbelaar & Stephen Matope (2021). Creating Shared Value in Bop Communities with Micro-Manufacturing Factories: A Systematized Literature Review. *Sustainability (Switzerland)* 13(18):10289. doi: 10.3390/su131810289.

Compagnucci, Lorenzo & Francesca Spigarelli (2020). The Third Mission of the University: A Systematic Literature Review on Potentials and Constraints. *Technological Forecasting and Social Change* 161:120284. doi: 10.1016/J.TECHFORE.2020.120284.

Danse, Myrtille, Laurens Klerkx, Jorrit Reintjes, Rudy Rabbinge & Cees Leeuwis (2020). Unravelling Inclusive Business Models for Achieving Food and Nutrition Security in BOP Markets. *Global Food Security* 24:100354. doi: 10.1016/j.gfs.2020.100354.

Dutrénit, Gabriela & Judith Sutz (2013). *Sistemas de Innovación para un Desarrollo Inclusivo. Experiencia de Latinoamérica*.

Edlmann, Frederick Robert Peter & Sara S. Grobbelaar (2019). The Preliminary Validation of Practices of Engagement in Innovation Platforms: Towards Understanding Innovation Platforms in Healthcare. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2019. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.*

Efobi, Uchenna R., Belmondo V. Tanankem & Simplice A. Asongu (2018). Female Economic Participation with Information and Communication Technology Advancement: Evidence from Sub-Saharan Africa. *South African Journal of Economics* 86(2):231–46. doi: 10.1111/saje.12194.

Fressoli, Mariano, Rafael Dias & Hernán Thomas (2014). Innovation and Inclusive Development in the South: A Critical Perspective. *En Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America*. MIT Press.

Gastrow, Michael, Glenda Kruss, Maitseo Bolaane & Timothy Esemu (2017). Borderline Innovation, Marginalized Communities: Universities and Inclusive Development in Ecologically Fragile Locations. *Innovation and Development* 7(2):211–26. doi: 10.1080/2157930X.2016.1200970.

Gimenez, Ana Maria Nunes & Maria Beatriz Machado Bonacelli (2018). Higher Education and Society: An Exploratory Study on Practices of the Third Mission at the University of Campinas (Unicamp). *Journal of Technology Management and Innovation* 13(4):94–104. doi: 10.4067/S0718-27242018000400094.

Gnangnon, Sèna K. (2021). Aid for Trade and Services Export Diversification in Recipient Countries. *Australian Economic Papers* 60(2):189–225. doi: 10.1111/1467-8454.12200.

Gnangnon, Sèna Kimm (2019). Does Aid for Information and Communications Technology Help Reduce the Global Digital Divide? *Policy and Internet* 11(3):344–69. doi: 10.1002/poi3.220.

Gnangnon, Sèna Kimm (2020). Effect of the Internet on Services Export Diversification. *Journal of Economic Integration* 35(3):519–58. doi: 10.11130/jei.2020.35.3.519.

Gnangnon, Sena Kimm & Jean François Brun (2018). Impact of Multilateral Trade Liberalization on Resource Revenue. *Economies* 6(4):60. doi: 10.3390/economies6040060.

Gnangnon, Sèna Kimm & Jean François Brun (2019). Internet and the Structure of Public Revenue: Resource Revenue versus Non-Resource Revenue. *Journal of Economic Structures* 8(1):1–26. doi: 10.1186/s40008-018-0132-0.

Godin, Benoît (2009). National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. *Science, Technology, & Human Values* 34(4):476–501. doi: 10.1177/0162243908329187.

Gordon, Ariel, Lucas D. Becerra & Mariano Fressoli (2017). Potentialities and Constraints in the Relation between Social Innovation and Public Policies: Some Lessons from South America. *Ecology and Society* 22(4). doi: 10.5751/ES-09493-220402.

Grobbelaar, Sara S. & Sylvia Schwaag Serger (2015). Fundamental Debates and Policy Choices for Supporting Innovation in Africa. *Development (Basingstoke)* 58(4):549–55. doi: 10.1057/s41301-016-0041-1.



Grobbelaar, Sara S. & Mauricio Uriona-Maldonado (2019). Using Technology to Improve Access to Healthcare: The Case of the MomConnect Programme in South Africa. *Local Economy* 34(8):838–52.

Habiyaremye, Alexis, Glenda Kruss & Irma Booyens (2020). Innovation for Inclusive Rural Transformation: The Role of the State. *Innovation and Development* 10(2):155–68.

Hansen, Ulrich Elmer, Ivan Nygaard, Henny Romijn, Anna Wieczorek, Linda M. Kamp & Laurens Klerkx (2018). Sustainability Transitions in Developing Countries: Stocktaking, New Contributions and a Research Agenda. *Environmental Science and Policy* 84:198–203.

Heiskanen, Eva, Sampsa Hyysalo, Kotro Tanja & Petteri Repo (2010). Constructing Innovative Users and User-Inclusive Innovation Communities. *Technology Analysis and Strategic Management* 22(4):495–511. doi: 10.1080/09537321003714568.

Hekkert, Marko P., Matthijs J. Janssen, Joeri H. Wesseling & Simona O. Negro (2020). Mission-Oriented Innovation Systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 34:76–79. doi: 10.1016/J.EIST.2019.11.011.

Herbst, Christi J. C., Sara S. Grobbelaar & Jacomine Grobler (2021). Key Elements Involved in Scaling-up Inclusive Healthcare - A Scoping Review. En 2021 IEEE International Conference on Technology and Entrepreneurship, ICTE 2021. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

Herman, Hilde, Sara S. Grobbelaar & Calie Pistorius (2020). The Design and Development of Technology Platforms in a Developing Country Healthcare Context from an Ecosystem Perspective. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 20(1):1–24. doi: 10.1186/s12911-020-1028-0.

Hermans, Frans, Dirk Roep & Laurens Klerkx (2016). Scale Dynamics of Grassroots Innovations through Parallel Pathways of Transformative Change. *Ecological Economics* 130:285–95. doi: 10.1016/j.ecolecon.2016.07.011.

Hove, P. & S. S. Grobbelaar (2020). Innovation for Inclusive Development: Mapping and Auditing the Use of Ict's in the South African Primary Education System. *South African Journal of Industrial Engineering* 31(1):47–64. doi: 10.7166/31-1-2119.

Hyysalo, Sampsa & Mikael Johnson (2015). The User as Relational Entity: Options That Deeper Insight into User Representations Opens for Human-Centered Design. *Information Technology and People* 28(1):72–89. doi: 10.1108/ITP-01-2014-0011.

Hyysalo, Sampsa, Jouni K. Juntunen & Stephanie Freeman (2013). Internet Forums and the Rise of the Inventive *Energy User*. *Science and Technology Studies* 26(1):25–51. doi: 10.23987/sts.55307.

Hyysalo, Sampsa, Petteri Repo, Päivi Timonen, Louna Hakkarainen & Eva Heiskanen (2019). *Diversity and Change of User Driven Innovation Modes in Companies*. *Managing Innovation: Understanding and Motivating Crowds* 261–93. doi: 10.1142/9781786346490_0010.

Joffe, Olivier M., Laurens Klerkx, Malcolm Dickson & Marc Verdegem (2017). How Is Innovation in Aquaculture Conceptualized and Managed? A Systematic Literature Review and Reflection Framework to Inform Analysis and Action. *Aquaculture* 470:129–48. doi: 10.1016/j.aquaculture.2016.12.020.

Köhler, Jonathan, Frank W. Geels, Florian Kern, Jochen Markard, Elsie Onsongo, Anna Wieczorek, Floortje Alkemade, Flor Avelino, Anna Bergek, Frank Boons, Lea Fünfschilling, David Hess, Georg Holtz, Sampsa Hyysalo, Kirsten Jenkins, Paula Kivimaa, Mari Martiskainen, Andrew McMeekin, Marie Susan Mühlemeier, Bjorn Nykvist, Bonno Pel, Rob Raven, Harald Rohrer, Björn Sandén, Johan Schot, Benjamin Sovacool, Bruno Turnheim, Dan Welch & Peter Wells (2019). An Agenda for Sustainability Transitions Research: State of the Art and Future Directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. doi: 10.1016/j.eist.2019.01.004.

Kruss, Glenda (2018). Towards an Agenda for Measuring Innovation in Emerging African Economies: What Can We Learn from the Case of South Africa? *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, vol. 10.

Kruss, Glenda, John Adeoti & Dani Nabudere (2012). Universities and Knowledge-Based Development in Sub-Saharan Africa: Comparing University-Firm Interaction in Nigeria, Uganda and South Africa. *Journal of Development Studies* 48(4):516–30. doi: 10.1080/00220388.2011.604410.

Kruss, Glenda & Michael Gastrow (2017). Universities and Innovation in Informal Settings: Evidence from Case Studies in South Africa. *Science and Public Policy* 44(1):26–36. doi: 10.1093/scipol/scw009.

Litardi, Irene, Gloria Fiorani & Luana La Bara (2020). The Role of the University for Promoting Sustainability through Third Mission and Quintuple Helix Model: The Case Study of the Tor Vergata University of Rome. *Management Dynamics in the Knowledge Economy* 8(1):45–60. doi: 10.2478/mdke-2020.



Lopez, Yvette P& William F. Martin (2018). University Mission Statements and Sustainability Performance. *Business and Society Review* 123(2):341–68. doi: 10.1111/basr.12144.

Lovren, Violeta Orlović (2020). The Fourth Mission of University: Innovative Potentials and Opportunities for Lifelong Learning. Serbia: University of Belgrade.

Lundvall, Bengt Åke (2010). National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter Publishers.

Maarsingh, Berno, Sara S. Grobbelaar, Mauricio Uriona-Maldonado & Marlien Herselman (2021). Exploring Functional Dynamics of Innovation for Inclusive Development: Event History Analysis of an ICT4D Project. *Innovation and Development*. doi: 10.1080/2157930X.2021.1956712.

Marais, Rian, Sara S. Grobbelaar & Imke H. D. Kock (2019). Healthcare Technology Transfer in Sub-Saharan Africa: An Inductive Approach. *International Journal of Innovation and Technology Management* 16(8). doi: 10.1142/S021987701950055X.

MEN (2010a). Instituciones de Educación Superior.

MEN (2010b). Instituciones de Educación Superior.

MEN (2017). Estructura del Vice Ministerio de Educación. Recuperado julio 27, 2021 (<https://www.mineduacion.gov.co/portal/Educacion-superior/Sistema-de-Educacion-Superior/235056:Estructura-del-Viceministerio>).

MEN (2020) Niveles de La Educación Superior - Colombia, 2020. Recuperado julio 27, 2021 (<https://www.mineduacion.gov.co/portal/Educacion-superior/Sistema-de-Educacion-Superior/231238:Niveles-de-la-Educacion-Superior>).

Mineduación (2017). Viceministerio de Educación Superior - Colombia. Página Oficial. Recuperado July 27, 2021 (<https://www.mineduacion.gov.co/portal/Educacion-superior/Sistema-de-Educacion-Superior/217737:-Viceministerio-de-Educacion-Superior>).

Mineduación (2015). Sistema Educativo Colombiano - Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Mineduación 1. Recuperado July 27, 2021 (<https://www.mineduacion.gov.co/portal/Educacion-superior/Sistema-de-Educacion-Superior/231235:Sistema-Educativo-Colombiano>).

Mozaffar, Hajar (2011). Health Technology Development and Use: From Practice-Bound Imagination to Evolving Impacts. *Information Technology & People* 24(2):199–202.

Mustapha, Nazeem, Il haam Petersen, Oluseye Jegede, Isabel Bortagaray & Glenda Kruss (2021). Measurement of Innovation in the Informal Sector in Africa: The Importance to Industrial Policy. *Innovation and Development*. doi: 10.1080/2157930X.2021.1887614.

Nelson, Richard R. (1996). National Innovation Systems: A Retrospective on a Study. En *Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise*. Palgrave Macmillan, London.

Opola, Felix Ouko, Laurens Klerkx, Cees Leeuwis & Catherine W. Kilelu (2021). The Hybridity of Inclusive Innovation Narratives Between Theory and Practice: A Framing Analysis. *European Journal of Development Research* 33(3):626–48. doi: 10.1057/s41287-020-00290-z.

Oquendo Gómez, Andrés Felipe, & Carlos Alberto Acevedo Álvarez (2012). El Sistema de Innovación Colombiano: Fundamentos, Dinámicas y Avatares. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad* 4(6):105. doi: 10.22430/21457778.73.

Owen, Richard & Mario Pansera (2019). Responsible Innovation: Process and Politics. En *International Handbook on Responsible Innovation: A Global Resource*. Edward Elgar Publishing Ltd.

Pandey, Poonam & Mario Pansera (2020). Bringing Laxmi and Saraswati Together: Nano-Scientists and Academic Entrepreneurship in India. *Technology in Society* 63:101440. doi: 10.1016/j.techsoc.2020.101440.

Pansera, Mario (2013a). Frugality, Grassroots and Inclusiveness: New Challenges for Mainstream Innovation Theories. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development* 5(6):469–78. doi: 10.1080/20421338.2013.820445.

Pansera, Mario (2013b). Innovation System for Sustainability in Developing Countries: The Renewable Energy Sector in Bolivia. *International Journal of Innovation and Sustainable Development* 7(1):27–45. doi: 10.1504/IJISD.2013.052119.

Pansera, Mario & Mariano Fressoli (2021). Innovation without Growth: Frameworks for Understanding Technological Change in a Post-Growth Era. *Organization* 28(3):380–404. doi: 10.1177/1350508420973631.

Pansera, Mario & Fabien Martinez (2017). Innovation for Development and Poverty Reduction: An Integrative Literature Review. *Journal of Management Development* 36(1):2–13.



Pansera, Mario & Richard Owen (2015). Framing Resource-Constrained Innovation at the 'Bottom of the Pyramid': Insights from an Ethnographic Case Study in Rural Bangladesh. *Technological Forecasting and Social Change* 92:300–311. doi: 10.1016/j.techfore.2014.10.004.

Pansera, Mario & Richard Owen (2018a). Framing Inclusive Innovation within the Discourse of Development: Insights from Case Studies in India. *Research Policy* 47(1):23–34. doi: 10.1016/j.respol.2017.09.007.

Pansera, Mario & Richard Owen (2018b). Innovation and Development: The Politics at the Bottom of the Pyramid.

Pansera, Mario & Richard Owen (2018c). Innovation for De-Growth: A Case Study of Counter-Hegemonic Practices from Kerala, India. *Journal of Cleaner Production* 197:1872–83. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.06.197.

Pansera, Mario, Richard Owen, Darian Meacham & Vivienne Kuh (2020). Embedding Responsible Innovation within Synthetic Biology Research and Innovation: Insights from a UK Multi-Disciplinary Research Centre. *Journal of Responsible Innovation* 384–409. doi: 10.1080/23299460.2020.1785678.

Pansera, Mario & Soumodip Sarkar (2016). Crafting Sustainable Development Solutions: Frugal Innovations of Grassroots Entrepreneurs. *Sustainability (Switzerland)* 8(1):1–51. doi: 10.3390/su8010051.

Petersen, Il haam & Glenda Kruss (2019). Promoting Alignment between Innovation Policy and Inclusive Development in South Africa. *Development Southern Africa* 36(3):351–75. doi: 10.1080/0376835X.2018.1490175.

Petersen, Il haam & Glenda Kruss (2021). Universities as Change Agents in Resource-Poor Local Settings: An Empirically Grounded Typology of Engagement Models. *Technological Forecasting and Social Change* 167:120693. doi: 10.1016/J.TECHFORE.2021.120693.

Petersen, Il haam, Glenda Kruss, Michael Gastrow & Patson C. Nalivata (2018). Innovation Capacity-Building and Inclusive Development in Informal Settings: A Comparative Analysis of Two Interactive Learning Spaces in South Africa and Malawi. *Journal of International Development* 30(5):865–85. doi: 10.1002/jid.3232.

Sarkar, Soumodip & Mario Pansera (2017). Sustainability-Driven Innovation at the Bottom: Insights from Grassroots Ecopreneurs. *Technological Forecasting and Social Change* 114:327–38. doi: 10.1016/j.techfore.2016.08.029.

Scholz, Roland W. (2020). Transdisciplinarity: Science for and with Society in Light of the University's Roles and Functions. *Sustainability Science* 15(4):1033–49. doi: 10.1007/s11625-020-00794-x.

Schut, Marc, Laurens Klerkx, Josey Kamanda, Murat Sartas & Cees Leeuwis (2018). Innovation Platforms: Synopsis of Innovation Platforms in Agricultural Research and Development. En *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. Elsevier.

Schut, Marc, Laurens Klerkx, Murat Sartas, Dieuwke Lamers, Mariette M. C. Campbell, Ifeyinwa Ogbonna, Pawandeep Kaushik, Kwesi Atta-Krah & Cees Leeuwis (2016). Innovation Platforms: Experiences with Their Institutional Embedding in Agricultural Research for Development. *Experimental Agriculture* 52(4):537–61. doi: 10.1017/S001447971500023X.

Sixt, Gregory N., Laurens Klerkx & Timothy S. Griffin (2018). Transitions in Water Harvesting Practices in Jordan's Rainfed Agricultural Systems: Systemic Problems and Blocking Mechanisms in an Emerging Technological Innovation System. *Environmental Science and Policy* 84:235–49. doi: 10.1016/j.envsci.2017.08.010.

Smith, Adrian, Mariano Fressoli, Dinesh Abrol, Elisa Arond & Adrian Ely (2016a). *Grassroots Innovation Movements*.

Smith, Adrian, Mariano Fressoli, Dinesh Abrol, Elisa Arond & Adrian Ely (2016b). *Grassroots Innovation Movements*. Elsevier, vol 63.

Smith, Adrian, Mariano Fressoli & Hernán Thomas (2014). *Grassroots Innovation Movements: Challenges and Contributions*. *Journal of Cleaner Production* 63:114–24. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.12.025.

SPRU, Janina Grabs, Nina Langen, Gesa Maschkowski & Niko Schöpke (2016). Designing Innovation Policy for Transformative Change in Paris and Seoul. *Journal of Cleaner Production* 134:98–111.

Thomas, Hernán, Lucas Becerra, Mariano Fressoli, Santiago Garrido & Paula Juarez (2017). Theoretical and Policy Failures in Technologies and Innovation for Social Inclusion: The Cases of Social Housing, Renewal Energy and Food Production in Argentina. En *Research Handbook on Innovation Governance for Emerging Economies: Towards Better Models*. Edward Elgar Publishing Ltd.

Thomas, Hernán & Mariano Fressoli (2011). Technologies for Social Inclusion in Latin America. Analysing Opportunities and Constraints; Problems and Solutions in Argentina and Brazil. En *2011 Atlanta Conference on*



Science and Innovation Policy: Building Capacity for Scientific Innovation and Outcomes, ACSIP 2011, Proceedings.

Van der Merwe, M. D., S. S. Grobbelaar, C. S. L. Schutte & K. H. Von Leipzig (2020). The Base of the Pyramid: Towards a High Growth Framework for SME Action. En 26th International Association for Management of Technology Conference, IAMOT 2017.

Van der Merwe, Michael D., Sara S. Grobbelaar, Isabel A. Meyer, Cornelius L. Schutte & Konrad H. Von Leipzig (2020). A Framework of Key Growth Factors for Small Enterprises Operating at the Base of the Pyramid. *Sustainability (Switzerland)* 12(22):1–33. doi: 10.3390/su12229327.

Van Der Merwe, Michael D., Sara S. Grobbelaar, Cornelius S. L. Schutte & Konrad H. Von Leipzig (2018). Toward an Enterprise Growth Framework for Entering the Base of the Pyramid Market: A Systematic Review. *International Journal of Innovation and Technology Management* 15(4). doi: 10.1142/S0219877018500359.

Villa-Enciso, E. M. (2023). El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84224>

The background features a series of concentric, overlapping circles in shades of blue and grey, creating a sense of depth and movement. A dark blue vertical bar is positioned on the right side of the page, partially overlapping the circles.

Parte 3.

Sistemas de innovación
inclusivos: emergencia y
evolución



CAPITULO 7*

Un modelo conceptual para la articulación de la política de innovación transformativa con el marco de los sistemas de innovación

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
wlruizca@unal.edu.co

Karen Cristina Hormecheas Tapia

Grupo de Investigación Innovación y Gestión Tecnológica - Universidad Nacional de Colombia
kchormecheat@unal.edu.co

Introducción

En este capítulo se presenta la construcción de un modelo conceptual que permite comprender la relación de los sistemas de innovación con la perspectiva multinivel (MLP, del inglés Multi-level perspective), fundamentando la política de innovación transformativa. Este modelo parte de la propuesta construida por Ruiz et al. (2016) y la versión enriquecida por Quintero et al. (2019), donde se estudian los sistemas de innovación a partir de las capacidades de innovación de agentes heterogéneos que lo conforman, y a la que se le incluye la MLP para poder representar la perspectiva de la política de innovación transformativa. Para ello se sigue la metodología adaptada de Wilensky (1999) que se presenta en la Figura 1, que cuenta con tres etapas: en la primera se formulan las preguntas iniciales que ayudan a comprender el fenómeno abordado, en la segunda se hace la validación conceptual del modelo con la revisión de los soportes teóricos y finalmente se formula el modelo.

*Una versión preliminar de este trabajo fue publicada en la tesis de maestría de Hormecheas (2021)

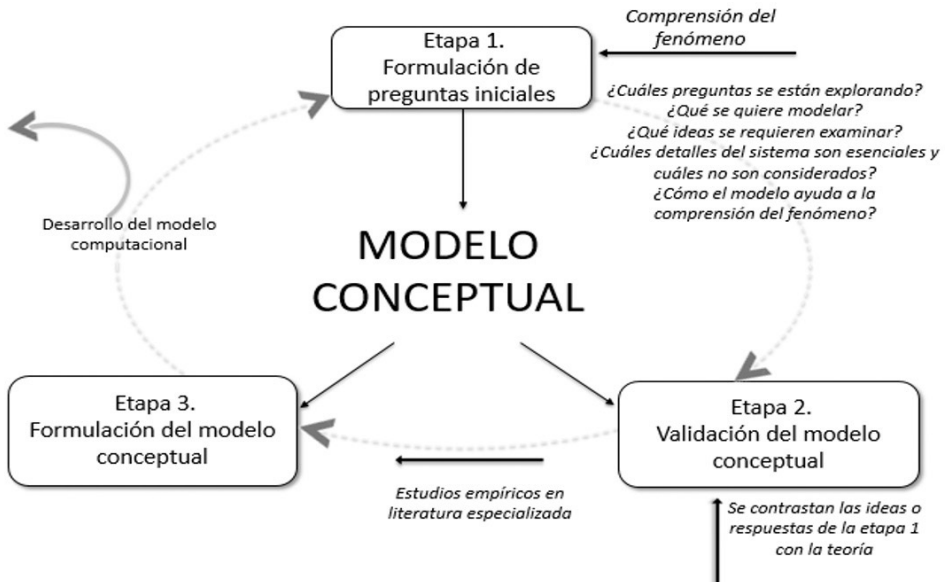


Figura 1. Metodología del modelo conceptual.
Fuente: Quintero et al. (2019) adaptado de Wilensky (1999).

Formulación de preguntas inicial

¿Qué se quiere modelar?

Un sistema de innovación que emerge de la interacción entre agentes heterogéneos donde se identifica la MLP y se pueda experimentar con diferentes tipos de políticas de innovación transformativa para analizar su impacto en el desempeño sostenible del sistema.

¿Qué ideas se requieren examinar?

- Las características del sistema de innovación.
- Las características de la MLP (Cuando se da una transición socio-técnica, un cambio de régimen, etc.).
- El papel de las capacidades de innovación en el sistema de innovación y en las transiciones socio-técnicas.
- Los tipos de agentes.



¿Cuáles detalles del sistema son esenciales?

- La coevolución de los agentes heterogéneos.
- La racionalidad limitada de los agentes.
- Los costos de transacción existentes en todas las relaciones.
- La interacción.
- La diferenciación de los agentes según sus capacidades.
- La medición del desempeño sostenible del sistema.
- El entorno en que se encuentran inmersos los agentes.
- La creación de nichos.
- El cambio de régimen en el sistema.

¿Cuáles detalles no serán considerados?

- La interacción de varios sistemas socio-técnicos.
- No se priorizan los relacionamientos con otros agentes a partir del éxito o fracaso de relacionamientos anteriores, eliminando en el agente la memoria de relaciones pasadas.

¿Cómo el modelo ayuda a la comprensión del fenómeno?

- Posibilita analizar los efectos de las políticas de innovación transformativa en el comportamiento del sistema.
- Permite evidenciar el cambio de comportamiento de los agentes (el cambio en las reglas de decisión y el aprendizaje de segundo orden).
- Ayuda a evaluar cómo varían los nichos.
- Facilita comprender cómo, en un sistema de innovación emergen patrones de la MLP.

Soporte teórico

Sistemas de innovación

Los sistemas de innovación son un marco conceptual que tiene su fundamento en las propuestas de Freeman (1982, 1987), Lundvall (1985), Nelson y Winter (1982), Edquist (1997), quienes estudiaron los procesos de innova-

ción en diferentes países y encuentran que la innovación no solo depende de las capacidades de las empresas, sino que se da en el marco de un sistema que está formado por diversos agentes heterogéneos que cumplen con las funciones de generación, difusión y uso de conocimiento y tecnología (Carlsson et al., 2002; Edquist, 1997; Kuhlmann & Arnold, 2001; Ruiz et al., 2016), donde los agentes pueden aprender mediante el modo Doing, Using, Interacting - DUI (Aprender haciendo), además del modo Science, Technology and Innovation - STI (Jensen et al. 2007).

Para la gestión de la innovación desde este enfoque, se han propuesto varios modelos que reflejan el carácter sistémico de la innovación, como es el caso del modelo en red (Rothwell 1992); así como la propuesta de Fischer (2000), y la de Kuhlmann y Arnold (2001); entre otros. Aunque, la mirada sistémica de la innovación amplió los actores involucrados en la innovación, sigue teniendo como fin último generar crecimiento económico, ventaja competitiva para los agentes y una política de CTI orientada a fallas en el relacionamiento de los agentes, las capacidades y las instituciones (Schot & Steinmueller 2018; Weber & Rohracher 2012).

A continuación, en la Tabla 1, se presenta una conceptualización de los sistemas de innovación a partir de varios elementos. Empezando con las funciones, que hace referencia a las actividades que se llevan a cabo en los sistemas de innovación. Tomando la propuesta de Carlsson et al. (2002), Kuhlmann y Arnold (2001), y Ruiz et al. (2016), se tienen los siguientes elementos de la función: la función de generación de conocimiento y tecnología, asociada a procesos de I+D, la función de difusión de conocimiento y tecnología que se relaciona con la transferencia a partir del aprovechamiento de los resultados de la función de generación de conocimiento y tecnología para obtener beneficios, también tiene que ver con la creación de redes y vinculación de agentes de los sistemas de innovación y finalmente, la función de uso del conocimiento y la tecnología asociada con la explotación del conocimiento y la tecnología a través de la producción y puesta en el mercado de bienes y servicios innovadores.

Por su parte, los agentes son aquellos que hacen posible, mediante su relacionamiento, que emerja un sistema de innovación, y llevan a cabo las funciones de generación, difusión y uso de conocimiento y tecnología, a partir de las capacidades de innovación que cada uno aporta (Ernst, Mytelka & Ganiatsos 1998; Guan & Ma 2003; Kim 1997; Wang, Lu, & Chen 2008). Las capacidades pueden definirse como la habilidad para hacer uso de los recursos (Hafeez, Zhang, and Malak, 2002), pueden ser activos, tangibles e



intangibles, lo que le permite a los agentes lograr sus objetivos (Grant, 1991). Teniendo en cuenta las capacidades, se distinguen los siguientes agentes: Los exploradores de conocimiento y la tecnología, que tienen capacidades de investigación y desarrollo tecnológico, algunos actores especializados en estas capacidades son las universidades y centros de desarrollo tecnológico; los intermediarios son aquellos que tienen capacidades de difundir conocimiento y tecnología, además tienen la capacidad de vincular a diversos agentes del sistema, un ejemplo son los incubadores de empresas; y están los explotadores, que son aquellos agentes con capacidades de innovar en la producción y el mercadeo, aquí usualmente se encuentran las empresas del sector productivo (Kuhlmann & Arnold, 2001; Ruiz, Quintero, & Robledo, 2016).

La anterior clasificación se relaciona con el ciclo de exploración-explotación por el que pasan las firmas en un sistema de innovación, donde primero se tienen unas características de exploración y luego se pasa a la explotación, y así sucesivamente (Gilsing & Nooteboom, 2006). Además es pertinente aclarar que los agentes pueden acumular diversas capacidades de innovación que les permiten participar en varias funciones de los sistemas de innovación, aunque los estudios empíricos evidencian que se presenta cierta tendencia a la especialización, por ello los agentes se complementan de acuerdo a las capacidades que tenga cada uno (Quintero, Ruiz, Giraldo, Vélez, et al., 2019).

Tabla 1. Conceptualización de los sistemas de innovación

Elementos	Características
Funciones	Generación, difusión y uso de conocimiento y tecnología.
Agentes	<ul style="list-style-type: none"> • Exploradores: que tienen capacidades de investigación y desarrollo tecnológico. • Intermediarios: tienen capacidades de difusión de conocimiento y tecnología, así como de vinculación de diversos agentes. • Explotadores: tienen capacidades de innovar en la producción y mercadeo.
Aprendizaje	Los agentes acumulan capacidades mediante el aprendizaje que puede ser DUI y/o STI, se adaptan en el sistema y esto permite la coevolución.
Interacción	Los agentes se relacionan para llevar a cabo las funciones de los sistemas de innovación y aportar de acuerdo con sus capacidades, este relacionamiento genera costos de transacción.
Contexto	Los países tienen un contexto diferente, Sur y Norte global, estudio ex-ante en el Sur y ex-post en el Norte, problemas de interacción en el Sur y capacidad de innovar en condiciones de escasez.

Fuente: A partir de (Arocena et al., 2017; Carlsson et al., 2002; Ernst et al., 1998; Guan & Ma, 2003; Jensen et al., 2007; Kim, 1997; Kuhlmann & Arnold, 2001; Ruiz et al., 2016; Srinivas & Sutz, 2008).

Otro elemento importante es el aprendizaje, que se define como un proceso por medio del cual las personas y las organizaciones crean conocimiento y adquieren capacidades, es un proceso complejo basado en la repetición, experimentación y selección que permite la mejora y el desempeño más rápido de una tarea y la identificación de nuevas oportunidades (Dodgson 1993). Entonces, una forma de evidenciar el aprendizaje de los agentes dentro del sistema es a partir de la acumulación de capacidades de innovación (Ruiz, et al. 2016; Quintero, et al. 2019). También de acuerdo con la propuesta de los modos de producción de conocimiento y aprendizaje de Jensen et al., (2007), los sistemas de innovación promueven el aprendizaje mediante el modo DUI, aunque sigue siendo importante el modo STI.

Por su parte, el elemento de interacción que se presenta en los sistemas de innovación, está relacionada con los vínculos que forman los diversos agentes para generar innovaciones, los cuales tienen asociados costos de transacción, que pueden ser altos, medios o bajos, dependiendo del tipo de agentes que se van a vincular, ya que se presentan brechas entre agentes y el relacionamiento no es fácil, puesto que depende en gran medida de la confianza que exista en el sistema (Ruiz, et al, 2016).

El último elemento es el contexto del sistema de innovación, puesto que no es lo mismo estudiar un sistema de innovación en el Norte que en los países del Sur, como menciona Arocena et al. (2017), en el Sur la noción de sistema de innovación fue ex-ante, mientras que en el Norte el estudio se dio ex-post, porque el sistema emergió. También hay diferencias en el comportamiento sistémico de la innovación entre los países latinoamericanos y los más desarrollados, que está estrechamente relacionado con problemas de interacción, esto fue enfatizado por el pensamiento Latinoamericano hace varias décadas (Sábato, 1975); donde, con frecuencia tienen que conectarse agentes que quizás no sean conscientes de su aislamiento. Además, se destaca que en el Sur toma gran relevancia una orientación de los sistemas de innovación hacia la inclusión social (Dutrénit & Sutz, 2014), al tener en cuenta los problemas sociales que caracterizan nuestra región, evidenciando que ciertos agentes se encuentran excluidos de los sistemas de innovación; por ello, conceptos como la innovación inclusiva, de base, social y frugal, son miradas que buscan promover modelos de innovación por y para los excluidos, así como la participación de actores de la sociedad civil en las dinámicas de innovación (Hormecheas, Legarda, Ruiz, & Villalba, 2020).

Lo anterior coloca de manifiesto que en Latinoamérica hay que desarrollar la capacidad de innovar en condiciones de escasez, siendo una forma de



considerar los problemas y resolverlos teniendo en cuenta el contexto, el cual es muy variado y se puede encontrar en prácticas de baja tecnología y en soluciones basadas en la ciencia (Srinivas & Sutz, 2008). Incluso actores de la sociedad civil están promoviendo este tipo de innovaciones donde la inclusión y la sostenibilidad son la prioridad (Hormecheas, Legarda, Ruiz, & Villalba, 2020). Reconocer y promover estas iniciativas debe ser una prioridad en los sistemas de innovación para que actores de la base puedan aumentar sus capacidades y vivir la vida que valoran (Edo, 2002), de la misma forma que se contribuye al desarrollo sostenible.

La perspectiva multinivel como fundamento teórico de la política de innovación transformativa

La política de innovación transformativa, también denominada cambio transformador, es un marco emergente que coloca los grandes desafíos de la humanidad expresados en los ODS y en el Acuerdo Climático de París, como el principal objetivo de la política de CTI, con la justificación que los marcos anteriores se han centrado en promover la CTI para lograr crecimiento económico argumentando, lo que conduciría al bienestar social; sin embargo, hoy se evidencian resultados contradictorios en este sentido, parece que los impactos negativos están superando los positivos, en parte esto se debe a que se desconectó la innovación de sus consecuencias sociales y ambientales (Steward, 2012; Chataway et al., 2017; Diercks, Larsen, & Steward, 2019). Por ello la política de innovación transformativa propone que, para lograr una transición a la sostenibilidad, se deben construir nuevos sistemas socio-técnicos, que estén soportados en tecnologías, rutinas, reglas, prácticas de producción y consumo, donde exista una sinergia entre las dimensiones económicas, sociales y ambientales, puesto que los actuales sistemas socio-técnicos, aunque han mejorado, aún no posibilitan un cambio radical en el sistema que conduzca a lograr los desafíos sociales y ambientales (Schot & Steinmueller, 2018).

Esta propuesta parte de los estudios de transición a la sostenibilidad (Markard, Raven, & Truffer, 2012), y tiene la MLP como fundamento, identificando tres niveles de análisis: micro, meso y macro, que se encuentran interrelacionados como se evidencia en la Figura 2. A continuación se describen las características principales de cada nivel:

- En el nivel micro están los nichos, conceptualizados como redes de agentes que están proponiendo trayectorias tecnológicas, patrones de

producción y consumo alternativas a lo establecido, que parten de procesos de experimentación y conllevan a que se desarrollen innovaciones radicales o incrementales, donde hay articulación entre “la tecnología, la demanda y temas sociales” (Schot & Geels, 2008, pág. 539). Los nichos también pueden concebirse como espacios de incubación donde los actores aprenden a través de la experimentación y deben ser protegidos de la presión que ejercen los agentes que se encuentran en la propuesta dominante de innovación (Coenen, Raven & Verbong, 2010). Desde una conceptualización neo-Schumpeteriana, se podría decir que los nichos impulsan el cambio técnico que hace que emerjan nuevas trayectorias tecnológicas que conducen a establecer un paradigma tecno-económico (Pérez, 2013). Sin embargo, no hay que perder de vista las estructuras sociales donde se da este cambio técnico, que influyen en el desarrollo económico. Particularmente los problemas sociales, económicos y ambientales que enfrenta hoy la humanidad, expresados en los ODS, hacen necesaria la participación más activa de la sociedad civil. En cierta forma, el determinismo tecnológico nos ha llevado a los actuales problemas, una participación más activa de la sociedad civil permitiría construir nichos donde hay reflexividad y consensos respecto a las rutas a seguir, que acompañan el cambio técnico. Por ello, impulsar nichos a través de innovaciones de base, sociales, inclusivas y frugales (Seyfang & Smith 2007; Seyfang & Longhurst, 2013), también debe ser una prioridad para direccionar la transición de los sistemas hacia la sostenibilidad.

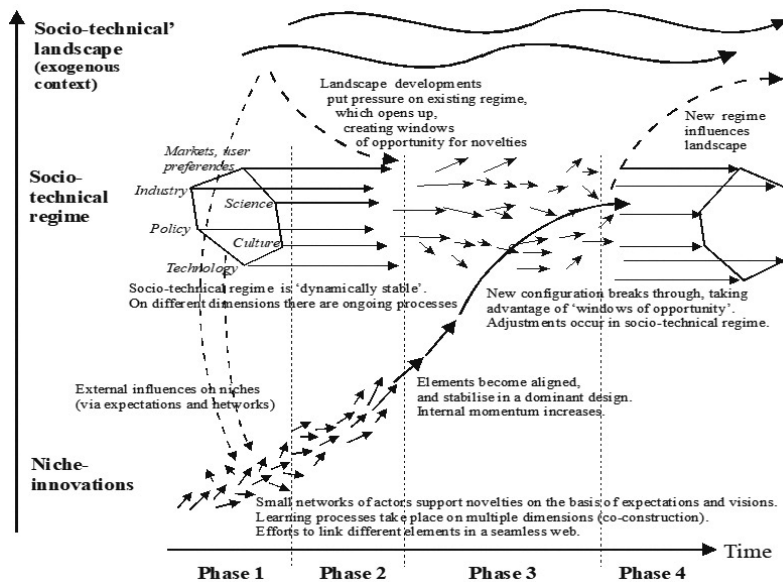
- El segundo nivel es el régimen socio-técnico, que se define como las rutinas cognitivas, normas, estándares, prácticas industriales, formas de innovar, que explican el desarrollo de trayectorias tecnológicas, y guían los sistemas a gran escala (Schot & Geels, 2008). En el régimen se tiene establecido un conjunto de reglas regulatorias, normativas y cognitivas, las primeras son las que implementa el gobierno o entidades legales; también se encuentran reglas normativas que confieren valores, deberes y responsabilidades que están asociadas a la moral; por último, se encuentran reglas cognitivas, que son aquellos símbolos (palabras, conceptos, mitos y signos) que provienen de nuestra cultura (Geels, 2005b). Lo anterior coloca en evidencia la complejidad que está representada en el régimen socio-técnico; transformar un régimen implicará nuevas reglas regulatorias, normativas y cognitivas. En este sentido, cuando emerge un nuevo régimen se puede relacionar con la creación de un nuevo paradigma tecno-económico, que trae consigo un



conjunto de nuevas reglas, donde también se distingue una estructura de costos relativos, espacios de innovación percibidos, criterios y principios organizativos (Pérez, 2013).

- En el nivel macro está el panorama socio-técnico, que es ese paisaje exógeno o landscape que da una direccionalidad al régimen y a los nichos, aquí se encuentran, por ejemplo, los consumidores, los ciudadanos, los ODS, el COVID-19, etc., que pueden presionar los cambios en el régimen o darle fuerza a los nichos (Geels, 2002; Schot & Geels, 2008).

Estos tres niveles viven relacionándose, dado que, para que los nichos logren escalar, deben presionar al régimen o la influencia del panorama exógeno ayuda a que el régimen cambie, etc. En la realidad se pueden presentar varios caminos para lograr la transición, por ello el conflicto y consenso entre los diversos agentes que conforman los nichos, el régimen y el panorama socio-técnico, estará presente.



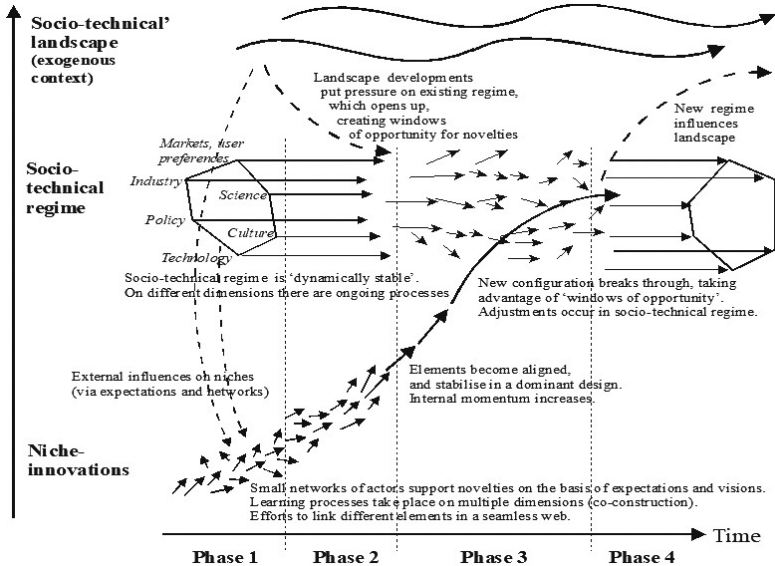


Figura 2. La MLP para estudiar la transición a la sostenibilidad.

Fuente: (Geels, 2002; Geels & Schot, 2007).

Por otra parte, de acuerdo con Rotmans, Kemp & Van (2001) y Geels (2005) se tiene una propuesta sobre las fases por las que pasa una transición, esta propuesta se asocia con la curva de difusión de la innovación (Rogers, 1995), como se evidencia en la Figura 2, donde se tienen cuatro fases. En la primera fase, la de predesarrollo, se indagan ideas alternativas al régimen, se presenta una experimentación no coordinada a nivel de nicho. Luego en la fase de despegue, se forma una red coordinada de actores especializados que están desarrollando cambios visibles en el *statu quo*, por lo cual, emergen propuestas de trayectorias tecnológicas radicales o incrementales, alternativas a las propuestas del régimen, que se utilizan en aplicaciones de nicho y mejora rápidamente. Seguidamente, se presenta la fase de aceleración, que ocurre cuando el nicho empieza a realizar presiones sobre el régimen, por medio de la relación con actores del régimen, esto permite que la innovación se difunda rápidamente y desafía lo establecido, así es como la estructura del sistema cambia visiblemente. Finalmente, la fase de estabilización, se da cuando el régimen puede alcanzar un nuevo equilibrio dinámico, una vez que se reemplaza o convive con el antiguo régimen, esto implica amplia participación de mercado.

Sumado a lo anterior, se distinguen varios caminos a través de los cuales se pueden gestionar la transición, que son la transformación, desalineamiento



y realineamiento, sustitución tecnológica, y reconfiguración (Geels & Schot, 2007). El camino de transformación que se observa en la Figura 3, consiste en que agentes ajenos al régimen expresan críticas e inducen un ajuste del régimen, es decir, que es una presión que se ejerce desde el landscape, por ello se presentan luchas de poder y negociación, la participación de nichos es mínima. Los agentes principales en este camino son los miembros del régimen y aquellos que ejercen las presiones, pueden ser movimientos sociales, científicos, consumidores, etc. Un ejemplo de este tipo es la transición higiénica holandesa de pozos negros a sistemas de alcantarillado entre 1850 y 1930 (Geels, 2006; Haxeltine et al., 2008).

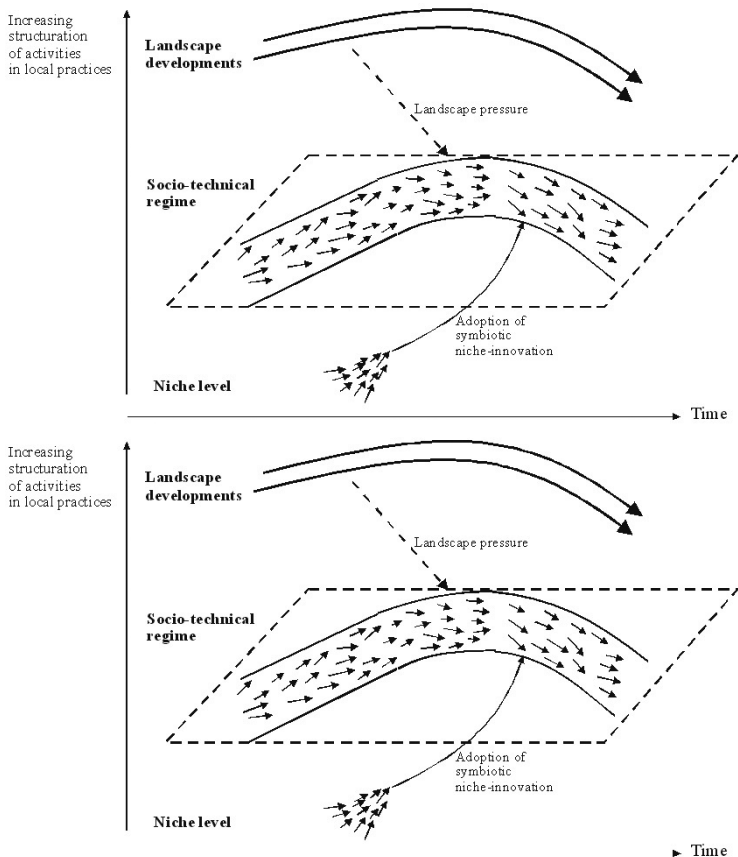


Figura 3. Camino de transformación.

Fuente: (Geels & Schot, 2007)

Otro camino de transición es el desalineamiento y realineamiento, que se presenta en la Figura 4, el cual consiste en que los agentes del régimen por las presiones del landscape pierden legitimidad, por ello se erosiona y derrumba el régimen, lo cual trae como consecuencia que aparezcan nuevos agentes que forman nichos y empiezan a competir, luego un nicho toma el dominio. En esta vía de transición los nuevos nichos son agentes importantes, un ejemplo de este tipo son la transición de los carruajes tirados por caballos a los automóviles en los Estados Unidos entre 1870 y 1930 (Geels, 2005b; Haxeltine et al., 2008).

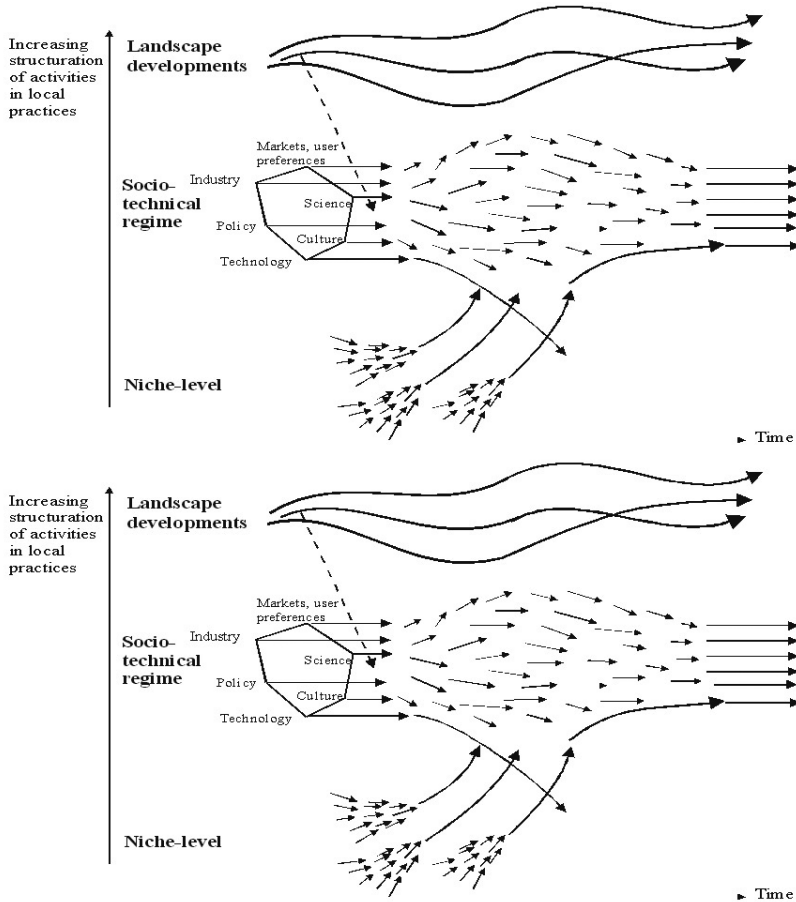


Figura 4. Camino de desalineamiento y realineamiento.
Fuente: (Geels & Schot, 2007)



Por su parte, el camino de sustitución tecnológica que se observa en la Figura 5, consiste en desarrollar innovaciones radicales en nichos protegidos, pero el régimen permanece estable. Luego las presiones del landscape desestabilizan el régimen y crean ventanas de oportunidad para que los nichos compitan con el régimen y aumenten su cuota de mercado. Se presenta una relación competitiva entre nichos y régimen, por ello, los nichos son los agentes principales en esta vía de transición. Un ejemplo de este tipo son la transición británica de veleros a barcos de vapor (Geels, 2005b; Haxeltine et al., 2008).

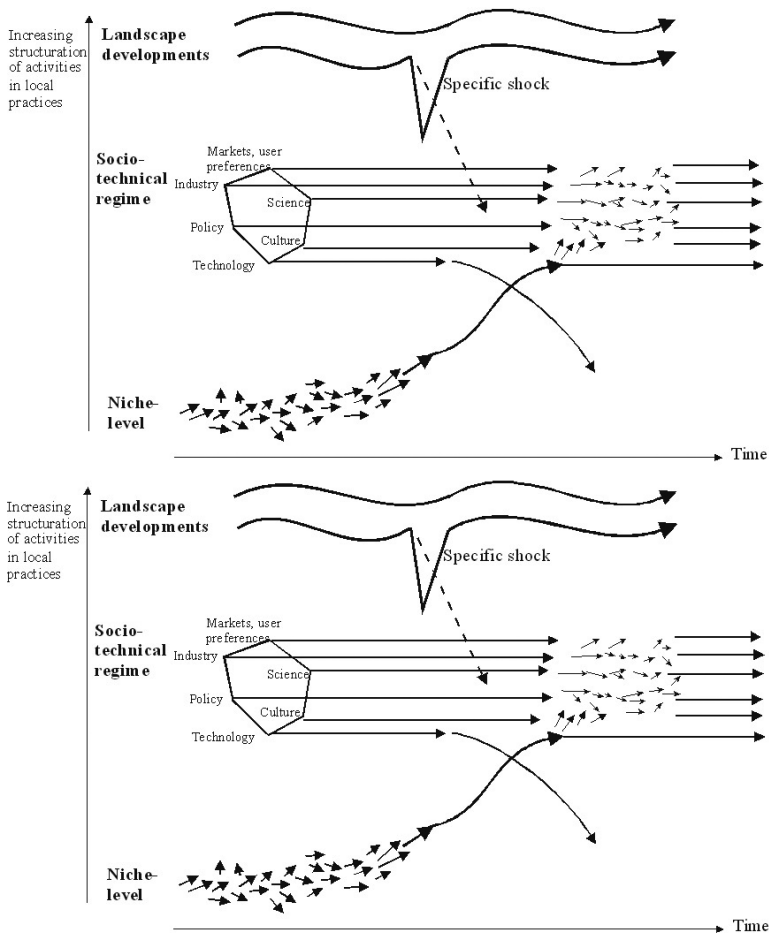


Figura 5. Camino de sustitución tecnológica.

Fuente: (Geels & Schot, 2007)

Finalmente, el camino de reconfiguración que se presenta en la Figura 6 consiste en innovaciones desarrolladas por nichos que son adaptados por agentes del régimen, en esta vía se crea una competencia entre antiguos y nuevos proveedores que buscan influir en la configuración del sistema, por ello se presenta una relación simbiótica entre el régimen y los nichos. Un ejemplo de este tipo es la transición de las fábricas tradicionales a la producción en masa entre 1850 y 1930 (Geels, 2006; Haxeltine et al., 2008).

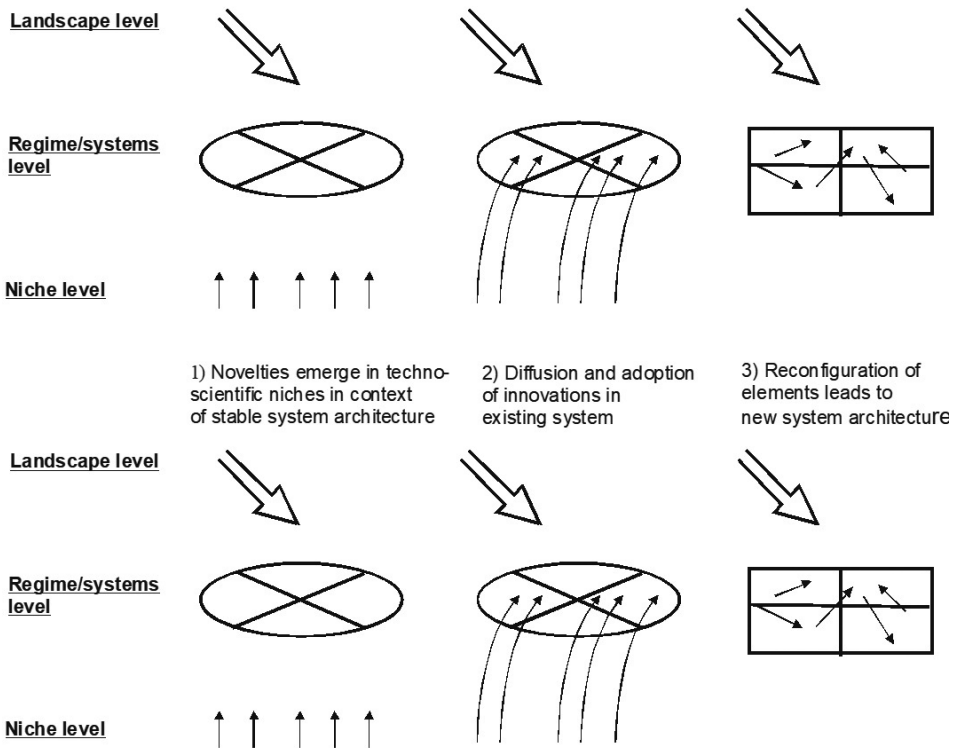


Figura 6. Camino de reconfiguración.
Fuente: (Geels & Schot, 2007)



Modelo conceptual propuesto

A partir de los soportes teóricos presentados anteriormente, se propone un modelo conceptual que se observa en la Figura 7 para la articulación de la MLP, la política de innovación transformativa y los sistemas de innovación. El modelo parte de conceptualizar los sistemas de innovación como un conjunto de agentes heterogéneos con capacidades de innovación (exploradores, intermediarios y explotadores), que cumplen con las funciones de generación, difusión y uso de conocimiento y tecnología (Kuhlmann & Arnold, 2001; Ruiz, Quintero, & Robledo, 2016; Edquist, 1997; Carlsson et al., 2002), estos agentes están interactuando y aprendiendo en el sistema.

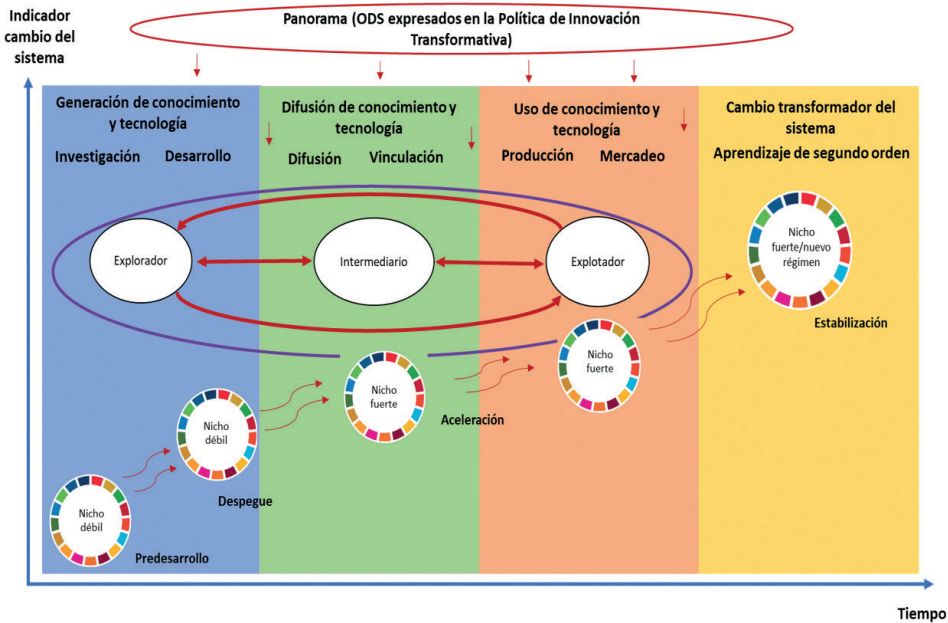
Por otra parte, se identifica que dentro del sistema de innovación se conforma un régimen con aquellos agentes que tienen una direccionalidad para innovar siguiendo trayectorias tecnológicas, un conjunto de normas, rutinas y prácticas de producción de los actuales sistemas socio-técnicos (Markard & Truffer, 2008), que son insostenibles por los impactos ambientales y sociales que conducen (Schot & Steinmueller, 2018). Lo anterior está relacionado con un enfoque predominante de los sistemas de innovación hacia el crecimiento económico, con el argumento que esto conduciría al bienestar social y ambiental, lo cual ha demostrado ser un desastre por los resultados contradictorios entre países y la catástrofe climática mundial, producto de un crecimiento insostenible y altamente desigualitario (Arocena & Sutz, 2020; Sampedro & Díaz, 2016).

Sin embargo, también se presenta que algunos agentes promueven la conformación de nichos (Lopolito, Morone, & Taylor, 2013; Seyfang & Longhurst, 2013; Schot & Geels, 2008), entendidos como un subsistema, que tiene una direccionalidad a la sostenibilidad y a realizar cambios sistémicos. Los nichos van a empezar a experimentar para desarrollar innovaciones radicales o incrementales que promuevan trayectorias tecnológicas, prácticas y rutinas alternativas al régimen que, de acuerdo con lo mencionado anteriormente, sería la propuesta predominante de los sistemas de innovación que ha impulsado los sistemas socio-técnicos insostenibles.

Un ejemplo que logra representar lo propuesto, es el sistema socio-técnico de la energía, que está soportado en un sistema de innovación orientado por mucho tiempo a la generación, difusión y uso de conocimiento y tecnología hacia los combustibles fósiles, como el paradigma dominante, esto a su vez ha impulsado estilos de vida donde la movilidad se guía por esta propuesta, y también aparecen nichos que proponen la energía eléctrica, la solar, la fotovoltaica, etc., que son alternativas al régimen y compiten por establecerse

como nuevo régimen o convivir con él. Crear estos nichos va a requerir de redes y agentes individuales que estén dispuestos a orientar sus capacidades a la sostenibilidad.

Figura 7. Modelo conceptual que relaciona la MLP con los sistemas de innovación.



Fuente: Basado en (Bergman et al., 2008; Geels, 2005a; Kuhlmann & Arnold, 2001; Rotmans et al., 2001; Ruiz et al., 2016; Schot & Geels, 2008; Schot & Steinmueller, 2018).

La propuesta para comprender cómo en un sistema de innovación co-evoluciona la alternativa al régimen promovida por nichos con direccionalidad a la sostenibilidad, es articular las fases de la transición, que son el predesarrollo, el despegue, la aceleración y la estabilización (Bergman et al., 2008; Geels, 2005a; Rotmans et al., 2001), con las capacidades de innovación que se requieren en cada una de esas fases, las cuales aportan los agentes heterogéneos de los sistemas de innovación (Ernst, Mytelka, & Ganiatsos, 1998; Guan & Ma, 2003; Kim, 1997; Wang, Lu, & Chen, 2008). Así, teniendo en mente que los nichos son un subsistema que está constituyéndose, en la fase de predesarrollo los nichos son débiles, la red empieza a desarrollar conocimiento orientado a establecer una propuesta alternativa al régimen (Bergman et al., 2008; Geels, 2005a; Rotmans et al., 2001), por ello esta fase se caracteriza por un foco en las capacidades de investigación y desarrollo,



que permitan generar trayectorias tecnológicas radicales o incrementales con direccionalidad sostenible, pero a diferencia de los agentes del régimen, el conocimiento se genera con la participación de diversos agentes, presentándose la transdisciplinariedad a través del encuentro de agentes especializados en estas capacidades como las universidades con otros tipos de agentes, entre ellos empresas, representantes de la sociedad civil, etc., que impulsan la construcción colectiva de la alternativa (Seyfang et al., 2014; Seyfang & Longhurst, 2013,; Seyfang, Gill & Adrian Smith. 2007).

Luego en la fase de despegue el nicho aún es débil, pero se tiene un avance en el statu quo (Bergman et al., 2008; Geels, 2005a; Rotmans et al., 2001); es decir, en esta fase el nicho tiene altas capacidades de desarrollo tecnológico, que le permiten consolidar su propuesta y ha pasado por un proceso de experimentación que hace que la tecnología o idea propuesta se aplique entre los miembros del nicho y mejore rápidamente.

Por su parte, la fase de aceleración del nicho, implica que este toma fuerza, gracias a las altas capacidades de difusión de la propuesta con los actores del régimen (Bergman et al., 2008; Geels, 2005a; Rotmans et al., 2001). También se tienen altas capacidades de vinculación, porque, se busca escalar la propuesta. En este sentido, las capacidades de innovación en la producción y mercadeo se empiezan a potencializar para llegar a un amplio segmento de consumidores.

Finalmente, en la fase estabilización, el nicho fuerte tiene altas capacidades de innovación en la producción y mercadeo, esto se debe a que logró competirle fuertemente al régimen, por lo cual, su segmento de mercado se ha incrementado considerablemente (en muchas ocasiones el nicho se ha vuelto tan fuerte que derrumba el régimen y se establece como nuevo régimen o es capaz de convivir con el régimen) (Bergman et al., 2008; Geels, 2005a; Rotmans et al., 2001). Esta propuesta implica que para cada fase de transición hay unas capacidades de innovación que son cruciales, pero no son excluyentes de las demás capacidades.

Sumado a lo anterior, los nichos experimentan procesos de aprendizaje, así como los agentes de los sistemas de innovación se puede dar mediante el modo DUI o el STI (Jensen et al., 2007), que les permite acumular capacidades que los lleve a escalar o ampliar la red de actores que los conforma, pero sin duda se da la transición cuando los agentes del régimen pueden tener un aprendizaje de segundo orden, entendido como un proceso en el que se cuestionan las rutinas que afectan a la sociedad y el ambiente, que los lleve a adoptar la direccionalidad de la sostenibilidad, esto incluye un replanteamiento fundamental de cómo se definen los problemas y qué soluciones se consideran apropiadas (TIPC, 2019).

Los nichos pueden conceptualizarse como un sistema de innovación que está emergiendo, porque cuando logran estabilizarse traen nuevas reglas, prácticas, formas de innovar y rutinas que cambian completamente la forma que estaba establecida con los agentes del régimen, pero esto requiere tiempo para que los actores coevolucionen, establezcan nuevas rutinas y se adapten en el sistema. El *landscape* donde se encuentran factores exógenos como los ODS, consumidores, ciudadanos, entre otros, puede ejercer presión sobre el régimen y los nichos para que la transición a la sostenibilidad se dé, incluso pueden promover la implementación de políticas de innovación transformativa.

Finalmente, este modelo conceptual permite articular la MLP con los sistemas de innovación a partir de entender los subsistemas que conviven en él, es decir, los agentes, dependiendo de su direccionalidad, pueden asociarse al régimen, porque están siguiendo las formas de innovar, reglas y rutinas que promueven los actuales sistemas socio-técnicos insostenibles, y están los nichos que son un subsistema emergiendo, que tienen una direccionalidad a realizar cambios sistémicos hacia la sostenibilidad. En este sentido, las capacidades de innovación permiten comprender cómo un nicho va coevolucionando y adaptándose en el tiempo, a partir de su relación con las fases de la transición (Bergman et al., 2008; Geels, 2005a; Rotmans et al., 2001); particularmente en el contexto del Sur Global es necesario potencializar esas capacidades a nivel local para que las transiciones sucedan. Por ejemplo, Ghosh y Torrens (2020), mencionan que el diseño de políticas debería hacerse preguntas claves, entre ellas ¿Cómo podemos transformar las capacidades a nivel local? ¿Qué tan transferibles son los procesos de aprendizaje? Por último, aunque una transición implica una interrelación entre varios sistemas, el marco teórico de los sistemas de innovación permite comprender y apoyar la construcción de nuevos sistemas socio-técnicos a una escala menor, donde se evidencie la coevolución de los agentes, que pueden adaptarse y construir nichos a la sostenibilidad; luego, estos sistemas de innovación direccionados a la sostenibilidad pueden ayudar a escalar la transición en otros sistemas sociales y culturales más amplios.



Conclusiones

En este capítulo se introduce un modelo conceptual para articular el marco de los sistemas de innovación con la MLP a través de la identificación del régimen, nicho y landscape en este sistema. El régimen se conceptualiza como los agentes que tienen una direccionalidad al crecimiento económico, rutinas y formas de innovación de los sistemas socio-técnicos actuales que han provocado los problemas de insostenibilidad. Aquí se encuentran la mayoría de los agentes de los sistemas de innovación, teniendo en cuenta que es el statu quo. Por su parte, los nichos pueden conceptualizarse con un subsistema que está conformado por agentes con capacidades de innovación direccionadas a la sostenibilidad, que buscan hacer cambios sistémicos a gran escala que permitan construir nuevos sistemas socio-técnicos con rutinas, tecnologías, prácticas de producción y consumo donde hay una sinergia entre las dimensiones económica, social y ambiental. También se propone que, una forma de entender cómo los nichos coevolucionan en el sistema, es relacionando las fases de una transición (predesarrollo, despegue, aceleración y estabilización) con las capacidades de innovación cruciales en cada fase. El enfoque de las capacidades es crucial en el Sur global, teniendo en cuenta las brechas que se presentan a nivel local y entre agentes que dificultan que las transiciones tengan lugar, por ello, un asunto crucial de la política es cómo construir capacidades y aprendizaje que permita que emerjan nichos que luego puedan pasar por las diferentes fases de la transición. Finalmente, el landscape se representa en las presiones que ejercen los ODS, ciudadanos, consumidores, etc., para que las transiciones a la sostenibilidad tengan lugar.

Referencias

Arocena, Rodrigo, Bo Göransson, & Judith Sutz (2017). Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems: Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South. *Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems: Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South*. Springer. doi:10.1007/978-3-319-64152-2.

Arocena, Rodrigo, & Judith Sutz (2020). The Need for New Theoretical Conceptualizations on National Systems of Innovation, Based on the Experience of Latin America. *Economics of Innovation and New Technology* 0 (0). Taylor & Francis: 1–16. doi:10.1080/10438599.2020.1719640.

Bergman, Noam, Alex Haxeltine, Lorraine Whitmarsh, Jonathan Köhler, Michel Schilperoord, & Jan Rotmans (2008). Modelling Socio-Technical Transition Patterns and Pathways. *Jasss* 11 (3).

Carlsson, Bo, Staffan Jacobsson, Magnus Holmen, & Annika Rickne (2002). Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues. *Research Policy* 31 (2): 233–45. doi:10.1016/S0048-7333(01)00138-X.

Chataway, Joanna, Chux Daniels, Laur Kanger, Matias Ramirez, Johan Schot & Ed Steinmueller (2017). Developing and Enacting Transformative Innovation Policy: A Comparative Study. En 8th International Sustainability Transitions Conference.

Coenen, Lars, Rob Raven, & Geert Verbong (2010). Local Niche Experimentation in Energy Transitions: A Theoretical and Empirical Exploration of Proximity Advantages and Disadvantages. *Technology in Society* 32 (4): 295–302. 10.1016/j.techsoc.2010.10.006.

Diercks, Gijs, Henrik Larsen, & Fred Steward (2019). Transformative Innovation Policy: Addressing Variety in an Emerging Policy Paradigm. *Research Policy* 48 (4). Elsevier: 880–94. doi:10.1016/j.respol.2018.10.028.

Dodgson, M. (1993). Organizational Learning: A Review of Some Literatures. *Organization Studies* 14 (3): 375–94.

Dutrénit, G., & J. Sutz (2014). National Innovation Systems, Social Inclusion and Development The Latin American Experience. Edward Elgar Publishing.

Edo, M. (2002). Amartya Sen y El Desarrollo Como Libertad : La Viabilidad de Una Alternativa a Las Estrategias de Promoción Del Desarrollo. Universidad Torcuato Di Tella.



Edquist, C. (1997). *System of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*. London: Pinter/Cassell.

Ernst, D., L. Mytelka, & T. Ganiatsos (1998). Technological Capabilities in the Context of Export-Led Growth. A Conceptual Framework. En *Technological Capabilities and Export Success in Asia*, edited by D. Ernst, T. Ganiatsos, & L. Mytelka. London and New York: Routledge.

Fischer, Manfred M. (2000). Innovation, Knowledge Creation and Systems of Innovation. *The Annals of Regional Science* 2: 15–17. doi:10.1007/3-540-35981-8.

Freeman, C. (1982). Technological Infrastructure and International Competitiveness. Draft Paper Submitted to the OECD Ad Hoc Group on Science, Technology and Competitiveness.

Freeman, Christopher. (1987). *Technology, policy, and economic performance : lessons from Japan /*. London ; Pinter Publishers,

Geels, F. (2002). Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-Level Perspective and a Case-Study. *Research Policy* 31: 1257–1274.

Geels, F.W. (2006). Major System Change through Stepwise Reconfiguration: A Multi-Level Analysis of the Transformation of American Factory Production (1850–1930). *Technology in Society* 28 (4): 445–476.

Geels, F. & J. Schot (2007). Typology of Transition Pathways in Socio-Technical Systems. *Research Policy* 36 (3): 399–417.

Ghosh, Bipashyee, Paula Kivimaa, Matias Ramirez, Johan Schot & Jonas Torrens (2020). *Transformative Outcomes: Assessing and Reorienting Experimentation with Transformative Innovation Policy*. TIPCWP 2020-02. <http://www.tipconsortium.net/%0Awp-content/uploads/2020/07/Transformation-outcomes-TIPC-working-paper.pdf>.

Ghosh, Bipashyee & Jonas Torrens (2020). Towards a Transformative Innovation Policy (TIP) Research Agenda. TIPCWP 2020-03. http://www.tipconsortium.net/doc_type/working-paper/.

Gilsing, V. & B. Nooteboom (2006). Exploration and Exploitation in Innovation Systems: The Case of Pharmaceutical Biotechnology. *Research Policy* 35 (1): 1–23.

Grant, R. (1991). The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review*, 114–35.

Guan, J. & N. Ma. (2003). Innovative Capability and Export Performance of Chinese Firms. *Technovation* 23: 737–47.

Hafeez, K., Y. Zhang & N. Malak (2002). Determining Key Capabilities of a Firm Using Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Production Economics* 76: 39–51.

Haxeltine, Alex, Lorraine Whitmarsh, Noam Bergman, Jan Rotmans, Michel Schilperoord & Jonathan Kohler (2008). A Conceptual Framework for Transition Modelling. *International Journal of Innovation and Sustainable Development* 3 (1–2): 93–114. doi:10.1504/IJISD.2008.018195.

Hekkert, M. P., R. A.A. Suurs, S. O. Negro, S. Kuhlmann & R. E.H.M. Smits (2007). Functions of Innovation Systems: A New Approach for Analysing Technological Change. *Technological Forecasting and Social Change* 74 (4): 413–32. doi:10.1016/j.techfore.2006.03.002.

Holland, J. H. (2004). *El Orden Oculto: De cómo La Adaptación Crea La Complejidad*. Edited by Trans Torres-Alexander. México: Fondo de Cultura Económica.

Hormecheas-Tapia, K. C., M. Legarda-López, W. L. Ruiz-Castañeda & M. L. Villalba-Morales (2020). Participación de La Sociedad Civil en las Dinámicas de Innovación para el Logro de los ODS. *Iberoamerican Journal of Development Studies* 9 (1): 120–45. doi:10.26754/ojs.

Jensen, Morten Berg, Bjorn Johnson, Edward Lorenz & Bengt Ake Lundvall (2007). Forms of Knowledge and Modes of Innovation. *Research Policy* 36: 680–93.

Kim, L. (1997). *Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Massachusetts: Harvard Business School Press.

Kuhlmann, Stefan & Erik Arnold (2001). RCN in the Norwegian Research and Innovation System.

Lopolito, A, P Morone & R Taylor (2013). Emerging Innovation Niches : An Agent Based Model. *Research Policy* 42 (6–7). Elsevier B.V.: 1225–38. doi:10.1016/j.respol.2013.03.002.

Lundvall, B.-Å. (1985). *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.

Magro, E. (2017). *Políticas Regionales de Innovación*. Bogotá.

Markard, Jochen, Rob Raven & Bernhard Truffer (2012). *Sustainability*



Transitions: An Emerging Field of Research and Its Prospects. *Research Policy* 41 (6). Elsevier B.V.: 955–67. doi:10.1016/j.respol.2012.02.013.

Markard, Jochen & Bernhard Truffer (2008). Technological Innovation Systems and the Multi-Level Perspective: Towards an Integrated Framework. *Research Policy*, 37 (4): 596–615. doi:10.1016/j.respol.2008.01.004.

Nelson, Richard & Sidney Winter (1982) An Evolutionary Theory of Economic Change. *Cambridge MA Belknap*, vol. 93. doi:10.2307/2232409.

Pérez, Carlota (2013). Revoluciones tecnológicas y cambios de paradigmas. <https://www.youtube.com/watch?v=CVxDtzeGT4g>.

Quintero, Santiago, Walter Ruiz, Diana Giraldo, Lina Vélez, Bibiana Marín, Santiago Cubillos, & Angie Cárdenas (2019). Modelo de Transferencia de Tecnología para las Cadenas Productivas Agropecuarias: Análisis Comparativo de las Cadenas del Café y el Aguacate en Antioquia. Medellín: UPB, Colciencias, Universidad Nacional.

Quintero, Santiago, Walter Lugo Ruiz, Diana Patricia Giraldo, Lina María Velez, Bibiana Marcela Marín, Santiago Cubillos & Angie Yuleima Cárdenas (2019). *Modelo de Transferencia de Tecnología para las Cadenas Productivas Agropecuarias : Análisis Comparativo de las Cadenas del Café*. Medellín.

Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of Innovations*. 4th ed. New York: Simon and Schuster.

Rothwell, R. (1992). Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990s. *R&D Management* 22 (3).

Rotmans, Jan, René Kemp & Marjolein Van Asselt (2001). More Evolution than Revolution: *Transition Management in Public Policy*. *Foresight* 3 (1): 15–31. doi:10.1108/14636680110803003.

Ruiz, W., Quintero, S., & Robledo, J. (2016). Impacto de los Intermediarios en los Sistemas de Innovación. *Journal of Technology Management and Innovation*, 11(2), 130–138. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242016000200013>

Sábato, J. (1975). *El Pensamiento Latinoamericano En La Problemática Ciencia – Tecnología – Desarrollo – Dependencia*. Buenos Aires: Editorial PAIDOS.

Sampedro, José Luis & Claudia Díaz (2016). Innovación Para El Desarrollo Inclusivo: Una Propuesta para su análisis. *Economía Informa* 396 (enero). No longer published by Elsevier: 34–48. doi:10.1016/J.ECIN.2016.01.002.

Schot, Johan & Frank W. Geels (2008). Strategic Niche Management and Sustainable Innovation Journeys : Theory , Findings , Research Agenda , and Policy. *Technology Analysis & Strategic Management* 7325 (junio). doi:10.1080/09537320802292651.

Schot, Johan & W. Edward Steinmueller (2018). Three Frames for Innovation Policy: R&D, Systems of Innovation and Transformative Change. *Research Policy* 47 (9): 1554–67. doi:10.1016/j.respol.2018.08.011.

Seyfang, Gill, Sabine Hielscher, Tom Hargreaves, Mari Martiskainen & Adrian Smith (2014). A Grassroots Sustainable Energy Niche? Reflections on Community Energy in the UK. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 13. Elsevier B.V.: 21–44. doi:10.1016/j.eist.2014.04.004.

Seyfang, Gill & Noel Longhurst (2013). Desperately Seeking Niches : Grassroots Innovations and Niche Development in the Community Currency Field. *Global Environmental Change* 23 (5). Elsevier Ltd: 881–91. doi:10.1016/j.gloenvcha.2013.02.007.

Seyfang, Gill & Adrian Smith (2007). Grassroots Innovations for Sustainable Development: Towards a New Research and Policy Agenda. *Environmental Politics* 16 (4): 584–603. doi:10.1080/09644010701419121.

Srinivas, Smita & Judith Sutz (2008). Developing Countries and Innovation: Searching for a New Analytical Approach. *Technology in Society* 30 (2): 129–40. doi:10.1016/j.techsoc.2007.12.003.

Steward, Fred (2012). Transformative Innovation Policy to Meet the Challenge of Climate Change: Sociotechnical Networks Aligned with Consumption and End-Use as New Transition Arenas for a Low-Carbon Society or Green Economy. *Technology Analysis and Strategic Management* 24 (4): 331–43. doi:10.1080/09537325.2012.663959.

TIPC (2019). Transformando La Experimentación: Intervenciones Experimentales en Materia de Políticas y sus Alcances Transformadores. http://www.tipconsortium.net/wp-content/uploads/2019/12/4536_TIPC_experimentation_brief_spanish_online.pdf.

Transformative Innovation Policy Consortium (TIPC) (2019). Tip Criteria. Introduction to Transformative Innovation Policy Consortium.

Wang, Chun hsien, Iuan yuan Lu & Chie bein Chen (2008). Evaluating Firm Technological Innovation Capability under Uncertainty. *Technovation* 28 (6): 349–63. doi:10.1016/j.technovation.2007.10.007.



Weber, K. Matthias & Harald Rohrer (2012). Legitimizing Research, Technology and Innovation Policies for Transformative Change: Combining Insights from Innovation Systems and Multi-Level Perspective in a Comprehensive 'failures' Framework. *Research Policy* 41 (6). Elsevier B.V.: 1037–47. doi:10.1016/j.respol.2011.10.015.

Wilensky, U. (1999). NetLogo. Recuperado de Evanstone, IL: Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University: El Laboratorio de Aprendizaje de Netlogo. *Recursos Para El Modelador Con Netlogo*. /online.%0Afsu.edu/jjohnson/NetlogoTranslation/proceso_modelado.html.



CAPITULO 8*

Análisis de escenarios para comprender la emergencia de los sistemas de innovación inclusivos

María Luisa Villalba Morales

Grupo de investigación FACEA - Universidad Católica de Oriente
Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
mlvillalbam@unal.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
wlruizca@unal.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín
jroble dov@unal.edu.co

Eliana María Villa Enciso

Departamento de Ciencias Administrativas – Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM
elianavilla@itm.edu.co

Introducción

Comprender cómo emergen los sistemas de innovación inclusivos y cómo se pueden sostener es un tema importante para los países en los que predominan problemas de exclusión. Definir y analizar estos sistemas como SCA, hace evidentes las características de no linealidad y complejidad que son pro-

* Este capítulo es parte integral del proyecto denominado "Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial", el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. También es parte integral de las tesis doctorales derivadas del proyecto mencionado, denominadas: a) María Luisa Villalba Morales con C.C. 63.548.366: La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes y; b) Eliana María Villa Enciso con C.C. 43.984.341: El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional.

ducto de la interacción y adaptación de sus agentes. Por lo tanto, el reto está en entender cómo surgen las estructuras, patrones y propiedades nuevas y coherentes durante el proceso de autoorganización en los sistemas, las cuales se manifiestan a nivel macro a través del aprovechamiento de innovaciones inclusivas. Este entendimiento sirve como insumo para que el diseño e implementación de políticas de CTI orientadas a la inclusión no sean impositivas, sino que permitan la autorregulación del sistema.

En este sentido, el análisis de la emergencia de los sistemas de innovación inclusivos se hace a través de un enfoque evolutivo, el cual permite evidenciar los cambios en el tiempo a partir de ciertas condiciones iniciales, con el fin de identificar los puntos de apalancamiento, entendidos como los puntos en los que pequeñas adicionales producen grandes cambios dirigidos (Holland, 2004). Lo anterior se logra a través del análisis de escenarios que son simulados en NetLogo 6.2.2 y representan condiciones favorables y desfavorables para los excluidos. En este caso para el contexto latinoamericano, el cual se expresa a través de algunos parámetros del modelo (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros para el análisis de escenarios.

Parámetro	Rango posible	Valor
Tiempo de análisis		20 años
Número inicial de NOPI	0 - 100	100
Número inicial de agentes	0 - 100	100
Tasa de nacimiento de NOPI	0 - 100%	12%
Tasa de nacimiento de Agentes	0 - 100%	10%
Factor de aprendizaje por uso de capacidades	0 - 1	0,3
Factor de desaprendizaje por uso de capacidades	0 - 1	0,3
Factor de aprendizaje por procesos de enseñanza-aprendizaje	0 - 1	0.1
Tiempo de aprendizaje	infinito	1 año
Stock de excedentes máximo	Sin límites	800
Tiempo máximo de ciclo de vida de las innovaciones	Sin límites	10 años
Volatilidad máxima de las NOPI convencionales	Sin límites	10 años
Volatilidad máxima de las NOPI sociales	Sin límites	100 años
Costo por capacidad		1
Ingresos por atributos		3
Costo de transacción	0 - 1	0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0



Escenarios

Para analizar la emergencia de los sistemas de innovación inclusivos se plantean seis escenarios que permiten representar diferentes niveles de inclusión en los sistemas de innovación. Estos son:

1. Escenario problema: Sistema de innovación convencional con agentes sin direccionalidad social ni capacidades para la inclusión.
2. Escenario SII incipiente: Sistema de innovación convencional con agentes con direccionalidad social, pero sin capacidades para la inclusión.
3. Escenario SII enfocado en la preservación de conocimiento tradicional: SII con agentes con direccionalidad social y excluidos con capacidades que aportan al componente de preservación del conocimiento tradicional.
4. Escenario SII enfocado en la vinculación social: SII con agentes con direccionalidad social y agentes con capacidades que aportan al componente de vinculación social.
5. Escenario SII enfocado en uso del conocimiento: SII con agentes con direccionalidad social y excluidos con capacidades que aportan al componente uso del conocimiento.
6. Escenario SII balanceado: SII con agentes con direccionalidad social y capacidades que aportan a todos los componentes de la función inclusiva.

En el siguiente apartado se describe cada escenario y se realiza el análisis teórico-empírico de sus resultados:

Escenario problema

Sistema de innovación convencional con agentes sin direccionalidad social ni capacidades para la inclusión

Este escenario corresponde a un sistema de innovación en el cual los agentes no tienen direccionalidad social ni capacidades para la inclusión, lo que significa que su interés está más hacia el beneficio económico y buscarán aprovechar, en mayor medida, NOPI's convencionales. Este escenario representa el comportamiento de los sistemas de innovación convencionales, donde no son contemplados los agentes excluidos como parte del sistema, y los agentes solo cuentan con capacidades de innovación. Esto significa que únicamente se hace uso del conocimiento científico y tecnológico, mas no del conocimiento tradicional; y, debido a la no existencia de excluidos, tampoco existen agentes con capacidades para la vinculación social. En la Figura 1 se observan los agentes en el micromundo en el tiempo inicial T_0 .

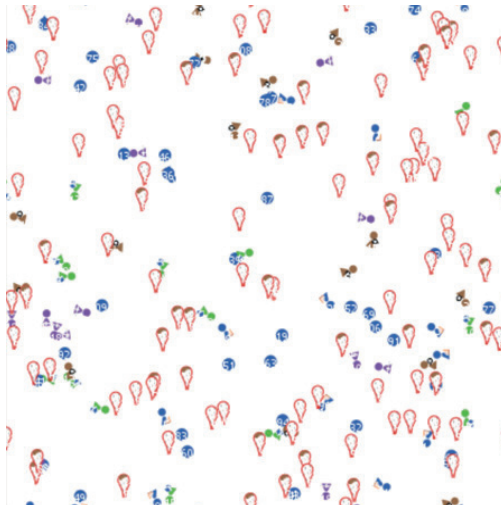


Figura 1. Micromundo escenario E01 - T_0



Escenario inclusión incipiente

Sistema de innovación convencional con agentes con direccionalidad social, pero sin capacidades de inclusión

Este escenario corresponde a un sistema de innovación en el cual algunos agentes han generado conciencia sostenible, es decir, su interés está en aprovechar las NOPI que tengan impacto favorable en dos o tres de las dimensiones de la sostenibilidad, y los excluidos son parte del sistema; sin embargo, no existen agentes con capacidades para la inclusión. Esto significa que en el sistema existe la disponibilidad de realizar innovaciones basadas en conocimiento científico, tecnológico y tradicional. Esto significa que solo se hace uso del conocimiento científico y tecnológico, más no del conocimiento tradicional; y a pesar de la existencia de excluidos, no existen agentes con capacidades para la vinculación social. En la Figura 2 se observan los agentes en el micromundo en el tiempo inicial T_0 .

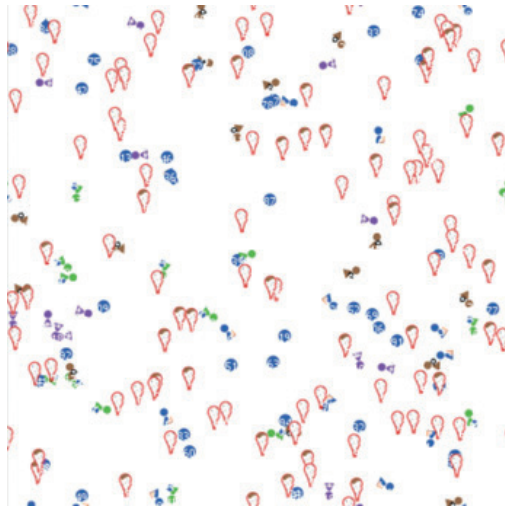


Figura 2. Micromundo escenario E02 - T_0

Escenario SII enfocado en la preservación de conocimiento tradicional, Sistema de innovación inclusivo con agentes con direccionalidad social y excluidos con capacidades que aportan al componente de preservación del conocimiento tradicional

En este escenario existen agentes convencionales y excluidos, con capacidades de innovación y capacidades para la inclusión, donde destacan aquellos agentes que cuentan con capacidades de investigación y desarrollo, al igual que capacidades de preservación del conocimiento tradicional y apropiación de tecnología. En la Figura 3 se observan los agentes en el micromundo en el tiempo inicial T_0 . En este escenario, aunque existen explotadores excluidos, y agentes con capacidades para la vinculación social, son relativamente minoría con respecto a aquellos que cuentan con capacidades para la preservación del conocimiento tradicional.

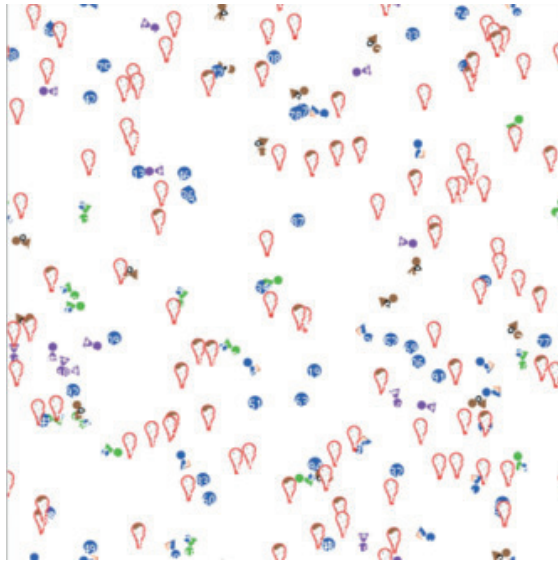


Figura 3. Micromundo escenario E03 - T_0



Escenario SII enfocado en la vinculación social

Sistema de innovación inclusivo con agentes con direccionalidad social y agentes con capacidades que aportan al componente de vinculación social

En este escenario existen agentes, en una proporción significativa, que aportan al componente de vinculación social, es decir, que tienen capacidades de agencia y de gestión de espacios de enseñanza aprendizaje. Este escenario se diseña contemplando la importancia que tienen los agentes intermediarios inclusivos. En la Figura 4 se observan los agentes en el micromundo en el tiempo inicial T_0 .



Figura 4. Micromundo escenario E04 - T_0

Escenario SII enfocado en uso del conocimiento

Sistema de innovación inclusivo con agentes con direccionalidad social y excluidos con capacidades que aportan al componente uso del conocimiento

En este escenario existen agentes convencionales y excluidos, con capacidades de innovación y capacidades para la inclusión, donde destacan aquellos agentes que cuentan con capacidades de investigación y desarrollo, al igual que capacidades de preservación del conocimiento tradicional y apropiación de tecnología. En la Figura 5 se observan los agentes en el micromundo en el tiempo inicial T_0 . En este escenario, aunque existen explotadores excluidos, y agentes con capacidades para la vinculación social, son relativamente minoría con respecto a aquellos que cuentan con capacidades para la preservación del conocimiento tradicional.



Figura 5. Micromundo escenario E05 - T_0



Escenario SII balanceado

Sistema de innovación inclusivo con agentes con direccionalidad social y capacidades que aportan a todos componentes de la función inclusiva

Este escenario se caracteriza por ser un sistema de innovación con agentes con capacidades diversas que cumplen con todo lo requerido por los diferentes componentes de la función inclusiva, en decir, hay agentes convencionales, intermediarios inclusivos y excluidos, tanto aquellos que tienen conocimiento tradicional, como los que ya explotan ese conocimiento. La distribución de estos agentes está dada para el contexto latinoamericano (40% de exclusión). En la Figura 6 se observan los agentes en el micromundo en el tiempo inicial T_0 .

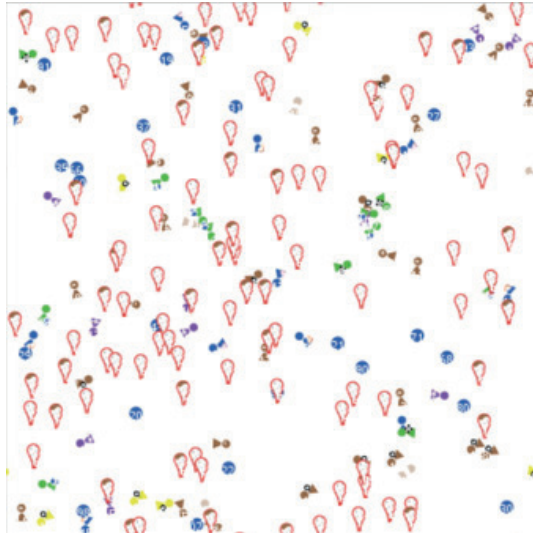


Figura 6 Micromundo escenario E06 - T_0

Resultados y análisis: comparación de escenarios

Para cada escenario se realizaron cinco simulaciones, conservando el mismo horizonte de 20 años y la misma cantidad de agentes para el momento inicial - T_0 . De estas cinco simulaciones se calculó el promedio que presenta el comportamiento del escenario. Además, se realizó un análisis estadístico

a los datos a través de la prueba ANOVA y la prueba Tukey¹¹ para determinar si existe o no diferencia significativa entre los comportamientos de los escenarios. Para el análisis de la emergencia de los sistemas de innovación inclusivos se utilizaron siete variables, estas son: 1) Número de excluidos, 2) Participación de excluidos en el proceso de innovación, 3) Direccionalidad, 4) NOPI aprovechadas, 5) Confianza (costos de transacción), 6) Proceso de enseñanza-aprendizaje y 7) Capacidades de producción y mercadeo. Para cada una de estas variables, en la siguiente Figura se puede visualizar el comportamiento de cada escenario.

Comportamiento del número de excluidos en el sistema

Uno de los propósitos de los sistemas de innovación inclusivos es reducir el número de excluidos en el sistema, es decir, que aquellos agentes que no participan en la dinámica de innovación puedan hacerlo, a través del aporte de sus capacidades y el desarrollo de capacidades de innovación que les permitan aprovechar, además de NOPI sociales, NOPI convencionales. En este sentido, el comportamiento del número de excluidos en el tiempo puede indicar cómo cada uno de los seis escenarios aporta a la reducción de los excluidos en el sistema. En la Figura 7 se encuentran los resultados promedios de los seis escenarios, para un horizonte de 20 años.

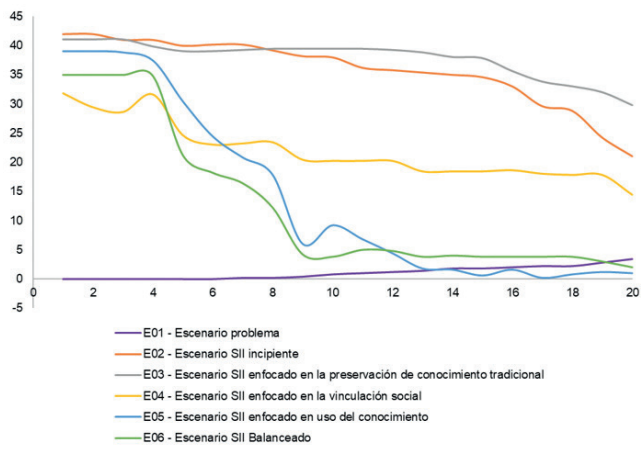


Figura 7. Comportamiento del número de excluidos en el sistema para los seis escenarios

11 Para ver los resultados de las pruebas remítase a la tesis doctoral de María Luisa Villalba.



En primer lugar, el escenario problema – E01, que corresponde a un sistema de innovación convencional en el cual, desde sus inicios, no se consideran a los excluidos como agentes del sistema y ninguno de los agentes existentes tiene direccionalidad social, presenta un comportamiento estable en los primeros 10 periodos; sin embargo, dada su dinámica, posterior a ello, se evidencia que este tipo de sistema promueve la exclusión, es decir, agentes que se desempeñaban en el contexto convencional pasan a ser excluidos porque desacumulan en sus capacidades y ya no cumplen con los requisitos mínimos para participar en el aprovechamiento de las NOPI. Otra posible causa es que otros agentes aprenden más rápido y/o con los agentes que se relacionan generan comportamientos virtuosos que les permite acumular más NOPI, Beneficios y Capacidades, lo que conculca con la generación de ventaja competitiva. Este resultado es coherente con los argumentos dados por Moulaert et al. (2014) y Sutz (2010) y en ellos se plantea que la innovación no derrama sus beneficios de manera equitativa y, con frecuencia, agudiza ciertos problemas sociales, como la exclusión. En este sentido, si la dinámica de los sistemas de innovación continúan de la forma convencional, seguirán contribuyendo al aumento de las brechas sociales, tal como lo argumentan Fressoli et al., (2014). Esta dinámica deja a muchos países empobrecidos y con mayores problemas sociales, económicos y medioambientales; según los resultados de la simulación, una de las razones primordiales es que los agentes convencionales solo tienen mayor interés en obtener beneficios económicos y no han desarrollado estrategias que apunten a la sostenibilidad. De acuerdo con los resultados de las pruebas ANOVA y Tukey, este escenario es significativamente diferente a los escenarios que representan sistemas de innovación inclusivos. En segundo lugar, al analizar los escenarios que corresponden a los sistemas de innovación inclusivos, se pueden diferenciar dos tipos de comportamientos: uno, que apunta a una reducción del número de excluidos de forma moderada; y otro que representa una reducción acelerada.

Por un lado, en un sistema de innovación inclusivo incipiente (Escenario E02), donde los agentes tienen direccionalidad social, pero no tienen capacidades altas para la inclusión, la reducción del número de excluidos es leve. Caso similar, pero de mayor preocupación, es cuando el sistema está compuesto mayoritariamente por agentes excluidos con capacidad de preservación del conocimiento tradicional (Escenario E03), puesto que la reducción del número de excluidos es menor a la reducción obtenida en un sistema de innovación incipiente; sin embargo, de acuerdo con los resultados de las pruebas ANOVA y Tukey, estos dos escenarios no presentan diferencias significativas. Este comportamiento demuestra que el conocimiento tradicional por sí mismo no

es suficiente para la emergencia de sistemas de innovación inclusivos o para atacar la exclusión. La razón de ello puede estar en que, aunque existan agentes excluidos con el conocimiento tradicional, es importante que este conocimiento sea incorporado en el desarrollo de innovaciones, es decir, que existan agentes en el sistema que cuenten con las capacidades de producción y mercadeo basadas en tecnología apropiada.

Otro resultado contraintuitivo es que este mismo tipo de comportamiento lo presentó el sistema de innovación inclusivo con enfoque en la vinculación social (Escenario E04), es decir, un sistema de innovación en el cual existen intermediarios inclusivos con capacidades de agencia y de gestión de espacios de enseñanza aprendizaje. Dada la importancia que tiene este tipo de agentes para promover la inclusión, se deduce de los resultados de la simulación que no necesariamente contar con un alto número de agentes con las capacidades de agencias y gestión de espacios de enseñanza-aprendizaje garantiza una reducción acelerada del número de excluidos. De acuerdo con los resultados de las pruebas ANOVA y Tukey, el escenario E04 es estadísticamente similar al E05, sin embargo, son valores no representativos. Lo cual implica que, aunque se reduce el número de excluidos en el tiempo, esta sea una reducción leve.

Mientras que los escenarios E05 y E06 no presentan diferencias significativas (Escenario SII enfocado en el uso de conocimiento y el SII balanceado), lo que permite deducir que cuando el sistema cuenta con una distribución balanceada o mayoritariamente agentes con capacidades de producción y mercadeo basado en tecnología apropiada, el número de excluidos puede disminuir en el tiempo con una mayor aceleración que en el escenario E04. Una razón de este comportamiento puede encontrarse en que los agentes excluidos cuando participan de la generación de innovaciones mejoran sus capacidades asociadas con la función del uso de conocimiento, lo cual los habilita para participar en los mercados convencionales, una de las barreras que genera exclusión. Es decir, estos comportamientos muestran que unas capacidades más cercanas al mercado, permiten aprovechar lo que este está requiriendo y seguir un comportamiento market pull.

Comportamiento de la participación de agentes excluidos en la generación de innovaciones

Cuando se habla de exclusión en los sistemas de innovación, además del tipo problema que se resuelve con la innovación (convencional o social), también



se hace referencia a cómo los agentes excluidos no participan en el proceso de innovación, es decir que estos no aportan sus capacidades para aprovechar NOPI (ni convencionales, ni sociales). Por ello, los sistemas de innovación inclusivos reconocen que las NOPI tienen atributos que, para ser suplidos, requieren de las capacidades que generalmente son los excluidos quienes las poseen, por ejemplo, la capacidad de apropiación de tecnología. Por lo tanto, un indicador de inclusión en los sistemas de innovación corresponde al nivel de participación de los excluidos en la generación de innovaciones. El indicador, número de excluidos que aprovechan NOPI en conjunto con otros agentes del sistema, fue medido para los seis escenarios analizados, obteniéndose los resultados que se muestran en la Figura 8.

De acuerdo con la Figura 8, los sistemas de innovación convencionales (Escenarios E01) requieren de ocho periodos para que los excluidos participen en el aprovechamiento de NOPI. Este comportamiento, aunque parece positivo, realmente su impacto es pequeño, al considerar que en este sistema los excluidos son agentes convencionales que mutaron sus condiciones y fueron perdiendo capacidades hasta excluirse, y posteriormente hasta dejar de participar en las dinámicas de innovación.

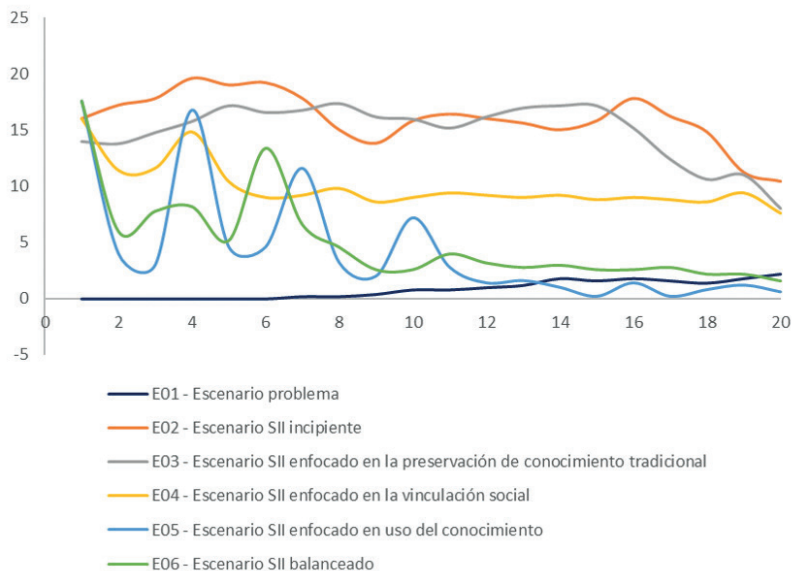


Figura 8. Comportamiento del número de excluidos que participaron en la generación de innovaciones para los seis escenarios

Para los cinco escenarios de los sistemas de innovación inclusivos se encuentran varios comportamientos particulares. En primer lugar, según los resultados de las pruebas ANOVA y Tukey, los escenarios E02 y E03 no son significativamente diferentes, y los escenarios E05 y E06 no son significativamente diferentes. En segundo lugar, en todos los escenarios el comportamiento es decreciente, es decir que la participación de los excluidos disminuye, esto se debe a que el número de excluidos también disminuye. La proporción de participación oscila entre el 20% y el 40%, sin encontrarse un patrón diferenciador significativo. En tercer lugar, se evidencia que los excluidos empiezan a participar en el aprovechamiento de NOPI a partir del mismo periodo (T1). Este comportamiento tiene su sustento en que para lograr ser un agente que aporte capacidades para la generación de innovaciones, es necesario primero generar confianza entre los agentes excluidos y los agentes no excluidos (Zhang & Wu, 2016). Durante este tiempo también es posible que los agentes excluidos participen en los procesos de enseñanza aprendizaje. Tanto la generación de confianza, como los procesos de capacitación no son procesos con resultados inmediatos.

Es aquí donde los agentes con capacidades de agencia y gestión de espacio de enseñanza-aprendizaje (intermediarios inclusivos) juegan un papel muy importante, puesto que son los encargados de representar a los excluidos y también contribuir con el fortalecimiento de sus capacidades a través de procesos de enseñanza aprendizaje, para que así, los agentes excluidos puedan, posteriormente, participar de forma individual o colectiva con los otros agentes del sistema en la generación de innovaciones.

Para identificar los escenarios favorables en esta variable es necesario mirar las líneas de tendencias de la relación entre el número de excluidos y aquellos que participan en la generación de innovaciones, tal como se muestra en la Figura 9. Las líneas de tendencia de los escenarios E05 y E06 (escenarios sin diferencias estadísticas) corresponden a los Escenarios con resultados favorables en el tiempo, puesto que su curva de tendencia en las líneas es creciente, esto significa que cuando en un sistema de innovación inclusivo es balanceado, además de que el número de excluidos reduce (como se mostró en la variable anterior), también es mayor la proporción de excluidos que participan en la generación de innovaciones.

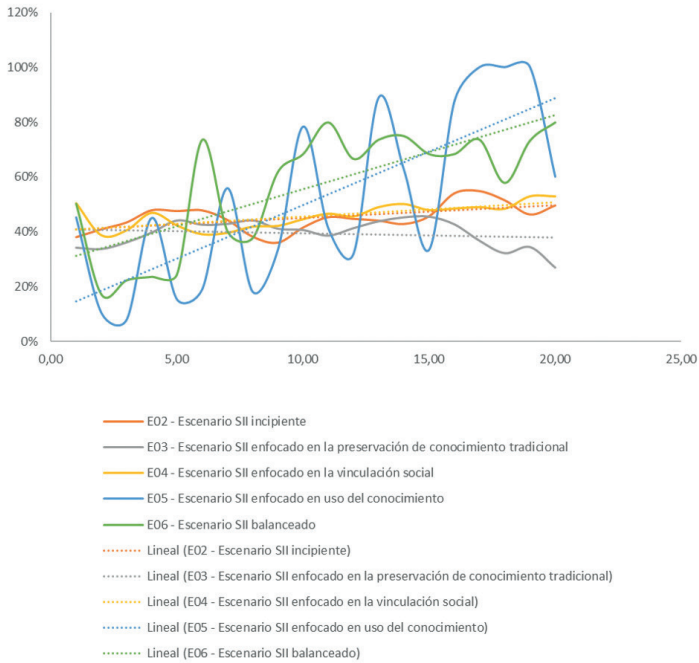


Figura 9. Comportamiento porcentual de la participación de los excluidos en la generación de innovaciones para los seis escenarios

Comportamiento de la direccionalidad de los agentes

La direccionalidad que tienen los agentes determina la intención o el tipo de NOPI que se aprovecha en el sistema. Si existen agentes con direccionalidad social (sea un agente clasificado como sostenible, equitativo, social o soportable) se cumple el primer requisito para lograr que el sistema de innovación apunte hacia el logro de una función inclusiva; por lo tanto, la direccionalidad de los agentes es un elemento relevante que detona la emergencia de un sistema de innovación inclusivo. Seguido de esto, empiezan otros elementos de la configuración a tomar relevancia, como lo son las capacidades para la inclusión, puesto que, de acuerdo con los resultados de las simulaciones, el número de agentes con direccionalidad social en los escenarios favorables para la inclusión disminuye en el tiempo, tal como se muestra en la Figura 10 y no existe diferencia significativa entre los escenarios E02, E05 y E06 (de acuerdo con los resultados de las pruebas ANOVA y Tukey).

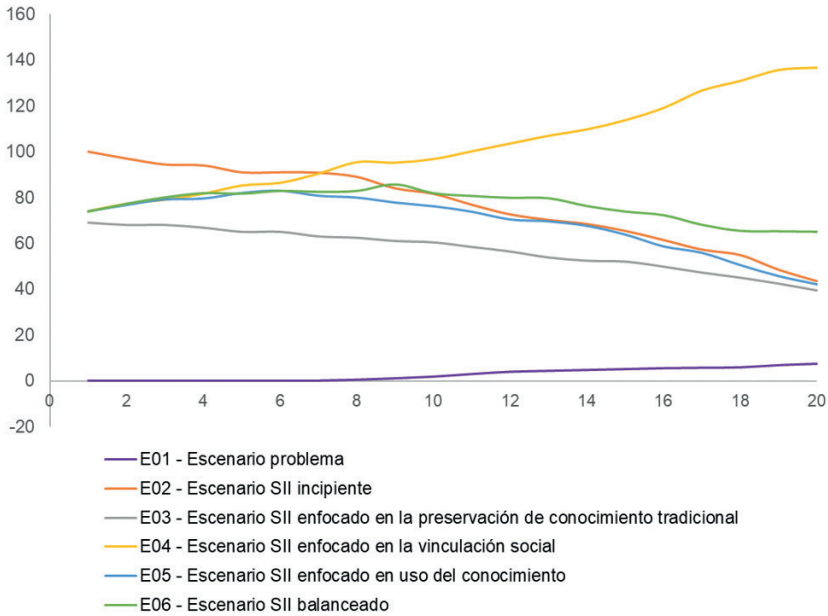


Figura 10. Comportamiento del número de agentes con direccionalidad social para los seis escenarios

En el escenario problema (Escenario E01) el número de agentes con direccionalidad social al inicio de la simulación es nulo, esto bajo el supuesto de que los agentes de los sistemas de innovación convencionales generan, difunden y usan el conocimiento bajo una dinámica capitalista impulsada por una lógica de maximización de ganancias individuales (Sheppard & Barnes, 1986), es decir, tienen direccionalidad económica. Sin embargo, a partir del periodo 9, algunos agentes y de forma muy leve, cambian su direccionalidad y empiezan a contemplar la dimensión social, lo que les permite aprovechar NOPI sociales; por lo tanto, puede que estos agentes no vinculen a los excluidos como partícipes de la generación de las innovaciones, pero sí empiezan a aportar a la solución de problemas sociales. Esto se da también por el cambio de estrategia en los agentes que no logran buenos resultados y hacen apuestas estratégicas diferentes.

En cuanto a los sistemas de innovación inclusivos, estos desde el inicio cuentan con un alto número de agentes con direccionalidad social, sin embargo, para cuatro de los escenarios (E02, E03, E05 y E06), el número de agentes con esta direccionalidad disminuye levemente en el tiempo, lo que soporta que en los sistemas de innovación inclusivos, la direccionalidad es relevante al



inicio, pero con el tiempo, estos sistemas requieren de otros elementos como las capacidades para completar su función, principalmente cuando se trata del sistema de innovación enfocado en el uso del conocimiento (Escenario E05) y el sistema de innovación balanceado (Escenario E06); escenarios que favorecen la inclusión, pero, además de no tener diferencias estadísticamente significativas entre ellos, presentan un comportamiento contraintuitivo en cuanto a la cantidad de agentes con direccionalidad social.

Específicamente, en aquellos sistemas de innovación que están enfocados en vinculación social (Escenario E04), se presentó el comportamiento esperado, el número de agentes con direccionalidad social aumentó. Esto tiene sentido al recalcar que este tipo de sistema de innovación cuenta con un alto número de agentes con capacidad de vinculación social y por ende se espera que su direccionalidad social sea alta. Sin embargo, estas condiciones no son garantía de un alto nivel de inclusión.

Comportamiento del aprovechamiento de las NOPI

El entorno de un sistema de innovación inclusivo está compuesto por dos tipos de NOPI, convencionales y sociales. Se logra la inclusión cuando los agentes puedan aprovechar los dos tipos de NOPI, así: por un lado, agentes convencionales aportan a la solución de NOPI sociales, mientras que se espera que los agentes excluidos, en algún momento estén en capacidad de aprovechar NOPI convencionales, puesto que, de esta forma, las acciones inclusivas que se realicen aportan más que las acciones asistencialistas, como lo reconoce (Gupta, 2012). Con base en ello, para los seis escenarios se analiza cómo se da el aprovechamiento de las NOPI, tanto convencionales, como sociales. En la Figura 11 se muestran los resultados.

En la parte superior de la Figura 11 se evidencia que el aprovechamiento de NOPI convencionales para todos los escenarios aumenta; esto quiere decir que un sistema de innovación inclusivo no restringe el aprovechamiento de NOPI convencionales, ni que los agentes sigan compitiendo por el aprovechamiento de estas. Tanto así que los escenarios E01, E02, E03, E05 y E06 no presentaron diferencias significativas. Un hallazgo contraintuitivo es el caso del sistema de innovación con enfoque en la vinculación social (Escenario E04), el cual presenta el mayor crecimiento en el aprovechamiento de NOPI convencionales de las cuales pueden estar participando agentes que iniciaron excluidos del sistema.

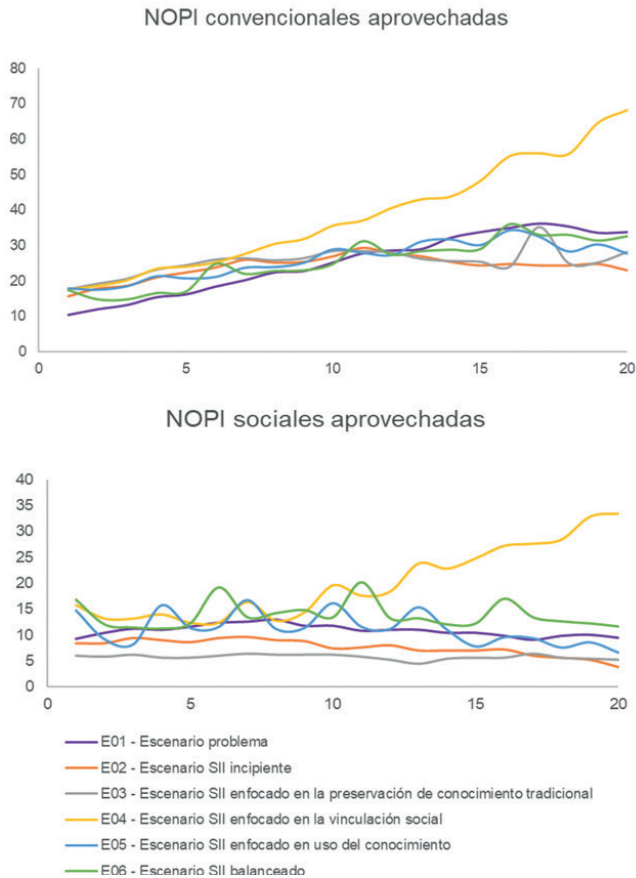


Figura 11. Comportamiento del aprovechamiento de NOPI para los seis escenarios

Por otro lado, el aprovechamiento de NOPI sociales (parte inferior de la Figura 11) presenta un comportamiento similar y estable para cinco de los escenarios. Se genera una alarma en que el sistema de innovación convencional (escenario E01) presenta un mayor aprovechamiento de NOPI sociales que los sistemas de innovación inclusivos incipientes (Escenario E02) y aquellos enfocados en la preservación del conocimiento (escenario E03). Mientras que el sistema de innovación inclusivo balanceado (escenario E06) y el escenario enfocado en el uso de conocimiento (escenario E05) tienen un mayor aprovechamiento de NOPI, pero con una variabilidad notoria y no presentan diferencias significativas con el escenario problema (E01). El caso a resaltar es el sistema de innovación inclusivo enfocado en la vinculación social, puesto que presenta un crecimiento en el aprovechamiento de NOPI sociales, lo cual es



favorable, pero al parecer este tipo de sistemas no promueve la participación de los excluidos de dinámicas de innovación, sino que los agentes buscan resolver problemas sociales, y no necesariamente contribuir con la reducción del número de excluidos (como se ha identificado en el comportamiento de las otras variables).

Análisis global de los resultados

Los seis escenarios analizados en el presente trabajo permitieron explorar diferentes configuraciones para los sistemas de innovación que son representadas a través de micromundos y que corresponden a combinatorias especiales de los diferentes elementos que conforman un sistema de innovación, tanto convencional como inclusivo, según lo propuesto en el modelo conceptual. Por lo tanto, es posible, gracias a la construcción del modelo computacional, realizar simulaciones de la realidad, pero enfocadas en las variables claves que permiten entender cómo emergen los sistemas de innovación inclusivos, sistemas que han sido abordados en la literatura, en su gran mayoría a través de análisis estáticos, pero que ofrecen los insumos requeridos para la construcción de un modelo dinámico que facilite el estudio de la emergencia del sistema.

En este sentido, un elemento relevante en este análisis es que el nivel de complejidad de los SII es mayor que el nivel de complejidad de los sistemas de innovación convencionales; por lo tanto, el número de variables a analizar es significativamente alto y esto impide hacer un análisis directo de la relación causa efecto entre cada una de las variables y el desempeño del sistema. Por lo cual, en este trabajo se analizaron siete variables que reflejaron comportamientos esperados y contraintuitivos sobre la emergencia de un sistema de innovación inclusivo. Por ejemplo, los comportamientos del número de excluido, versus su participación en las dinámicas de innovación y versus el aprovechamiento de NOPI.

Con base en lo anterior, el modelo propuesto permite abordar la pregunta de cómo emergen los SII, gracias a la comparación de seis escenarios. Un hallazgo relevante sobre el funcionamiento de los sistemas de innovación convencionales (escenario problema), es que estos sistemas no promueven la inclusión y requieren de ciertas condiciones que detonen el cambio de paradigma para que así el sistema pueda ser inclusivo. Las dos condiciones iniciales son: una direccionalidad hacia lo social y/o sostenible, y la generación de confianza entre los agentes; mientras que una condición secundaria, pero no menos importante, vendría a ser que en el sistema existan agentes



con capacidades para la inclusión, principalmente la capacidad de agencia y la capacidad de espacio de enseñanza aprendizaje, es decir, las capacidades que permiten la vinculación social y que tipifican a los intermediarios inclusivos. No obstante, esto no implica que el sistema de innovación requiera un alto número de intermediarios inclusivos, sino que exista un sistema balanceado con agentes con las diversas capacidades, tanto de innovación, como capacidades para la inclusión.



Referencias

Fressoli, M., Dias, R., & Thomas, H. (2014). Innovation and inclusive development in the south: A critical perspective. *In Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America* (pp. 47–66). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262027458.003.0003>

Gupta, A. K. (2012). Innovations for the poor by the poor. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 5(1-2), 28-39. <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2012.044875>

Holland, J. H. (2004). El Orden Oculto de como la adaptación crea la complejidad. Fondo de Cultura Económica.

Moulaert, F., MacCallum, D., Mehmood, A., & Hamdouch, A. (2014). THE international handbook on social innovation: Collective action, social learning and transdisciplinary research. *Revija Za Socijalnu Politiku*, 21(3), 377–381. <https://doi.org/10.3935/rsp.v21i3.1225>

Sheppard, E. & Barnes, T. J. (1986). Instabilities in the Geography of Capitalist Production: Collective Vs. Individual Profit Maximization. *Annals of the Association of American Geographers*, 76(4), 493-507. <https://doi.org/10.1111/J.1467-8306.1986.TB00132.X>

Sutz, J. (2010). Ciencia, Tecnología, Innovación e Inclusión Social: una agenda urgente para universidades y políticas. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 1(1), 1–51. [https://eva.fcs.edu.uy/pluginfile.php/59123/mod_folder/content/0/Bibliografía complementaria/u5 - Sutz 2008.pdf?forcedownload=1](https://eva.fcs.edu.uy/pluginfile.php/59123/mod_folder/content/0/Bibliografía%20complementaria/u5%20-%20Sutz%202008.pdf?forcedownload=1)

Zhang, Z. & Wu, X. (2016). The inclusiveness of internet-based agri-business innovation system: A case study on Alibaba. PICMET 2016 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management For Social Innovation, Proceedings, 1098-1105.



CAPITULO 9*

Análisis de escenarios para identificar el rol de la universidad en la innovación inclusiva

Eliana María Villa Enciso

Departamento de Ciencias Administrativas – Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM

elianavilla@itm.edu.co

Walter Lugo Ruiz Castañeda

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

wlruizca@unal.edu.co

María Luisa Villalba Morales

Grupo de investigación FACEA - Universidad Católica de Oriente

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

mlvillalbam@unal.edu.co

Jorge Robledo Velásquez

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

jroble dov@unal.edu.co

Introducción

A continuación se presenta el diseño de escenarios y la simulación de los mismos en un modelo computacional, para a partir de la exploración de los micromundos elegidos, analizar particularmente el rol de la universidad en la innovación inclusiva. El análisis de estos mundos virtuales simplificados y

* Este capítulo es parte integral del proyecto denominado "Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial", el cual se encuentra regulado bajo el Contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019 suscrito entre Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia. También es parte integral de las tesis doctorales derivadas del proyecto mencionado, denominadas: a) María Luisa Villalba Morales con C.C. 63.548.366: La emergencia de los sistemas de innovación inclusivos: Aportes a su comprensión desde la modelación basada en agentes y; b) Eliana María Villa Enciso con C.C. 43.984.341: El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional. (Villa-Enciso, 2023)

manipulables (Resnick 2001), permite diseñar escenarios para explorar posibles acercamientos al fenómeno estudiado en la realidad.

Teniendo en claro esta limitación, se describen los escenarios elegidos, se analizan y presentan los resultados de las diferentes simulaciones de esos escenarios y por último se analiza el rol de la universidad en la innovación inclusiva teniendo en cuenta las características propias del modelo realizado. En las simulaciones se analizará a la universidad como agente de un sistema de innovación convencional y un sistema de innovación inclusivo y su participación e interrelaciones en este. Con estos insumos, al identificar ese rol, se proponen estrategias que aportarán al logro de este tipo de innovaciones con el apoyo de la universidad, que como se ha mencionado a lo largo de este estudio, tiene como objetivo fundamental el bienestar de la sociedad.

Análisis del rol de la universidad en las dinámicas de innovación inclusiva

A continuación se presentarán los escenarios contemplados para analizar el rol de la universidad en la innovación inclusiva y que permitirán realizar un acercamiento al fenómeno en estudio con la finalidad de entenderlo y aportar a la comprensión del mismo, pero teniendo claridad en las limitaciones del análisis a través de un modelo: no es una predicción del futuro, sino más bien un acercamiento al reconocimiento de la complejidad del fenómeno y un aporte a su comprensión.

Escenarios: En las simulaciones de los escenarios lo que se analiza es de qué manera el rol de la universidad (la misión) y las estrategias evidenciadas (a partir de la relación entre la misión y las capacidades), generan inclusión o exclusión en el sistema, alineado con la direccionalidad de los escenarios (social y/o económica). Para esto se desarrollan dos tipologías de escenarios (escenarios 1 al 5): a) sistema de innovación convencional sin capacidades para la inclusión, en el cual se van introduciendo cada una de las tipologías de universidades con la finalidad de evidenciar el comportamiento y desempeño del sistema; y b) (escenarios 6 al 11) sistema de innovación con capacidades para la inclusión, donde se realizará el mismo ejercicio. En la tabla No.1 se detallan las características de cada uno de los escenarios propuestos.



Tabla 1: Escenarios Simulados

Tipología	No.	Nombre	Características
a)	E1	Escenario Problema	Agentes convencionales sin capacidades para la inclusión, universidades con direccionalidad económica
	E2	Escenario Docencia Inclusiva	Escenario problema + universidad con misión de docencia y con capacidades para la inclusión y direccionalidad económico-social
	E3	Escenario Investigación Inclusiva	Escenario problema + universidad con misión de investigación y con capacidades para la inclusión y direccionalidad económico-social.
	E4	Escenario Extensión Inclusiva	Escenario problema + universidad de extensión con capacidades para la inclusión y direccionalidad económico-social
	E5	Escenario Sostenibilidad Inclusiva	Escenario problema + universidad de sostenibilidad con capacidades para la inclusión y direccionalidad económico-social
b)	E6	Sistema Inclusivo, universidad sin capacidades de inclusión	Agentes con capacidades de inclusión, agente universidad con direccionalidad económica y sin capacidades para la inclusión
	E7	Sistema Inclusivo con docencia inclusiva	Universidad de docencia con direccionalidad económico-social y con capacidades para la inclusión
	E8	Sistema Inclusivo con investigación inclusiva	Universidad de investigación con direccionalidad económico-social y con capacidades para la inclusión
	E9	Sistema Inclusivo con extensión inclusiva	Universidad de extensión con direccionalidad económico-social y con capacidades para la inclusión
	E10	Sistema Inclusivo con sostenibilidad inclusiva	Universidad de sostenibilidad con direccionalidad económico-social y con capacidades para la inclusión
	E11	Aleatorio	Todos los agentes con todas las capacidades, de manera aleatoria en el sistema

Adicionalmente, se proponen las siguientes variables a analizar con la finalidad de evidenciar el comportamiento del sistema bajo las condiciones estipuladas para cada uno de los escenarios y dilucidar el rol de la universidad en la innovación inclusiva:

- 1) Número de excluidos: permite identificar el comportamiento del número de agentes excluidos y no excluidos del sistema, esto es, cómo las dinámicas del sistema ocasionan que estos agentes incrementen o no.
- 2) Participación de excluidos: se analiza la participación de los agentes excluidos en los vínculos realizados, lo que permite identificar la participación real (o no) de los agentes excluidos en vínculos exitosos dentro del sistema.

- 3) NOPI aprovechadas: Se logra identificar la cantidad de NOPI, tanto inclusivas como convencionales que lograron ser aprovechadas en el sistema. Se analiza el comportamiento de las NOPI inclusivas aprovechadas, porque esa es la finalidad del sistema de innovación inclusivo.
- 4) Comportamiento de los costos de transacción: permite identificar cuál fue el comportamiento de estos costos, evidenciando la confianza surgida entre los agentes del sistema.
- 5) Capacidades: Se analiza el comportamiento de las capacidades del sistema, su variación en el tiempo dependiendo del escenario en el que se encuentre, lo que permitirá determinar cuáles capacidades se fortalecieron y cuáles no. Se analizan las 12 capacidades del sistema: Investigación, Desarrollo, Difusión, Vinculación, Producción convencional, Mercadeo Convencional, Preservación del Conocimiento Tradicional, Apropiación Tecnológica, Agencia, Gestión de espacios de enseñanza-aprendizaje, Producción de tecnología apropiada y Mercadeo de tecnología apropiada.

A través de una comparación, se determinará cuál es la universidad que más aporta al logro de la inclusión en los escenarios propuestos, y por qué; aportando a la comprensión del fenómeno y con base en este resultado y en el trabajo de investigación realizado hasta aquí, se podrán desarrollar recomendaciones y estrategias para que la universidad contribuya al logro de la inclusión en un sistema de innovación.

Análisis de resultados

A manera de ejemplo, se presenta el resultado completo del análisis de una de las variables estudiadas. Como se mencionó, para cada escenario se realizan cinco simulaciones en un tiempo de 25 años para poder observar la dinámica del proceso, con los mismos agentes (tasa de nacimiento de agentes = 0%) y los parámetros mencionados al inicio del capítulo. Esto permitirá obtener un resultado representativo del escenario en cuestión. A continuación, se presentan los resultados de acuerdo con el análisis estadístico realizado, correspondientes a la ANOVA donde se puede identificar si hay una diferencia significativa entre cada escenario para cada una de las variables analizadas. El resultado se muestra agrupado por variable, realizando un análisis comparativo que permita comparar los escenarios en cuanto a sus comportamientos, diferencias y similitudes.



Este análisis permite dar respuesta a la pregunta de investigación sobre el rol de la universidad en la innovación inclusiva. La variable presentada a modo de ejemplo, es:

1. Comportamiento del número de excluidos en el sistema

En la Figura 1 se presenta el comportamiento de los agentes excluidos en el sistema a través de los diferentes escenarios propuestos. El comportamiento de los excluidos es una variable significativa de análisis, dada su representatividad dentro del objetivo de un sistema de innovación inclusivo al buscar disminuir la existencia de los agentes excluidos, haciéndolos partícipes de las dinámicas del sistema (Ver Figura 1).

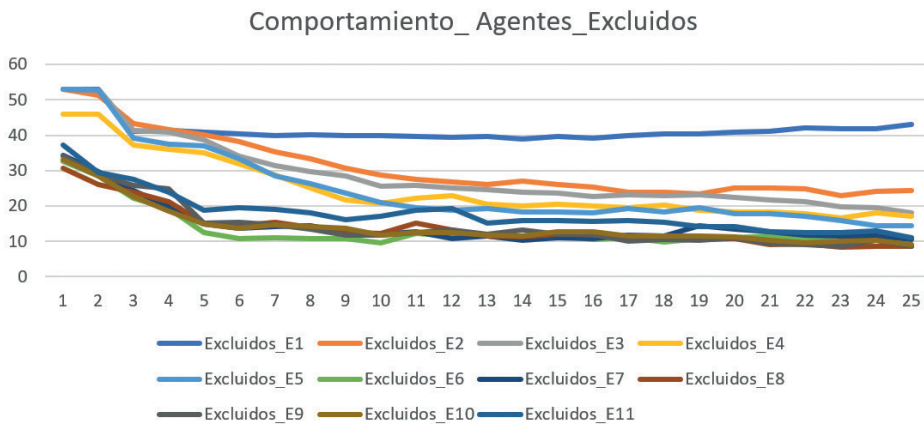


Figura 1: Comportamiento de Agentes Excluidos

Uno de los hallazgos que muestra la Figura 1 es el de tener un sistema de innovación convencional con excluidos (E1), en el cual se presenta la mayor cantidad de excluidos con respecto a los demás escenarios. Este hallazgo confirma lo planteado en el Capítulo 1, donde el interés fundamental de un sistema de innovación convencional es el aprovechamiento de las NOPI de carácter convencional (con direccionalidad económica) y, por tanto, no es de interés del sistema la disminución de los excluidos.

Con respecto al análisis estadístico de los escenarios, es importante resaltar que se realizó tanto la prueba ANOVA (que permite identificar la diferencia significativa entre escenarios o no) y las pruebas Tukey (que permiten identificar cuáles escenarios son significativamente diferentes), lo cual permite realizar un

análisis de escenarios con mayor confiabilidad. Según los resultados que arroja la prueba Tukey se puede determinar que el E1 es significativamente diferente a todos los demás escenarios; el E2 difiere significativamente con E3, E4 y E5; el E3 difiere significativamente con E6, E7, E8, E9, E10 y no con E4, E5 ni E11; E4, difiere significativamente con todos menos con E5; E5 difiere significativamente con todos los demás escenarios; E6, E7, E8, E9, E10 y E11 no difieren significativamente entre sí. Realizar las pruebas Tukey permite determinar las diferencias entre las variables que se analizan en cada uno de los escenarios y por consiguiente, ayuda a analizar el comportamiento de cada uno de los escenarios, lo cual no se podría densificar a simple vista o de manera intuitiva.

Otro de los resultados que se observa en la Figura 1. es el comportamiento de los excluidos en dos grandes grupos: a) Sistema de innovación convencional sin capacidades para la inclusión, donde se van incorporando diversos tipos de universidades como un agente inclusivo, ya sea de docencia, investigación, extensión o sostenibilidad y b) Sistema de innovación con inclusión, menos las universidades, donde se introduce una universidad con capacidades para la inclusión de cada tipología: de docencia, de investigación, extensión y sostenibilidad.

En ese sentido, el primer grupo (ver Figura 2) correspondiente a los escenarios de la tipología (a) (ver Tabla 1), presentan de manera consistente una mayor cantidad de excluidos en todo el periodo analizado y el segundo grupo una menor cantidad de agentes en exclusión en todo el periodo en estudio (25 años), porque efectivamente este es el objetivo de un sistema de innovación inclusivo, la disminución de los excluidos y el aprovechamiento de las NOPI inclusivas.

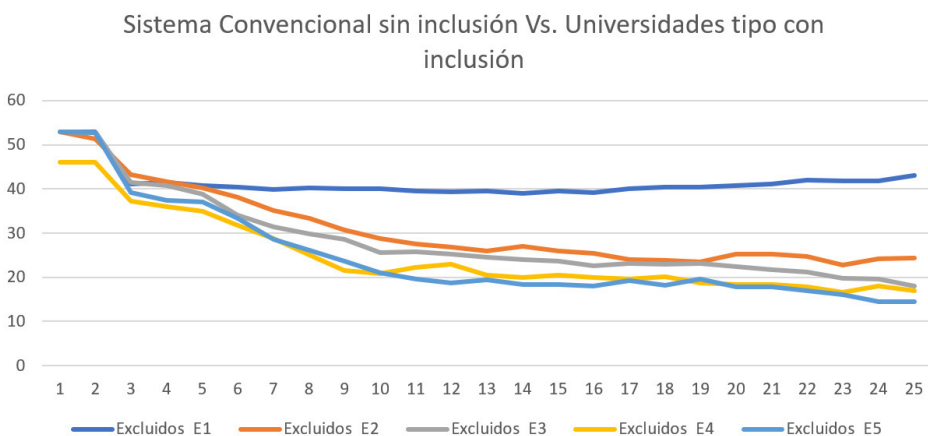


Figura 2: Comportamiento de Agentes Excluidos grupo (a)



En la Figura 2 se puede observar un sistema de innovación convencional (escenarios de tipología a) (Ver Tabla 1), es decir, con agentes sin capacidades para la inclusión y se observa el comportamiento de los excluidos cuando se van incluyendo universidades con capacidades para la inclusión. Se observa que el escenario E1 presenta el peor desempeño, en cuanto a que es el que mantienen mayor número de excluidos en el sistema, a lo largo del tiempo y presenta una diferencia significativa con los demás escenarios.

Adicionalmente, en los escenarios en los que se van introduciendo universidades con capacidades para la inclusión, en los primeros periodos disminuye el número de excluidos de manera importante, siendo los escenarios E5, E4 y E3 (universidad de sostenibilidad, de extensión y de investigación), los que presentan una mayor disminución en la cantidad de excluidos. Estos escenarios no tienen diferencia significativa entre sí.

De otro lado, E2, o sea el escenario con una universidad de docencia, presenta diferencia significativa con E3, E4 y E5 y su comportamiento tiene peor desempeño, porque es la que impacta en menor proporción la cantidad de excluidos en el sistema, en lo que a este grupo se refiere. Esto puede deberse a que la universidad de docencia es la que presenta menores capacidades tanto de innovación como de inclusión y las otras tipologías de universidades incorporan en su quehacer mayor cantidad de capacidades, lo que se relaciona consistentemente con su misión.

En general, se infiere que un sistema de innovación convencional al cual se le introduce solamente una universidad con capacidades para la inclusión se comporta de manera favorable en torno a la disminución de la cantidad de agentes excluidos del sistema a lo largo del tiempo, en comparación con un sistema de innovación convencional en el cual ninguna universidad tiene capacidades para la inclusión. Además, el comportamiento en el tiempo muestra que la relación con la cantidad de excluidos es muy similar con un sistema de innovación inclusivo (E11). Esto significa que es importante la introducción de al menos una universidad con capacidades para la inclusión en un sistema para lograr la disminución de agentes excluidos en el tiempo.

Con respecto al segundo grupo de análisis (escenarios de tipología b) (ver Figura 3), el sistema es inclusivo, las universidades no tienen capacidades para la inclusión y se introducen universidades de diferentes tipologías para observar el comportamiento.

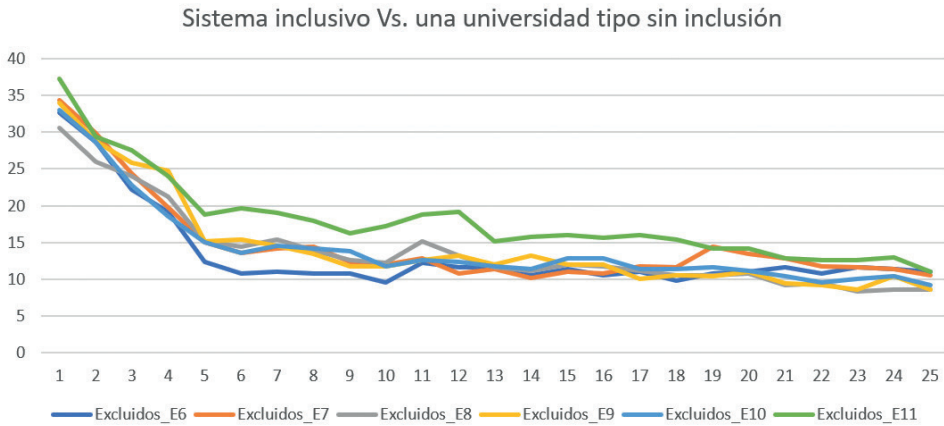


Figura 3: Comportamiento de Agentes Excluidos grupo (b)

Es importante mencionar que el Escenario 11 muestra un sistema inclusivo netamente aleatorio, en el cual el comportamiento de la cantidad de agentes excluidos es similar (en términos de cantidad) y sin diferencias significativas, que el de los escenarios que son inclusivos, aunque solo presenten una universidad con capacidades para la inclusión.

Esto quiere decir que a pesar de que es importante el rol de la universidad en este sistema, el comportamiento de la disminución de la cantidad de excluidos del sistema mejora si todos los agentes tienen capacidades de innovación tanto convencionales como de inclusión, sin presentar diferencias significativas en cuanto a la introducción o no de una universidad con capacidades para la inclusión. Esto es consistente con el hecho de que existen otros agentes que aportan capacidades para la inclusión similares a las de las universidades.

También es interesante analizar el Escenario E6, el cual NO tiene universidades con capacidades para la inclusión, pero todos los demás agentes sí cuentan con ella. Este escenario presenta un comportamiento bueno en el sentido en el que se disminuye la cantidad de excluidos en especial en los primeros cinco periodos, luego el comportamiento se equipara con los otros escenarios (E7, E8, E9, E10) en los cuales existe una sola universidad con capacidades para la inclusión. En conclusión, si un sistema es inclusivo y las universidades no tienen capacidades para la inclusión, no se advierte diferencia significativa al introducir una universidad con capacidades para la inclusión en el sistema, en lo que a disminución de la cantidad de excluidos se refiere.



Nuevamente, el sistema no depende solo de las universidades, el cambio en el sistema no es muy significativo cuando todo el sistema es inclusivo y las universidades no, pero hay que hacer claridad en que se está hablando solo del resultado de una variable de desempeño del sistema, y en este caso es la disminución de la cantidad de excluidos.

De otro lado, sí se presenta un cambio bastante significativo cuando el sistema no tiene capacidades para la inclusión y se incorpora una universidad con esas capacidades, siendo los escenarios E5, E4 y E3 (universidad de sostenibilidad, de extensión y de investigación) las que impactan con mayor eficiencia en la disminución de los excluidos en este sistema, debido a que estas universidades cuentan con mayores capacidades tanto de innovación como de inclusión en comparación con la universidad de docencia.

En conclusión, si el sistema no cuenta con capacidad para la inclusión es importante incluir al menos una universidad con estas capacidades y mucho mejor si es una **universidad sostenible, de extensión o de investigación, que si es una universidad de docencia**. En caso de que el sistema sea inclusivo, no representa un gran cambio en el número de excluidos que las universidades tengan capacidades para la inclusión o no.

Así como se realizó con esta variable de igual forma se analizaron las demás variables propuestas y se generó una matriz de análisis de escenarios versus variables de desempeño, con la finalidad de concluir y poder proponer estrategias para que la universidad sea agente de dinamización de la innovación inclusiva en un contexto local.

Formulación de estrategias que permitan a la universidad dinamizar la innovación inclusiva en un contexto local

A continuación, con los insumos hasta aquí logrados, se propone una serie de estrategias que permitirán a la universidad generar dinámicas de innovación inclusiva utilizando los resultados del modelo computacional. Para esto, se retoman los resultados o hallazgos considerados más importantes y a partir de ellos se revisan las prácticas que se pueden implementar, mejorar y/o eliminar con la finalidad de que la universidad participe de las dinámicas de la innovación inclusiva a partir de estar en un sistema de innovación inclusivo o no:

- 1) Una de las primeras estrategias consiste en generar capacidades para la inclusión en todas las universidades, dado que en general, se obtuvo un mejor desempeño en los escenarios cuando se tenía universidades

con estas capacidades. Así entonces se debería introducir en los sistemas de innovación, universidades con capacidades para la inclusión.

2) Fortalecer vínculos de confianza entre las universidades y los demás agentes del sistema, esto permitirá disminuir los costos de transacción en el sistema y generar mejor stock de excedentes.

3) Crear desde las universidades las fortalezas para que se mejoren las capacidades para la inclusión a todos los demás agentes. En general, se presenta un mejor desempeño del sistema cuando todos los agentes tienen capacidades para la inclusión ya que como se mencionó anteriormente, los escenarios del grupo (b) presentan los mejores desempeños en la mayoría de las variables analizadas (14 de 16 variables en color verde = 87,5%). En este sentido, se propone que la universidad sea un espacio para que los demás agentes del sistema (Estado, Empresa y sociedad en general incluyendo a los agentes excluidos) puedan aprender cómo generar y acumular las capacidades para la inclusión y se fortalezcan de manera general estas capacidades.

4) Como el escenario 11 es el uno de los escenarios que presenta mejor desempeño en la mitad de las variables analizadas, se podría intuir que es un muy buen escenario, pero a la vez es un escenario con mayor costo, por lo que la estrategia para disminuir este costo sería identificar cuál es la universidad que impacta en mayor medida la mayor cantidad de variables de manera positiva e introducirla en el sistema. Por ejemplo, si lo que se quiere es disminuir el número de excluidos, se recomienda la introducción de una universidad de docencia, de investigación, de extensión o de sostenibilidad con capacidades para la inclusión en el sistema, en vez de que todo el sistema tenga capacidades para la inclusión y así sucesivamente con las demás variables de desempeño.

5) El escenario E9 tienen un desempeño interesante ya que es el que presenta una mayor cantidad de variables con mejor desempeño. Se propone entonces, como estrategia tener al menos una universidad con misión de extensión y capacidades para la inclusión en un sistema de innovación inclusiva para potenciar los resultados del sistema en términos de desempeño innovador e inclusivo.

6) En general se necesita no solamente tener capacidad de innovación convencional y de inclusión, sino también tener agentes con direccionalidad social para que el desempeño innovador del sistema en el sentido inclusivo mejore. Para esto se requiere una mayor sensibilización al



respecto en todos los ámbitos, para que permee en la mayor cantidad de agentes del sistema. Esto podría fortalecerse mediante políticas públicas y apoyos internacionales que estén alineados con los ODS.

7) Es necesario que las universidades mejoren sus capacidades en todos los sentidos, tanto de innovación como de inclusión, ya que como se observó en los resultados, con introducir al menos una universidad con capacidades para la inclusión en un sistema convencional, se reportan mejoras considerables en el desempeño innovador e inclusivo del sistema. Y, asimismo, al introducir al menos una universidad con capacidad de inclusión en un sistema de innovación inclusivo, también se mejora el desempeño innovador e inclusivo del sistema.

Además, se retoma lo encontrado en la literatura como estrategias para mejorar las capacidades para la inclusión en las universidades:

- 1) Propiciar el relacionamiento con actores sociales débiles y enfoque de los programas de investigación en este tipo de comunidad (Arocena & Sutz, 2021).
- 2) Mejorar la educación técnica y éticamente, que permita enriquecer la innovación social, frugal e inclusiva (Arocena & Sutz, 2021).
- 3) Propender y permitir la confluencia en espacios de enseñanza-aprendizaje de actores no convencionales, como los sectores informales, las comunidades excluidas (ancestrales, afro, indígenas, campesinos, madres cabeza de hogar, entre otros), del sistema de innovación convencional (Arocena & Sutz, 2021).
- 4) Convertirse en agente del cambio creando estructuras que permitan la construcción participativa de conocimientos, dando lugar a nuevos procesos y estructuras sociales que han ayudado a las comunidades a abordar los desafíos de sus medios de subsistencia y al mismo tiempo, las universidades se han beneficiado de la interacción, ganando con el conocimiento local de las comunidades (Albuquerque et al. 2015).
- 5) Mejorar el relacionamiento de las universidades con las demás organizaciones del SI generando confianza, lo cual disminuirá el costo de transacción en el sistema. El relacionamiento se mejora a través de prácticas intensivas de extensión social y de investigación (Albuquerque et al. 2015).

6) Es importante intensificar el relacionamiento con el sector agro, ya que este sector es prioritario, tanto en el ámbito social como en el económico y el ambiental, Así las cosas, si una universidad pretende ser sostenible, debería incrementar el relacionamiento con empresas, comunidades, y agentes del sistema de innovación agropecuario y trabajar en las cuatro misiones de la universidad con este sector (docencia, investigación, extensión y sostenibilidad) (Kruss et al., 2012).

7) Repensar las fronteras institucionales y “abrirse” a la colaboración con socios no tradicionales, en especial en países del sur global, son el sector informal, ya que esto estimula la innovación en lo local (Petersen & Kruss, 2021); a través de modelos de transferencia de conocimiento socialmente sensibles que permiten promover la agencia colectiva y generar un cambio sistémico en la sociedad.

8) Permitir la “democratización del conocimiento”, promoviendo la producción y uso de conocimientos que aporten a la inclusión social, incorporando incentivos en las agendas de investigación para encontrar soluciones a problemas que conduzcan a la inclusión social (Arocena et al., 2015c). En este mismo sentido se debe conectar la innovación con la inclusión social comentando no solo la competitividad económica al encontrar soluciones a problemas de inclusión social, sino también creación de empleo a través de la generación de innovaciones hechas no solo para las personas marginadas, sino también por ellas mismas y conectando la ciencia y la tecnología de alto nivel con las políticas sociales, nuevamente a esto lo llaman “democratización del conocimiento”.

9) Promover el relacionamiento con el sector informal para lograr este tipo de innovaciones y adicionalmente intensificar las formas de asociación en red, que involucran a múltiples partes interesadas abordando problemas económicos y sociales, lo cual puede ser una forma interesante de relacionamiento para contribuir con la innovación inclusiva, ya que existen incentivos para la participación en este tipo de redes (Adeoti et al., 2016).



Conclusiones

a) De forma particular y dadas las características mencionadas para el grupo de análisis a) sistema de innovación convencional con agentes sin capacidades para la inclusión y solo una universidad con capacidad de inclusión, la estrategia más efectiva que se evidenció del análisis del modelo de simulación es la introducción de al menos una universidad con capacidades para la inclusión y preferiblemente que sea una universidad de extensión (E4) con capacidades para la inclusión, ya que es la que tiene mayor cantidad de variables de desempeño asociadas en ese grupo. Esto quiere decir que es deseable que la universidad genere su enfoque en la extensión y que mejore sus capacidades para la inclusión para impactar en un sistema de innovación convencional en el cual ningún agente tiene enfoque inclusivo.

b) De otro lado y dadas las características mencionadas para el grupo de análisis b) sistema de innovación inclusivo, con universidades sin capacidades para la inclusión y solo una universidad con capacidad de inclusión, la estrategia más efectiva que se evidenció del análisis del modelo de simulación es diferente de acuerdo con el desempeño deseado, así entonces se tiene que:

b.1 Para disminuir la cantidad de excluidos en este sistema, es importante fortalecer las capacidades para la inclusión en cualquier tipo de universidad, ya que, al cabo del tiempo, sí existe al menos una universidad con capacidades para la inclusión, la disminución de los excluidos se mantendrá más estable en el tiempo. Esto significa que cualquier tipo de universidad (de docencia, de investigación, de extensión o de sostenibilidad) debería fortalecer las capacidades para la inclusión (preservación del conocimiento ancestral; apropiación tecnológica, agencia, gestión de espacios de enseñanza-aprendizaje, producción de tecnología apropiada y mercadeo de tecnología apropiada), para mantener la disminución de agentes en estado de excluidos en el tiempo en este sistema inclusivo.

b.2 En caso de que específicamente se tenga la posibilidad de mejorar una sola universidad, la que impacta de mayor manera este sistema es el E9, la introducción de una universidad con capacidades para la inclusión dedicada a la extensión; es necesario entonces fortalecer las prácticas de extensión social, el relacionamiento con la comunidad, el acercamiento a los sectores informales y no tradicionales del sistema, entre otros.

b.3 Para que los excluidos participen en la generación de innovaciones, basta con que exista un sistema de innovación inclusivo, cumpliendo con sus funciones. No es necesario generar estrategias adicionales para que las universidades impacten aún más el sistema.

b.4 Para que haya un aprovechamiento de las NOPI inclusivas, es importante tener al menos una universidad de docencia en el sistema, lo cual permite un mejor desempeño de este. Este tipo de universidades permiten mejorar los espacios de enseñanza-aprendizaje y la vinculación y difusión de los procesos. Para que esto suceda, una estrategia adecuada es generar la consolidación de prácticas educativas adecuadas en las cuales se contemplen las necesidades socioeconómico-ambientales y que deje de primar la educación para el crecimiento económico, en detrimento del desarrollo humano sostenible y el bienestar social.

b.5 Para mejorar la relación de confianza en el sistema de innovación inclusivo, se tienen los E7, E8 y E9, es decir que se puede introducir una universidad de docencia, de investigación o de extensión para disminuir esos costos de transacción, lo cual repercute en la confianza del sistema.

b.6 En este sistema, en general las capacidades tienen un buen desempeño, tanto las de innovación como las de inclusión, sin embargo, es recomendable fortalecer las capacidades para la inclusión, dado que eso es lo que se desea del sistema; para esto se recomienda: si se desean fortalecer las capacidad de investigación, desarrollo y de difusión, se deben introducir una universidad de docencia o de investigación; si es la capacidad de vinculación, se debe introducir una universidad de investigación o de extensión; la capacidad de mercadeo convencional con una universidad de extensión; la preservación del conocimiento tradicional, una universidad de sostenibilidad; las capacidades de producción y mercadeo de tecnología apropiada, cualquier universidad con capacidad de inclusión.

b.7 Por último, es fundamental que los agentes no solo tengan las capacidades de innovación convencional y de inclusión para tener un sistema con un desempeño innovador, sino que es fundamental también que los agentes cuenten con direccionalidad social, lo cual permite que las NOPI inclusivas sean aprovechadas en el sistema.



Referencias

Adeoti, John O., Andrew Onwuemele, Yetunde Aluko & Oluwakemi Okuwa (2016). Patterns of universities interaction for inclusive innovation: an analysis of selected cases from Nigeria. Recuperado octubre 2015. doi: 10.13140/RG.2.1.3140.9361.

Albuquerque, Eduardo, Wilson Suzigan, Glenda Kruss & Keun Lee (2015). *Developing National Systems of Innovation: University–Industry Interactions in the Global South*. Edward Elgar Publishing Ltd.

Arocena, Rodrigo, Bo Göransson & Judith Sutz (2015). Knowledge Policies and Universities in Developing Countries: Inclusive Development and the ‘Developmental University.’ *Technology in Society* 41:10–20. doi: 10.1016/j.techsoc.2014.10.004.

Arocena, Rodrigo & Judith Sutz (2021). Universities and Social Innovation for Global Sustainable Development as Seen from the South. *Technological Forecasting and Social Change* 162:120399. doi: 10.1016/j.techfore.2020.120399.

Holland, J. H. (1992). *Complex Adaptive Systems*. Daedalus, vol. 121,:17–30.

Kruss, Glenda, John Adeoti & Dani Nabudere (2012). Universities and Knowledge-Based Development in Sub-Saharan Africa: Comparing University-Firm Interaction in Nigeria, Uganda and South Africa. *Journal of Development Studies* 48(4):516–30. doi: 10.1080/00220388.2011.604410.

Petersen, Il haam & Glenda Kruss (2021). Universities as Change Agents in Resource-Poor Local Settings: An Empirically Grounded Typology of Engagement Models. *Technological Forecasting and Social Change* 167:120693. doi: 10.1016/J.TECHFORE.2021.120693.

Resnick, M. (2001). *Tortugas, termitas y atascos de tráfico: exploraciones sobre micromundos masivamente paralelos*, vol. 1a. Gedisa Editorial, S.A.

Villa-Enciso, E. M. (2023). *El rol de la universidad en la innovación inclusiva: análisis desde el modelado y simulación computacional* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84224>

Este libro es el resultado del proyecto "Implementación de un modelo de innovación inclusiva para la apropiación de tecnología en el sector agropecuario, a través de la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje con alcance territorial". El proyecto fue financiado por MinCiencias bajo el contrato de Recuperación Contingente RC 140-2019, en colaboración con Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia.

La realización de este trabajo contó con la participación de destacados miembros de la comunidad académica vinculados a varios grupos de investigación: el Grupo de Investigación en Innovación y Gestión Tecnológica de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, con código COL0057811; el Grupo de Investigación en Ciencias Administrativas del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), con código COL0085271; y el Grupo de Investigación en Unidad de Biotecnología de la Universidad Católica de Oriente, con código COL0016757.

Este libro ha sido editado por el Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente.

Se imprimió en los talleres de Divegráficas S.A.S.,

Medellín, marzo de 2024.



ISBN: 978-628-7521-82-7



9 786287 521827



FONDO
editorial
Universidad Católica de Oriente