

Pensamiento sistémico e innovación en la industria 4.0: el caso de electrodomésticos inteligentes en Cuenca

*Systems Thinking and Innovation in Industry 4.0:
The Case of Smart Appliances in Cuenca*

*Pensamento sistémico e inovação na indústria 4.0:
o caso dos eletrodomésticos inteligentes em Cuenca*

Ximena Abril Fajardo

Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

xabril@uazuay.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7465-5355>

<https://doi.org/10.32719/25506641.2026.19.5>

Recibido: 4 de noviembre de 2024 • Revisado: 6 de abril de 2025

Aceptado: 4 de julio de 2025 • Publicado: 1 de enero de 2026

Artículo de investigación

Licencia Creative Commons



Resumen

Este artículo analiza el impacto del pensamiento sistémico en la adopción de tecnologías propias de la Industria 4.0 en Cuenca, Ecuador, entre 2018 y 2023, con especial énfasis en cocinas de inducción y refrigeradoras inteligentes. El objetivo principal es evaluar cómo estas innovaciones influyen en la gestión empresarial y en el desarrollo sostenible, considerando un enfoque interdisciplinario que integra dimensiones sociales, económicas, ambientales y organizacionales. Se identificaron actores clave —fabricantes, distribuidores, consumidores, proveedores de energía y gobiernos— cuyas interacciones determinan el éxito de la transformación industrial. Asimismo, se examinaron barreras económicas, educativas y sociales, junto con facilitadores como políticas públicas, colaboración interinstitucional y acceso al financiamiento. Los resultados muestran que, aunque las tecnologías inteligentes tienen un alto potencial para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental, su adopción está limitada por desigualdades estructurales y falta de comunicación estratégica. Se concluye que la implementación efectiva de estas innovaciones requiere no solo avances técnicos, sino también una visión sistémica que promueva la equidad, la participación de todos los actores y el diseño de estrategias sensibles al contexto local. El estudio aporta recomendaciones prácticas para políticas públicas y decisiones empresariales orientadas a la sostenibilidad en países en desarrollo.

Palabras clave: pensamiento sistémico, innovación tecnológica, desarrollo sostenible, eficiencia energética, sistemas inteligentes.

JEL: O32 Gestión de la innovación; Procesos de innovación.

Abstract

This article analyzes the impact of systems thinking on the adoption of Industry 4.0 technologies in Cuenca, Ecuador, between 2018 and 2023, with a particular focus on induction cookers and smart refrigerators. The main objective is to assess how these innovations influence business management and sustainable development, through an interdisciplinary approach that integrates social, economic, environmental, and organizational dimensions. Key stakeholders—manufacturers, distributors, consumers, energy providers, and governments—were identified, whose interactions are critical to the success of industrial transformation. The study also examines economic, educational, and social barriers, along with enabling factors such as public policies, inter-institutional collaboration, and access to financing. The findings reveal that although smart technologies have strong potential to enhance energy efficiency and reduce environmental impact, their adoption remains constrained by structural inequalities and a lack of strategic communication. The study concludes that effective implementation of these innovations requires not only technical advances, but also a systemic vision that fosters equity, inclusive participation, and the development of strategies tailored to the local context. This research offers practical recommendations for public policy and business decision-making aimed at fostering sustainability in developing countries.

Keywords: Systems thinking, Technological innovation, Sustainable development, Energy efficiency, Intelligent systems.

JEL: O32 Management of technological innovation and R&D.

Resumo

Este artigo analisa o impacto do pensamento sistémico na adoção de tecnologias próprias da Indústria 4.0 em Cuenca, Equador, entre 2018 e 2023, com ênfase especial em fogões de indução e refrigeradores inteligentes. O objetivo principal é avaliar como essas inovações influenciam a gestão empresarial e o desenvolvimento sustentável, considerando uma abordagem interdisciplinar que integra dimensões sociais, econômicas, ambientais e organizacionais. Foram identificados atores-chave —fabricantes, distribuidores, consumidores, fornecedores de energia e governos— cujas interações determinam o sucesso da transformação industrial. Além disso, foram examinadas barreiras econômicas, educacionais e sociais, juntamente com facilitadores como políticas públicas, colaboração interinstitucional e acesso ao financiamento. Os resultados mostram que, embora as tecnologias inteligentes tenham um alto potencial para melhorar a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental, sua adoção é limitada por desigualdades estruturais e falta de comunicação estratégica. Conclui-se que a implementação eficaz dessas inovações requer não apenas avanços técnicos, mas também uma visão sistêmica que promova a equidade, a participação de todos os atores e o desenho de estratégias sensíveis ao contexto local. O estudo traz recomendações práticas para políticas públicas e decisões empresariais voltadas para a sustentabilidade em países em desenvolvimento.

Palavras chave: pensamento sistémico, Inovação tecnológica, Desenvolvimento sustentável, Eficiência energética, Sistemas inteligentes.

JEL: O32 Gestão da inovação; Processos de inovação.

Introducción

La industria 4.0 representa una transformación profunda de los sistemas productivos, impulsada por tecnologías como inteligencia artificial (IA), Internet de las cosas, automatización avanzada y análisis de datos en tiempo real. En el contexto ecuatoriano, su adopción enfrenta desafíos relacionados con la desigualdad socioeconómica, las brechas digitales y la limitada infraestructura tecnológica. Sin embargo, también ofrece oportunidades significativas para la eficiencia energética, la sostenibilidad y la modernización industrial.

Este estudio se centra en el caso de Cuenca, Ecuador, entre 2018 y 2023, analizando la adopción de cocinas de inducción y refrigeradoras inteligentes como manifestaciones tangibles de la industria 4.0. El pensamiento sistémico se adopta como marco teórico para comprender la interacción entre actores, procesos y resultados en un entorno caracterizado por complejidad e interdependencia. Este enfoque permite interpretar la tecnología no como un fin en sí mismo, sino como parte de un sistema de relaciones económicas, sociales y ambientales.

Pregunta de investigación

¿Cómo influye el pensamiento sistémico en la adopción de innovaciones tecnológicas de la industria 4.0 —específicamente cocinas de inducción y refrigeradoras inteligentes— en la ciudad de Cuenca entre 2018 y 2023, y qué implicaciones tiene esta adopción para la gestión empresarial sostenible en contextos de países en desarrollo?

Objetivos específicos

- Evaluar el impacto de la adopción de cocinas de inducción y refrigeradoras inteligentes en Cuenca.
- Identificar los actores clave y su interrelación en el ecosistema de la industria 4.0.
- Examinar las barreras y facilitadores de la implementación tecnológica en la industria de electrodomésticos.

Revisión de literatura

Autores clásicos como Bertalanffy (1968), Senge (1990) y Capra (1996) sostienen que comprender las relaciones sistémicas permite anticipar consecuencias no lineales de las decisiones tecnológicas. Luhmann (1995) y Olson (1971) refuerzan esta visión desde la teoría de sistemas sociales y de la acción colectiva.

A estos aportes se suman investigaciones recientes: Iansiti y Lakhani (2020) examinan cómo la arquitectura digital transforma la generación de valor y la estructura organizacional. Godoy y Andrade (2024) advierten sobre los desafíos en regiones con bajo desarrollo institucional. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE 2019) destaca la necesidad de políticas sensibles a las brechas socioeconómicas, y Tariq y Ramírez-Montoya (2024) subrayan la importancia de fortalecer capacidades dinámicas para integrar tecnologías de la industria 4.0. López, Arévalo y Silva (2021) enfatizan que la transformación digital debe acompañarse de procesos formativos, culturales y estratégicos.

La convergencia entre pensamiento sistémico y estos estudios contemporáneos permite una comprensión robusta de los factores que condicionan la adopción efectiva de innovaciones tecnológicas en países en desarrollo.

En Cuenca, la adopción de cocinas de inducción y refrigeradoras inteligentes ha impactado productos, procesos productivos, cadenas de suministro y hábitos de consumo. Bertalanffy (1968) propone que los sistemas deben entenderse como totalidades interrelacionadas; Senge (1990) insiste en identificar patrones y fomentar una visión compartida; Capra (1996) recuerda que toda solución tecnológica debe alinearse con principios ecológicos y de sostenibilidad.

La transformación responde a una dinámica de cambio sistémico, donde intervienen fabricantes, distribuidores, consumidores, gobiernos y proveedores de energía. Luhmann (1995) permite comprender este ecosistema como un sistema social cuya evolución depende de la calidad de la comunicación entre actores. Olson (1971) introduce el concepto de acción colectiva como condición para la provisión de bienes públicos, como las tecnologías energéticamente eficientes, requiriendo incentivos alineados con los objetivos colectivos.

Senge (1990) y Capra (1996) refuerzan que el aprendizaje organizacional y el enfoque holístico son indispensables para generar valor sostenible. Cada acción debe contribuir a una cultura de innovación inclusiva, ecológicamente sensata y socialmente equitativa.

Metodología

Este estudio adopta un enfoque cualitativo exploratorio-descriptivo, fundamentado en el análisis hermenéutico de conceptos y teorías desde la perspectiva del pensamiento sistémico. No se incluyó muestra empírica humana; el enfoque es teórico-conceptual.

La recolección de datos se basó en una revisión sistemática de literatura, combinando métodos hermenéuticos y bibliográficos. Las fuentes fueron seleccionadas mediante búsquedas en bases académicas indexadas (Scopus, Web of Science, RedALyC, SciELO, Google Scholar), considerando publicaciones entre 2020 y 2025, vínculo con industria 4.0 y sostenibilidad, y revisión por pares.

Se empleó una matriz de análisis documental con categorías: autor, año, país, enfoque metodológico, nivel de evidencia, hallazgos clave y conexión

con los objetivos del estudio. Se utilizó el Tesauro UNESCO para categorizar términos clave y establecer vínculos teóricos.

El análisis hermenéutico se desarrolló en: a) lectura exploratoria, b) identificación de conceptos clave, c) análisis interpretativo, d) síntesis y contraste, e) aplicación contextual al caso Cuenca, y f) reflexión crítica sobre implicaciones sociales, éticas y organizacionales. Se exploró el riesgo de que las innovaciones refuercen desigualdades si no se implementan de forma inclusiva. Se elaboraron estrategias para fomentar una implementación justa y evitar la perpetuación de desigualdades.

Las consideraciones éticas incluyeron respeto a la propiedad intelectual (citación Chicago 16.^a ed.) y transparencia en la interpretación crítica. Las limitaciones del estudio, propias del enfoque cualitativo, fueron mitigadas mediante triangulación de fuentes y reflexión continua.

Resultados

La transformación de la industria de electrodomésticos en Cuenca ilustra cómo el pensamiento sistémico facilita la comprensión de las interdependencias entre actores y procesos en la industria 4.0, permitiendo abordar problemas complejos de manera integral y evitando soluciones fragmentadas ([Bertalanffy 1968](#)).

La adopción de tecnologías inteligentes ha requerido coordinación entre fabricantes, distribuidores, proveedores de energía, gobiernos y consumidores. Este ecosistema exige una visión holística para entender cómo las acciones de un actor afectan al sistema completo ([Bertalanffy 1968](#); [Senge 1990](#)).

Cooperación y acción colectiva

La falta de acción colectiva refleja desafíos en la coordinación entre actores. Olson ([1971](#)) plantea que, sin incentivos adecuados, los individuos no colaboran en objetivos colectivos. En Cuenca, la ausencia de políticas públicas inclusivas y programas de apoyo limita la cooperación y dificulta la adopción masiva (ver tabla 1). Para superarlo se requiere:

- Colaboración público-privada para compartir recursos y conocimientos.
- Incentivos económicos (subsidios, créditos blandos) para reducir barreras de entrada.

Tabla 1
Barreras y facilitadores para la adopción de electrodomésticos inteligentes en Cuenca

Categoría	Barreras principales	Facilitadores principales
Económicas	Alto costo inicial, acceso limitado a crédito.	Subsidios, créditos blandos, incentivos.
Sociales	Resistencia cultural, desconocimiento.	Programas de sensibilización, líderes locales.
Educativas	Falta de capacitación, brecha digital.	Formación técnica, talleres comunitarios.
Organizacionales	Falta de cooperación intersectorial.	Redes de colaboración, alianzas estratégicas.
Políticas	Políticas públicas insuficientes.	Regulación favorable, apoyo gubernamental.

Adaptado por el autor, 2025.

- Participación ciudadana para garantizar soluciones culturalmente pertinentes.
- Aprendizaje organizacional y comunicación.

La resistencia al cambio y la falta de capacitación son obstáculos importantes. Senge (1990) sostiene que el aprendizaje organizacional es clave para adaptarse a contextos cambiantes. Se recomienda:

- Desarrollar programas educativos para usuarios y técnicos.
- Mejorar la comunicación sobre beneficios y uso de las tecnologías.
- Crear comunidades de aprendizaje para compartir experiencias.
- Interdependencia ecológica y social.

Capra (1996) sostiene que sistemas sociales y ecológicos están interconectados, por lo que las innovaciones deben evaluarse en términos de impacto ambiental y equidad social. En Cuenca se propone:

- Integrar dimensiones económicas, sociales y ambientales.
- Promover sostenibilidad ambiental y accesibilidad.
- Fomentar responsabilidad compartida entre actores.

Luhmann (1995) complementa que los sistemas sociales evolucionan a través de la comunicación interna. Mejorar estas interacciones es esencial para adaptar el sistema local hacia modelos sostenibles.

Desafíos y oportunidades en un país en desarrollo

Ecuador enfrenta limitaciones estructurales, pero también oportunidades. La implementación de tecnologías inteligentes puede:

- Reducir la dependencia energética.
- Estimular el desarrollo económico local.
- Mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Discusión

La transformación de la industria en Cuenca evidencia que el pensamiento sistémico proporciona herramientas analíticas y estratégicas clave para entender y guiar procesos de cambio. La integración de actores, la acción colectiva, el aprendizaje organizacional y la comunicación efectiva son factores determinantes para el éxito de la adopción tecnológica (ver figura 1). Sin embargo, las desigualdades estructurales y la falta de políticas públicas inclusivas siguen siendo obstáculos relevantes.

Comparando con experiencias internacionales, se observa que los países que han logrado una transición exitosa hacia la industria 4.0 han priorizado la formación de capacidades dinámicas, la articulación de redes de colaboración y el diseño de incentivos alineados con los objetivos colectivos (OCDE 2019; Tariq y Ramírez-Montoya 2024). En el caso de Cuenca, la replicabilidad de estos modelos requiere adaptaciones sensibles al contexto local.

Recomendaciones

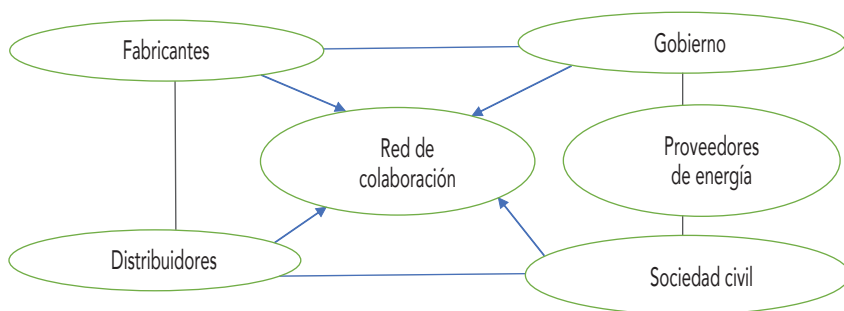
Sector público: Diseñar políticas integrales que combinen incentivos económicos, formación y acceso a tecnologías, priorizando la inclusión social y la equidad territorial.

Empresas: Fomentar el aprendizaje organizacional, la colaboración intersectorial y la innovación abierta, integrando la sostenibilidad como eje estratégico.

Sociedad civil: Promover la participación ciudadana en la definición de prioridades tecnológicas y la evaluación de impactos sociales y ambientales.

Academia: Impulsar investigaciones aplicadas y programas de formación interdisciplinaria en pensamiento sistémico e innovación sostenible.

Figura 1
Cooperación para la adopción de tecnologías inteligentes



Adaptado por el autor, 2025.

Las fechas muestran la necesidad de cooperación y comunicación para una adopción exitosa de tecnologías inteligentes.

Nota: La red de colaboración es el nodo central que articula la interacción entre fabricantes, distribuidores, consumidores, gobierno, proveedores de energía y sociedad civil.

Conclusiones

La adopción de tecnologías inteligentes en la industria de electrodomésticos de Cuenca, Ecuador, demuestra el potencial transformador del pensamiento sistémico en contextos de países en desarrollo. Sin embargo, la efectividad de estas innovaciones depende de la capacidad de los actores para superar barreras estructurales, articular acciones colectivas y diseñar estrategias adaptadas al entorno local. Este estudio aporta recomendaciones

prácticas para avanzar hacia una gestión empresarial y una política pública orientadas a la sostenibilidad y la equidad.

Referencias

- Bertalanffy, Ludwig von. 1968. *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. Nueva York: George Braziller.
- Capra, Fritjof. 1996. *The Web of Life: A New Scientific Understanding of Living Systems*. Nueva York: Anchor Books.
- Godoy, Camila, y Luis Andrade. 2024. “Desafíos para la adopción tecnológica en regiones con débil desarrollo institucional”. *Revista Latinoamericana de Estudios Sociales y Tecnológicos* 12 (1): 45-61.
- Tariq, Rasikh, y María Soledad Ramírez-Montoya. 2024. “Tecnología educativa impulsada por internet de las cosas: hacia el pensamiento complejo y aprendizaje personalizado”. *Eduscientia: Divulgación de la Ciencia Educativa* 7 (13): 101-18. <https://www.eduscientia.com/index.php/journal/article/view/447>.
- Iansiti, Marco, y Karim R. Lakhani. 2020. *Competing in the Age of AI: Strategy and Leadership When Algorithms and Networks Run the World*. Boston: Harvard Business Review Press.
- López, Andrea, Carlos Arévalo y Renata Silva. 2021. “Transformación digital y adaptación organizacional en el sector industrial de países en desarrollo”. *Revista de Innovación y Tecnología para el Desarrollo* 9 (2): 66-84.
- Luhmann, Niklas. 1995. *Social Systems*. Traducido por John Bednarz Jr. y Dirk Baecker. Stanford: Stanford University Press.
- Olson, Mancur. 1971. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. 2.ª ed. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2019. *Perfilando la transformación digital en América Latina. Mayor productividad para una vida mejor*. Barranquilla: ACUI. <https://doi.org/10.1787/4817d61b-es>.
- Senge, Peter M. 1990. *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Nueva York: Doubleday/Currency.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

La autora declara no tener ningún conflicto de interés financiero, académico ni personal que pueda haber influido en la realización del estudio.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

La autora declara haber cumplido con los principios éticos durante el proceso de investigación.