

Revisión de la literatura de las metodologías de innovación más utilizadas en los últimos 5 años en el contexto global: casos de innovación del sector energético.

Iván Daniel Niño Moreno

Trabajo de investigación para optar por el título de  
Ingeniería Industrial

Director:

Edna Rocío Bravo Ibarra

PhD en Administración de Empresas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria**

Dedicado a mi padre Iván, y a mi madre, y Mireya, con todo mi corazón, quienes incondicionalmente me apoyaron hasta el final emocional y económicamente, siempre han estado ahí, y siempre creyeron en mí, en mi capacidad de salir adelante. No pude haber pedido mejor familia, y no me alcanzará la vida para devolverles todas esas bendiciones.

A todos mis amigos de la universidad, a Valentina, Saray, Camilo, Sergio, Céspedes, Diana y muchos más, con quien tantas experiencias bonitas tuve y jamás olvidaré.

Y a los que me he encontrado en el camino, que me han animado a no caer, a seguir luchando, también quiero ser luz en sus caminos.

**Tabla de contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1. Planteamiento del problema.....	15
2. Objetivos .....	16
2.1 Objetivo General.....	16
2.2 Objetivos Específicos .....	16
3. Marco de Referencia .....	17
3.1 Marco teórico.....	17
3.1.1 Revisión de literatura.....	17
3.1.2 Metodologías de innovación.....	19
4. Marco de Antecedentes .....	19
5. Metodología .....	31
5.1 Fase 1. Recopilación de datos bibliométricos.....	31
5.2 Fase 2: Análisis de data bibliométrica .....	32
5.3 Fase 3: Revisión de literatura.....	32
5.4 Fase 4: identificación de metodologías de innovación en el sector energético y global .....	33
5.5 Fase 5: Elaboración de artículo publicable .....	33
6. Análisis Bibliométrico .....	33
7. Análisis de la literatura.....	40
7.1 Open innovation.....	42
7.1.1 Fortalezas y Desafíos de Open Innovation en la actualidad .....	44
7.1.2 Tendencias en Open Innovation.....	48

7.2 Design Thinking .....	52
7.2.1 Fortalezas y Desafíos de Design Thinking en la actualidad .....	53
7.2.2 Tendencias en Design Thinking.....	57
7.3 Modelos de Hélice .....	62
7.3.1 Fortalezas y Desafíos de los Modelos de Hélice en la actualidad.....	63
7.3.2 Tendencias en los Modelos de Hélice.....	66
7.4 TRIZ.....	69
7.4.1 Fortalezas y Desafíos de TRIZ en la actualidad.....	70
7.4.2 Tendencias en TRIZ.....	75
7.5 Agile Methods.....	80
7.5.1 Fortalezas y Desafíos de Agile Methods en la actualidad.....	80
7.5.2 Tendencias en Agile Methods.....	83
7.6 Lean Startup.....	85
7.6.1 Fortalezas y Desafíos de Lean Startup en la actualidad.....	86
7.6.2 Tendencias en Lean Startup .....	88
7.7 Otras Metodologías.....	90
7.8 Problemáticas recurrentes del sector energético.....	95
8. Conclusiones .....	97
9. Recomendaciones.....	100
Referencias Bibliográficas .....	103

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Tabla de cumplimiento de objetivos.....	14
Tabla 2 Metodologías según su Fase de la innovación.....	20
Tabla 3. Definición de metodologías de innovación según autores .....	41
Tabla 4. Problemáticas y soluciones identificadas que impactan al sector energético .....	96

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Producción anual de publicaciones científicas .....	18
Figura 2 Proceso de una revisión de literatura.....	19
Figura 3 Primera, segunda y tercera generación de los procesos de innovación según Rothwell .....	23
Figura 4 El proceso de innovación desde la perspectiva del pensamiento sistémico .....	24
Figura 5 Interacción entre procesos, modelos y metodologías de innovación. ....	27
Figura 6 Metodología Planteada .....	31
Figura 7 Producción científica anual. ....	34
Figura 8 Países con mayor cantidad de citas.....	35
Figura 9 Evolución de la terminología más utilizada en el tiempo del 2018 a 2022.....	36
Figura 10 Análisis de co-ocurrencia en el tema de metodologías de la innovación del 2018 a 2022 .....	37
Figura 11 Metodologías de innovación de impacto en el sector energético discutidas en la literatura .....	38

## **Lista de Apéndices**

**Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos**

**en la base de datos de la biblioteca UIS**

Apéndice A. Código en la Herramienta R Studio usado para la generación del análisis bibliográfica

Apéndice B. Artículo de carácter publicable

Apéndice C. Resultados Ecuaciones de búsqueda

## Glosario

**Benchmarking:** proceso de comparar los procesos de negocio y el rendimiento de las métricas de una organización con los estándares de la industria o con las mejores prácticas de otras empresas.

**Desarrollo Sostenible:** proceso de desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas.

**Ecosistema de Innovación:** comunidad de individuos y organizaciones que interactúan y colaboran para fomentar y apoyar el desarrollo de innovaciones.

**Filosofía de innovación:** corresponde a el conjunto de mentalidades y principios que se ven utilizados en un proceso de innovación

**Innovación Colaborativa:** práctica de compartir conocimientos y trabajar conjuntamente con distintos actores, como empresas, universidades y gobiernos, para fomentar la innovación.

**Innovación Disruptiva:** innovaciones que crean nuevos mercados y redes de valor que cambian de manera significativa el panorama o aspecto de una industria

**Metodología de Innovación:** Conjunto estructurado de procesos y enfoques que una organización sigue para fomentar y gestionar la innovación de manera sistemática. Incluye la identificación de oportunidades, la generación de ideas, la implementación de soluciones y la evaluación continua para impulsar la mejora y la creatividad en un entorno empresarial.

**Modelos de innovación:** Marco conceptual o estructura que describe y organiza los elementos clave involucrados en el proceso de innovación. Este modelo puede incluir pasos específicos, relaciones entre diferentes etapas, y factores que influyen en la generación y adopción de nuevas ideas o prácticas dentro de una organización o industria. Esencialmente, un modelo de innovación proporciona una guía sistemática para abordar y gestionar el cambio creativo y mejorar la eficacia en la introducción de innovaciones.

**Proceso de innovación:** secuencia de pasos o fases organizadas y sistemáticas que una entidad sigue para introducir con éxito novedades, ya sea en productos, servicios, procesos o modelos de negocio. Incluye la identificación de oportunidades, la generación de ideas, la evaluación, el desarrollo, la implementación y la difusión de las innovaciones. Este proceso busca mejorar y añadir valor, promoviendo la creatividad y la adaptación en un entorno empresarial.

**Sector Energético:** industria que abarca todas las actividades relacionadas con la producción, distribución y consumo de energía.

**Sector Energético:** industria que abarca todas las actividades relacionadas con la producción, distribución y consumo de energía.

**Stakeholders:** todos los actores interesados o afectados por las actividades de una empresa, incluyendo empleados, clientes, proveedores y la comunidad.

## RESUMEN

**Título:** Revisión de la literatura de las metodologías de innovación más utilizadas en los últimos 5 años en el contexto global: casos de innovación del sector energético \*

**Autor:** Iván Daniel Niño Moreno. \*\*

**Palabras Clave:** Metodologías de Innovación, Análisis de literatura, Sector Energético, Tendencias en innovación

### Descripción:

El sector energético enfrenta desafíos significativos debido a la necesidad de encontrar soluciones sostenibles, eficientes y rentables para garantizar un suministro de energía sostenible y satisfacer la creciente demanda mundial; y todo esto es posible mediante la innovación de sus procesos, modelos de negocio, y productos. Por tanto, es fundamental examinar las metodologías de innovación, en específico se tocan las más utilizadas en los últimos cinco años en este sector, a fin de comprender cómo se han abordado estos desafíos y qué estrategias han sido exitosas. Una revisión de la literatura permitirá analizar el avance en el campo de la investigación de la innovación y evaluar la eficacia de estas metodologías comparándolas entre sí, y su aplicabilidad en diferentes contextos geográficos y culturales del sector energético, como también con otros sectores de la economía o de la investigación.

El presente proyecto discute el concepto de metodologías de innovación y debate sobre una definición concreta, que puede genera confusiones entre los similares pero diferentes conceptos de modelo, proceso y filosofía de innovación.

La elección de la mejor metodología de innovación para el sector energético depende de diversos factores, como las necesidades específicas, el contexto y los objetivos de la organización. Sin embargo, una metodología que ha demostrado ser efectiva en este sector es el enfoque de innovación abierta. Este método implica colaboración con actores externos, como startups, instituciones académicas y otras empresas, para fomentar el intercambio de conocimientos y acelerar el desarrollo de soluciones innovadoras en el ámbito energético. Además, métodos ágiles y enfoques centrados en la sostenibilidad también son relevantes para abordar los desafíos específicos de la industria energética.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: Edna Rocío Bravo Ibarra. PhD en Administración de Empresas

**ABSTRACT**

**Title:** Literature review of the most used innovation methodologies in the last 5 years in the global context: cases of innovation in the energy sector \*

**Author:** Iván Daniel Niño Moreno \*\*

**Keywords:** Innovation Methodologies, Literature Analysis, Energy Sector, Innovation Trends.

**Description:**

The energy sector faces significant challenges due to the need to find sustainable, efficient, and cost-effective solutions to ensure a reliable energy supply and meet the growing global demand; and all this is possible by innovating its processes, business models, and products. Therefore, it is essential to examine innovation methodologies, specifically those most used in the last five years in this sector in order to understand how these challenges have been addressed and which strategies have been successful. A review of the literature will allow to analyze the progress in the field of innovation research and to evaluate the effectiveness of these methodologies comparing it between each other and their applicability in different geographical and cultural contexts of the energy sector, as well as with other sectors of the economy or research.

This project discusses the concept of innovation methodologies and debates a concrete definition, which can generate confusion between the similar but different concepts of innovation model, process and philosophy.

The choice of the best innovation methodology for the energy sector depends on several factors, such as the specific needs, context and objectives of the organization. However, one methodology that has proven to be effective in this sector is the open innovation approach. This method involves collaboration with external actors, such as startups, academic institutions and other companies, to foster knowledge sharing and accelerate the development of innovative energy solutions. In addition, agile methods and sustainability-focused approaches are also relevant to address the specific challenges of the energy industry.

---

\* Degree Paper

\*\* Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edna Rocío Bravo Ibarra. PhD en Administración de Empresas

## Introducción

La innovación ha sido desde tiempos inmemorables lo que ha permitido a los seres humanos crear nuevas herramientas y métodos que han mejorado sus condiciones de vida que, con una explosión inmensa de invenciones de todo tipo como la computadora, los smartphones, el hormigón armado, el automóvil, entre otras, han impactado notablemente a la humanidad, impulsando su crecimiento demográfico de una manera exponencial. Se puede observar en la contemporaneidad que comunidades, personas, a veces incluso en el nombre de otras empresas enteras, se reúnen con el único fin de innovar en nuevos productos que generen valor para sus clientes.

Según Schumpeter (1939) el desarrollo y avance económico no se da exactamente a través del capital y el trabajo, sino mediante el desarrollo de nuevos métodos de producción, nuevos productos y formas de satisfacer necesidades, lo que alimenta el verdadero desarrollo económico, es decir, el avance tecnológico producto de la búsqueda de las empresas capitalistas por optimizar sus procesos y al final de cuentas, aumentar sus ingresos y prevalecer sobre la competencia es lo que mantiene la economía a flote y que, de manera recíproca, genera capital y trabajo. Sea cual sean las consecuencias producto de esta corriente de pensamiento, sea de la influencia en factores socioculturales como la desigualdad, es innegable pensar que los procesos de innovación juegan un papel fundamental en el desarrollo económico.

Hippel (2005) menciona que los principales actores en los procesos de innovación no son solamente las empresas sino los clientes y sus trabajadores; y es desde cualquiera de estos actores que se pueden generar estos esfuerzos, democratizando así los procesos de innovación y no relegándolos a un simple departamento en la empresa. Es desde esta corriente de pensamiento que

se pueden encontrar nuevas metodologías de innovación que puede acelerar continuamente el desarrollo tecnológico de las compañías entre las que se encuentran, pero no limitadas a: Design Thinking, Agile Methodes, Open Innovation, Innovation Radar, Deep Dive, Technology Roadmapping, TRIZ, Innovation Cycle, Blue Ocean, Human-Centered Design, Double Diamond, Lean Thinking Y Lean Startup (IFI, 2017).

Las teorías de innovación y los métodos de innovación están interconectados, ya que las teorías proporcionan el marco conceptual y las ideas fundamentales, mientras que los métodos ofrecen las herramientas y procesos prácticos para implementar esas teorías, como la teoría del cambio tecnológico, la difusión de innovaciones o la innovación abierta. Por ejemplo, la teoría de la innovación abierta, que sugiere que las organizaciones pueden y deben usar fuentes externas de conocimiento para mejorar sus capacidades de innovación, puede traducirse en métodos específicos, como la colaboración con startups, la participación en comunidades de código abierto o la formación de asociaciones estratégicas. No obstante, encontrar casos de innovación e intentar enmarcarlos dentro de una metodología de innovación u otra no es tarea fácil, ya que cada caso presenta una serie de factores particulares que hacen muy sencillo enmarcar el éxito gracias a un método u otro, pero que una vez revisado en retrospectiva se llegaría a la conclusión de que dicho caso no debió ser exitoso, como es el caso de Apple (Christensen, 2011). Es ahí cuando el estudio de la innovación entra a jugar un papel fundamental de predecir el éxito de un proceso de innovación y resalta la importancia de las revisiones de literatura.

Este proyecto tiene por propósito mostrar el uso de las metodologías de la innovación denotando aquellas que han sido las más importantes para el contexto global, enfocando los casos de éxitos en el sector energético del 2018 al 2022, descubrir su porqué, y la manera en la que se aplican, para así demostrar la eficacia que estas tienen.

**Tabla 1.***Tabla de cumplimiento de objetivos*

Identificar mediante una revisión de literatura las metodologías de innovación más importantes globalmente en el sector energético del 2018 al 2022.	Se identificar, mediante una revisión de literatura, las metodologías de innovación más importantes mediante un análisis cualitativo de las metodologías de innovación preeminentes que dominaron el discurso y la práctica en los artículos estudiados, como se puede evidenciar en al final de 6. Análisis bibliométrico y al inicio de 7. Análisis de literatura.
Revisar los casos de éxito de innovación que han aplicado las metodologías más utilizadas del 2018 al 2022 en el sector energético global.	Se efectuó un análisis pormenorizado de diversos informes, estudios de casos y artículos que destacaban los logros en la implementación de dichas metodologías. 7.1.2 Tendencias en TRIZ 7.2.2 Tendencias en Design Thinking 7.3.2 Tendencias en Open Innovation 7.4.2 Tendencias en Triple Helix 7.5.2 Tendencias en Lean Startup 7.6.2 Tendencias en Agile Methods también se realiza un compendio de las problemáticas y como han sido enfrentadas por distintos casos de estudio o investigaciones en 7.8 Problemáticas presentadas
Realizar un análisis de casos de éxito de aplicaciones de las metodologías de innovación en el sector energético contrastando las tendencias encontradas en el contexto global.	contrastando las tendencias encontradas en el contexto global, se llevó a cabo un estudio comparativo encontrado también los literales 7.1.1 Fortalezas y Desafíos de TRIZ en la actualidad 7.2.1 Fortalezas y Desafíos de Design Thinking en la actualidad 7.3.1 Fortalezas y Desafíos de Open Innovation en la actualidad 7.4.1 Fortalezas y Desafíos de Triple Helix en la actualidad 7.5.1 Fortalezas y Desafíos de Lean Startup en la actualidad 7.6.1 Fortalezas y Desafíos de Agile Methods en la actualidad, también se realiza un compendio de las problemáticas y como han sido enfrentadas por distintos casos de estudio o investigaciones en 7.8 Problemáticas presentadas
Redactar un artículo científico de carácter publicable con los resultados encontrados en la investigación.	se procedió a estructurar, redactar y someter a revisión un manuscrito que compila los hallazgos y conclusiones derivados de los objetivos anteriores. El artículo se encuentra en el Anexo B,

## 1. Planteamiento del problema

En los últimos años, el sector energético ha adoptado diversas metodologías de innovación para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades. Según Varadarajan (2018), la innovación es la creación de valor mediante la utilización de conocimientos y recursos pertinentes para convertir una idea en un nuevo producto, proceso o práctica; o en mejoras de estas. En particular, el sector energético enfrenta desafíos significativos debido a la necesidad de encontrar soluciones sostenibles, eficientes y rentables para garantizar un suministro de energía confiable y satisfacer la creciente demanda mundial; y todo esto es posible mediante la innovación de sus procesos, modelos de negocio, y productos para adaptarse a un entorno cambiante y avanzar hacia soluciones más sostenibles e innovadoras. La combinación de estas metodologías puede variar según las circunstancias y los objetivos específicos de cada empresa en el sector. En este sentido, es fundamental examinar las metodologías de innovación más utilizadas en los últimos cinco años en este sector, a fin de comprender cómo se han abordado estos desafíos y qué estrategias han sido exitosas. Esto es fundamental, ya que la identificación de las metodologías más utilizadas proporciona información valiosa sobre las prácticas y estrategias exitosas que han demostrado su eficacia en el contexto energético. Además, una revisión de la literatura nos permitirá analizar y evaluar la eficacia de estas metodologías y su aplicabilidad en diferentes contextos geográficos y culturales. De otra manera también la comprensión de las distintas metodologías de innovación puede ser relevante no sólo para el sector energético sino para otros sectores de la economía o de la investigación. Por tanto, surge el problema de investigación: ¿Cuáles son las tendencias en las metodologías de gestión y creación de innovación en el contexto global y más específicamente en el sector energético del 2018 al 2022?

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Identificar las metodologías más utilizadas en los procesos de innovación del 2018 al 2022 en el sector energético global.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar mediante una revisión de literatura las metodologías de innovación más importantes globalmente en el sector energético del 2018 al 2022.
- Revisar los casos de éxito de innovación que han aplicado las metodologías más utilizadas del 2018 al 2022 en el sector energético global.
- Realizar un análisis de casos de éxito de aplicaciones de las metodologías de innovación en el sector energético contrastando las tendencias encontradas en el contexto global.
- Redactar un artículo científico de carácter publicable con los resultados encontrados en la investigación.

### **3. Marco de Referencia**

#### **3.1 Marco teórico**

Con el fin de realizar una ejecución óptima del proyecto de investigación, es necesario primeramente definir ciertos términos y métodos que serán empleados para buscar, seleccionar, y analizar el contenido de la temática a abordar. Definiciones tales como: Revisión de literatura, metodología de innovación y modelos de innovación.

##### **3.1.1 *Revisión de literatura***

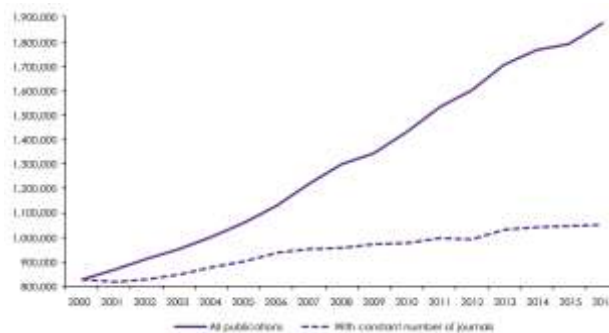
Según Knopf (2006) la revisión de literatura es un intento de resumir el estado de los contenidos existentes sobre un tema y, en las propuestas de investigación, de enmarcar la contribución esperada de la investigación propuesta al conocimiento. Esto quiere decir que esta revisión puede funcionar para encaminar la investigación de este artículo o funcionar como soporte a otros distintos. De manera más específica, las revisiones de literatura son importantes según el mismo autor ya que:

Apoyan la identificación de un tema de investigación, pregunta, o hipótesis; identifican la literatura sobre la cual una investigación hará una contribución, y contextualiza la investigación dentro de esa literatura; para construir un entendimiento de conceptos teóricos y terminología; facilitar la construcción de una bibliografía de artículos consultados; sugiere métodos de investigación que pueden ser útiles; analiza e interpreta resultados. (Rowley & Slack, 2004, p.32)

En el contexto del uso de la revisión de literatura como tema central de un proyecto de investigación, la escritura del mismo es de creciente relevancia si se considera la cada vez más expandida librería de artículos científicos que existe en la academia; en términos exactos, según un reporte publicado por Science and Technology Observatory (OST) de Hcéres en 2019, la producción mundial de publicaciones científicas a estado creciendo de manera continua pasando de 800.000 publicaciones oficiales al año en el año 2000 a más de 1'900.000 para el año 2016 (p.22) tal y como se muestra en la figura 1.

### Figura 1

#### *Producción anual de publicaciones científicas*



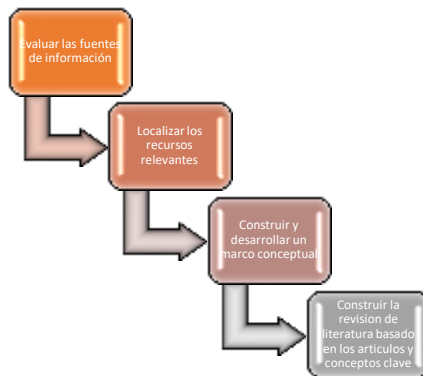
*Nota.* Recuperado de Science and Technology Observatory (OST) (2019). Dynamics of scientific production in the world, in Europe and in France, 2000-2016. Hcéres, Paris. p.22. (línea continua: “todas las publicaciones”, línea punteada: “con numero constante de revistas”)

Cabe resaltar, que dicha cifra es el resultado de las publicaciones hechas en dicho año, lo que significa que la cifra acumulada crece de manera exponencial. Dicho esto, se hace imperativo la publicación de artículos que puedan dar a conocer el estado del arte en cierto tópico, ya que, de manera creciente, la cantidad de artículos publicados crece, y con ella el tiempo que un

investigador en cierta área requeriría para recoger y analizar el contexto sobre el cual se encuentra y basa su investigación.

## Figura 2

### *Proceso de una revisión de literatura*



*Nota.* Basado en Rowley & Slack (2004). Conducting a literature review. Management Research News, Vol. 27 Iss 6 pp. 31 39

Tal y como se puede evidenciar en la figura 2, realizar una revisión de literatura según Rowley & Slack (2004) debe en su proceso comprender el cumplimiento de los siguientes objetivos: “evaluar las fuentes de información, buscar y localizar los recursos, construir y desarrollar un marco conceptual sobre el cuál organizar la información encontrada; y, por supuesto, escribirla” (p.31).

### **3.1.2 Metodologías de innovación**

El concepto de metodologías de innovación se encuentra vagamente definido en la literatura concerniente a este tema. Afortunadamente, muchos escritos hacen uso de esta definición la cual nos puede permitir inferir su significado. En una investigación realizada por Jan Spruijt, Machiel Wetselaar y David van Dinther (2016) se realizaron esfuerzos para poder categorizar las

metodologías de la innovación, partiendo del hecho de que estas tienen origen de acuerdo con el nivel de madurez que tiene la organización que la ejecuta, logrando así categorizar 71 metodologías de innovación; dichas categorías son semilla, fase inicial, crecimiento, madurez. Tal y como se puede evidenciar en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Metodologías según su Fase de la innovación*

<b>Metodologías según su Fase de la innovación (Sprujit, 2011)</b>			
<b>SEMILLA</b>	<b>AÑO</b>	<b>FASE INICIAL</b>	<b>AÑO</b>
Diseño Centrado en el Humano (IDEO)	2014	Método de Innovación FORTH (Wulfen)	2015
Doble Diamante (Chu)	2014	Diseño de Propuesta de Valor (Osterwalder)	2014
Modelo Actualizado de Pensamiento de Diseño	2013	Proceso de Innovación de Extremo a Extremo (Furr)	2014
Proceso de Creatividad (Gill)	2013	Proceso de Investigación QCA (Ragin)	2013
Proceso de Pensamiento de Diseño (Stanford)	2012	Enfoque de Arranque de Innovación Abierta (AT Kearney)	2013
Modelo de Tendencia 5R (Bosma)	2012	Competiciones de Diseño	2012
Inmersión Profunda (Ideo)	2010	Embudo de Desarrollo de Nuevos Productos (Katz)	2011
Pensamiento Productivo (Hurson)	2007	Proceso de Crowdsourcing (Geiger)	2011
Pensamiento de Posibilidad (Burnard)	2006	La Startup Enxuta (Ries)	2010
Proceso de Diseño de Experiencia (Armano)	2006	Generación de Modelo de Negocio (Osterwalder)	2010
Resolución Creativa de Problemas (Isaksen)	2005	Morfología de Co-Creación (Bartl)	2004
Pensamiento Inventivo Sistemático (Connolly)	1993	Frente de Desarrollo de Nuevos Productos (Khurana)	1997
Ciclo IDEAL (Stein)	1984	Desarrollo del Cliente (Blank)	1996
TRIZ (Altshuller)	1926		
El Arte del Pensamiento (Wallas)			
<b>CRECIMIENTO</b>	<b>AÑO</b>	<b>MADUREZ</b>	<b>Año</b>
Planificación de Escenarios (Stratfor)	2015	Desafío de Innovación (Herbert)	2015
Modelo Enlazado en Cadena (Kline)	2014	Innovación Impulsada por el Ciudadano (Banco Mundial)	2015
Modelo de Requisitos de Innovación Abierta (AT Kearney)	2013	Modelo de Etapa-Puerta en Crowdsourcing (Saldanha)	2014
Ciclo de Innovación (Avans)	2013	Desarrollando Capacidades de Multitud (Prpic)	2014
Innovación y Emprendimiento (Bessant)	2013	Experimentos de Innovación Abierta (Guinan)	2013
Embudo de Desarrollo (Bessant)	2013	Gestión de Ideas No Solicitadas (Alexey)	2012
Innovación de Vía Rápida (Deloitte)	2012	Gestión de Innovación Distribuida (Bogers)	2012
Metodología de Diseño 101 (Kumar)	2012	La Empresa Enxuta	2011
Crowdsourcing (Whitla)	2009	Fuentes Externas (West)	2011
Modelo de Reloj de Arena (Gaspersz)	2006	Taxonomía de Co-Creación (Zwass)	2010
Co-Creación (Prahalad)	2004	Marco Multidimensional para la Innovación Organizacional (Crossan)	2010
Embudo MIT CIPD	1995	Integración del Cliente en Innovación Abierta (Reger)	2009
		Círculo de Innovación (Berenschot)	2009
		Co-Creando Valor (Ramaswamy)	2008
		Auditoría de Innovación (Adams)	2006
		Innovación Abierta (Chesbrough)	2005
		Estrategia de Innovación (Goffin)	1999
		Proceso de Generación de Innovación (Gopalakrishnan)	1997
		Revolucionando el Desarrollo de Productos (Wheelwright & Clark)	1992
		Embudo PACE NPD	1992
		Modelo de Innovación 3G (Rothwell)	1992
		Proceso NPD de Etapa-Puertas (Cooper)	1986
		Modelo de Innovación de Producto de Delft (Buijs)	1980
		Proceso de Servicio y Desarrollo de Nuevos Productos (Hauser)	1980
		Ingeniería de Valor (Miles)	1945
		Roadmapping	
		Diseño para Seis Sigma (Ildov)	

*Nota.* Adaptado de: Jan Spruijt (2016). 71 Innovation Methodologies. Recuperado de:

<https://openinnovation.eu/04-02-2016/71-innovation-methodologies/>

Este pequeño estudio, sin ningún tipo de referencias o rigurosidad científica en evidencia, pero a manera de estudio semilla, permite identificar dos problemas, corroborándose la falta de una sólida clasificación de las metodologías de innovación y de la cantidad de metodologías que existen y las características particulares que les diferencian unas de otras. En muchas ocasiones, se podría hablar de Design Thinking, pero el contexto (como la fase del proyecto, el sector o departamento de la entidad que se estudia, o los stakeholders involucrados) en el cual se utilice puede alterar la forma en la que se implementa.

Por otro lado, la falta de documentación y definición en la terminología se hace más evidente cuando se realiza una búsqueda de literatura mediante el uso de este término como eje central de la investigación, encontrando definiciones cada una de ellas muy diferentes entre sí. Por ejemplo, al realizar una búsqueda bajo este término en bases de datos como Scopus y Web Of Science, se encuentran términos muy comunes en el campo de la innovación tales como Open Innovation, TRIZ, Quadruple Helix and Triple Helix y Agile Methods tal y como se puede evidenciar en los resultados encontrados del presente proyecto (véase página 38); del mismo modo al realizar esta misma búsqueda en motores de búsqueda como Google o Duckduckgo se encuentran definiciones como Design Thinking, Blue Ocean, Deep Dive, Lean Startup, Scrum, SAFe, entre otros. Al indagar en la forma en la que estas metodologías se desarrollan y se usan se pueden encontrar que cada una de ellas usa el término “metodología de innovación” para describirse a sí mismas, aunque su definición no es concreta, tal y como se podrá evidenciar en el análisis preliminar de literatura del presente proyecto.

Incluso al indagar en motores de búsqueda y bases de datos, se pueden encontrar el uso de otros términos, definiciones tales como métodos de innovación, modelos de innovación arrojan

resultados similares que, en caso de no ser tenidos en cuenta pueden significar dejar por fuera artículos que pueden ser de alta relevancia para esta investigación.

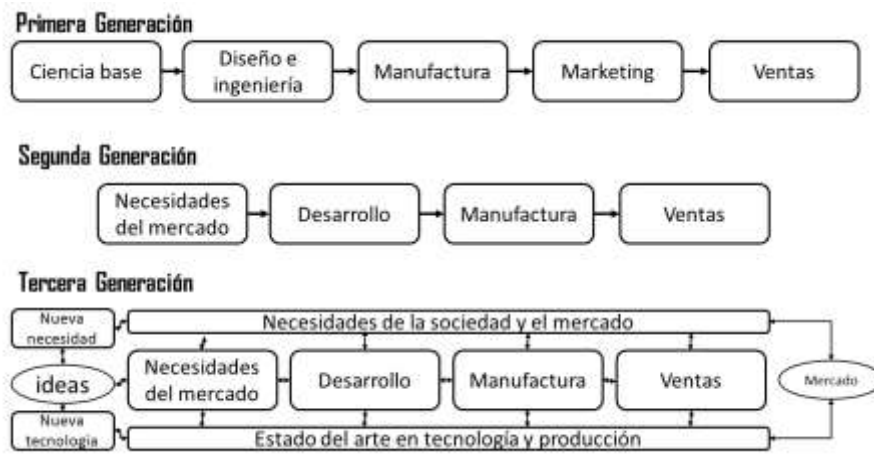
Se podría pensar en un inicio que estos términos derivados de la búsqueda “metodología de la innovación” hacen parte de distintas ramas de la innovación debido a los problemas que cada una de estas proposiciones intenta solucionar. De tal manera que se puede inferir que la comunidad científica asocia dicho termino a cierto esquema metodológico que tiene como objetivo principal resolver una parte del proceso de innovación, y que también responde a la incógnita de cómo innovar.

Nótese que anteriormente se hace uso del término proceso de innovación, el cual de igual manera que con el término de metodologías de innovación existe un afán de definirlo antes de poder hablar de metodología de innovación.

Cuando se usa como eje de búsqueda este término, se encuentra en varios artículos de data antigua, como el artículo escrito por Roy Rothwell (1994), el cual usa el termino de proceso de innovación, sin describirlo, para poder incluso determinar donde comienza la innovación como tal, dividiéndola así en cinco generaciones, cada una de ellos mostrando como han evolucionado a lo largo del tiempo, con tal de demostrar la idea de procesos de innovación que Rothwell se presenta tres de las cinco generaciones del proceso de innovación la figura 3. Evidenciando que cada uno de los recuadros corresponde a un proceso de innovación, haciendo hincapié no en los actores que juegan un papel, sino en el área en el cual se está produciendo la innovación.

**Figura 3**

*Primera, segunda y tercera generación de los procesos de innovación según Rothwell*



*Nota.* Adaptado de: Roy Rothwell, (1994) "Towards the Fifth-generation Innovation Process", International Marketing Review, Vol. 11 Issue: 1, pp.7-31.

Autores como Galanakis (2006), identifican en la innovación propiamente dicha, maneras de englobar la construcción de este. El enfoque ya mencionado (el de procesos) entra más en detalle sobre qué ocurre en las momentos claves de la innovación e intenta definir donde empieza o donde termina, o si incluso termina de por sí; Galanakis usa el enfoque del modelos basado en el trabajo de Coyle (1996), describe la innovación desde una perspectiva del pensamiento sistémico y por tanto describe a cada una de las partes del proceso como actores que juegan un papel fundamental en la innovación, más allá de entrar en detalle de qué pasos se siguen al innovar, como se evidencia en la figura 4.



Al tener ya definidos los conceptos de procesos de innovación y modelos de innovación, se puede empezar a encajar el concepto de metodologías de innovación al menos de manera más completa, basándolo en una aproximación mediante el uso de conjuntos.

Al examinar las metodologías de innovación existentes, analizados en la revisión de literatura del presente proyecto, se encuentra que cada autor usa este término para crear o modificar un proceso de innovación o agregar nuevos subprocesos dentro de él, sea por ejemplo el subproceso de creación o concepción de la idea, o en el subproceso de lanzamiento que puede hacer parte de un proceso más amplio como es el de ventas (dependiendo del proceso de innovación que se tome en cuenta, el cuál debe ser más general). Del mismo modo, cada metodología de innovación reconoce a una serie de actores que jugaran un papel fundamental en su desarrollo (una vez más, dependiendo del modelo que se decida adoptar) siendo que al ser aterrizado a la realidad, se implemente a un entonces denominado modelo de innovación que logre ser tan específico como para ser implementado en el sector financiero donde existen ciertos actores, o siendo parte de un modelo más general, de actores y sectores genéricos, englobando a otros que tendrán un papel similar o nombrando a otros que no se habían tenido en cuenta, siendo trabajo del lector de reconocer los actores de acuerdo a su propia situación.

A modo de inferencia, hablar de una metodología de innovación también implica hablar de una filosofía; esto significa que cada metodología tiene tras de sí una serie de patrones o comportamientos que el autor resalta a la hora de describirla, esta característica se puede catalogar como filosofía. Por ejemplo, el Design Thinking tiene como parte de su “filosofía” el empatizar con el cliente, prototipar rápidamente y obtener feedback (Kimbell, 2011). La filosofía por tanto se encuentra presente en la forma en la que cada proceso debe ser realizado, como también de que actores deben estar presentes en determinado proceso.

En otras ocasiones ciertas metodologías de innovación son concebidas desde el aspecto filosófico y desarrollan su modelo y procesos desde allí, como es el caso de Blue Ocean; quien parte de la filosofía de que se debe entrar por lo general en mercados donde haya poca competencia (Luh et al., 2019), la forma en la que se desarrolle o funcione la empresa es de carácter más general o relevado a otras metodologías. Esto genera que existan metodologías de innovación con aparentemente iguales modelos y procesos de innovación, sin embargo la forma en que el proceso es realizado o el énfasis que dicho proceso tiene altera considerablemente los resultados del mismo, es por eso que incluso dentro de muy similares metodologías como la Triple Helix, Cuádruple Helix y Quintuple Helix se encuentran modelos aparentemente similares (pero no iguales cabe resaltar), con filosofías ligeramente distintas, sea que haga hincapié en la participación del Estado y que por tanto la metodología haga énfasis en él, como es caso de Triple Helix; o que en la Quintuple Helix considere a la parte ambiental como igualmente relevante.

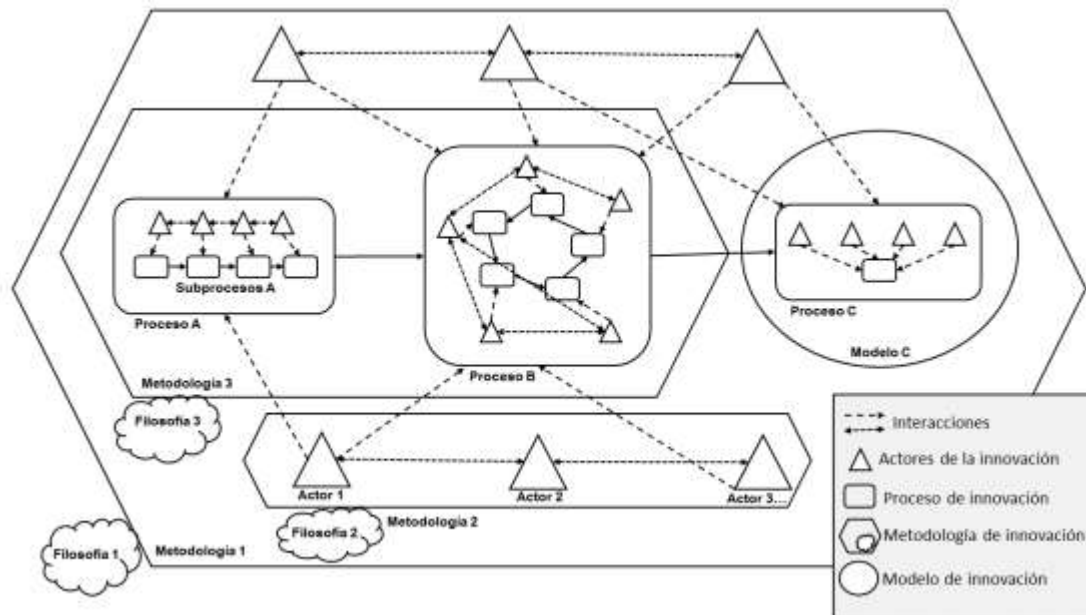
En manera de síntesis los procesos de innovación responden a la pregunta: ¿en dónde se está innovando?, mientras que los modelos de innovación responden a las preguntas: ¿quiénes participan en la innovación y que interacciones ocurren entre ellos en esta situación concreta?

Concluyendo su definición, las metodologías de innovación pueden ser tan específicas para un subproceso en específico como el del lanzamiento de un producto, o tan general como para crear uno nuevo proceso, del mismo modo pueden englobar una parte de un modelo o de crear uno como tal. Dicho de otra manera, esto permite que ser tan iterativo y específico como sea posible, de manera que un proceso puede contener otros procesos, otros actores se pueden dividir en pequeños departamentos o sectores, y otros modelos pueden contener otros modelos. Para cada una de las combinaciones que existen entre actores y procesos de innovación existen modelos que logren explicar y determinar las interacciones entre ellos en cada situación específica y siempre

existirá una metodología que logré explicar cómo deben interactuar cada uno. En pocas palabras, la metodología de innovación es un esquema metodológico que explica y/o determina el funcionamiento de los procesos de innovación, del mismo modo que explica y/o determina modelos de innovación, y que al mismo tiempo lleva adjunta una filosofía, respondiendo a la pregunta: ¿Cómo se innova? se ejemplifica la definición mediante la figura 5.

### Figura 5

Interacción entre procesos, modelos y metodologías de innovación.



## 4. Marco de Antecedentes

Han existido estudios que han intentado enmarcar y entender la evolución y expansión del concepto de innovación tanto en el ámbito general de la palabra, es decir, basando la investigación en las preguntas ¿Quién innova?, ¿Cuánto se innova? Al mismo tiempo que se intenta entender su funcionamiento en las empresas. Por ejemplo, Martínez-Ros (2019) publica un estudio acerca de

la innovación en procesos y productos, pudiendo así recopilar información acerca del estado del arte en el campo de la innovación y como ha avanzado la implementación de este concepto en la zona europea mediante el uso de los estudios encontrados en Eurostat, encontrando que para el año 2008, el 51% de las firmas empresariales innovan en algún aspecto. Lo más relevante aun es que para ese año solo el 25% de las empresas introducían eco-innovaciones medidas en términos de eficiencia energética y de materiales. En el mismo estudio se encuentra que para el año 2017 el 35% de las compañías proveedoras de electricidad, gas y calefacción europeas innovaron en eficiencia energética y 20% en el uso eficiente de materiales.

Como se puede evidenciar, el estudio anterior responde a la pregunta de quién y cuánto se innova; por otro lado se encuentran estudios que siendo más específicos, usan una sola metodología de innovación y nuevamente hacen las mismas preguntas, tal es el caso de un estudio publicado por Santos (2015) titulado “Open Innovation research: trends and influences – a bibliometric análisis”, da cuenta acerca de las tendencias e influencias que ha tenido Open Innovation, encontrando por ejemplo que los tópicos más recurrentes involucran a empresas con un 53,4% en el año 2009 (p.8) y que esta tendencia se proyecta a la alza, entre otros tópicos comunes se encuentran los “clusters” o “networks”. En conclusión, entendiendo que el concepto de Open Innovation como tópico de investigación estaba en auge en aquel entonces, se identifican tendencias sobre todo en el enfoque que están teniendo, siendo que las “firmas” se convertían en ese entonces en el punto principal de investigación dentro del marco del Open Innovation,

Dicho lo anterior, también se encuentra que no existen estudios que monitoreen o hagan comparaciones entre metodologías de innovación que pueden estar surgiendo o que ya existen en la literatura, siendo que estas metodologías compiten para ser implementadas en todos los aspectos de la sociedad, entendiéndose no solamente el empresarial, y que la implementación de una u otra

es un proceso que se realiza a conciencia y que debe ser ejecutado conlleva una inversión de recursos.

También existen estudios que realizan un análisis de las innovaciones que están surgiendo en determinados campos o grupos, pero estos estudios se hacen con el fin de encontrar qué tendencias tecnológicas están marcando el curso de una industria, es decir responden a la pregunta ¿Qué innovaciones existen en este campo? Sobre estos últimos existen la mayor cantidad de estudios. Por ejemplo Galati & Bigliardi (2013) quienes analizan las tendencias de innovación en la industria alimenticia y encuentran que los alimentos diseñados para prevenir la deterioración de componentes fisiológicamente activos como la microencapsulación y las capsulas comestibles se encontraban en tendencia para ese año (p.126) o el estudio publicado por Zhang et al. titulado “PeTIT: Perceiving the Technological Innovation Trends via the Heuristic Model of Community Detection”, que usa el modelo PeTIT para encontrar que los modelos de machine learning, los algoritmos predictivos, las máquinas de inspección visual, entre otras están siendo más comunes en el ámbito empresarial en China (p.161).

Al observar estos estudios se encuentra entonces que la metodología de innovación se obvia o se mantiene constante para el desarrollo del estudio en cuestión; el cómo se llegó a dicha innovación o cómo se están aplicando estas tendencias se obvia en buena parte de los casos. En pocas palabras, ¿dónde queda la pregunta de cómo se está innovando?, y es que esta pregunta puede marcar la diferencia entre el desarrollo de una tecnología que eventualmente ocurrirá, pero más lentamente o que incluso se volverá ya obsoleta para el momento en el que se desarrolle, a otra en el que el desarrollo de cierta tecnología puede corresponder a un crecimiento exponencial y de real valor para la empresa o sectores involucrados. Por tanto, la metodología de innovación

que usa y las tendencias que las empresas están siguiendo en torno a ellas, es de igual o mayor importancia.

Gutiérrez (2018) realiza en un análisis sistemático de literatura en su proyecto de grado de la Universidad Autónoma de Manizales de los distintos modelos de innovación, o como él los denomina, modelos de procesos de innovación, en los años 2005 a 2017. Este proyecto permite dar una mirada más extendida hacia los distintos modelos que se desarrollan y que permiten en este caso del contexto de la economía colombiana adaptarlos de manera que en un futuro las empresas tengan la posibilidad de tener un punto de partida para la búsqueda e implementación del modelo de innovación más idóneo.

Machuca (2021) en su proyecto de grado de la Universidad Industrial de Santander realiza una revisión Sistemática y de Contenido Web con el fin de conocer las metodologías de innovación implementadas en la creación de nuevos modelos de negocio, esto tiene gran similitud con este proyecto ya que, al igual que este autor, se identifican modelos y metodologías que puedan impactar la creación de empresas e identificando por qué se generan estos modelos en base al estado del arte, en sus resultados se recogen algunas de los principales paradigmas y modelos consecuentes a cada escenario.

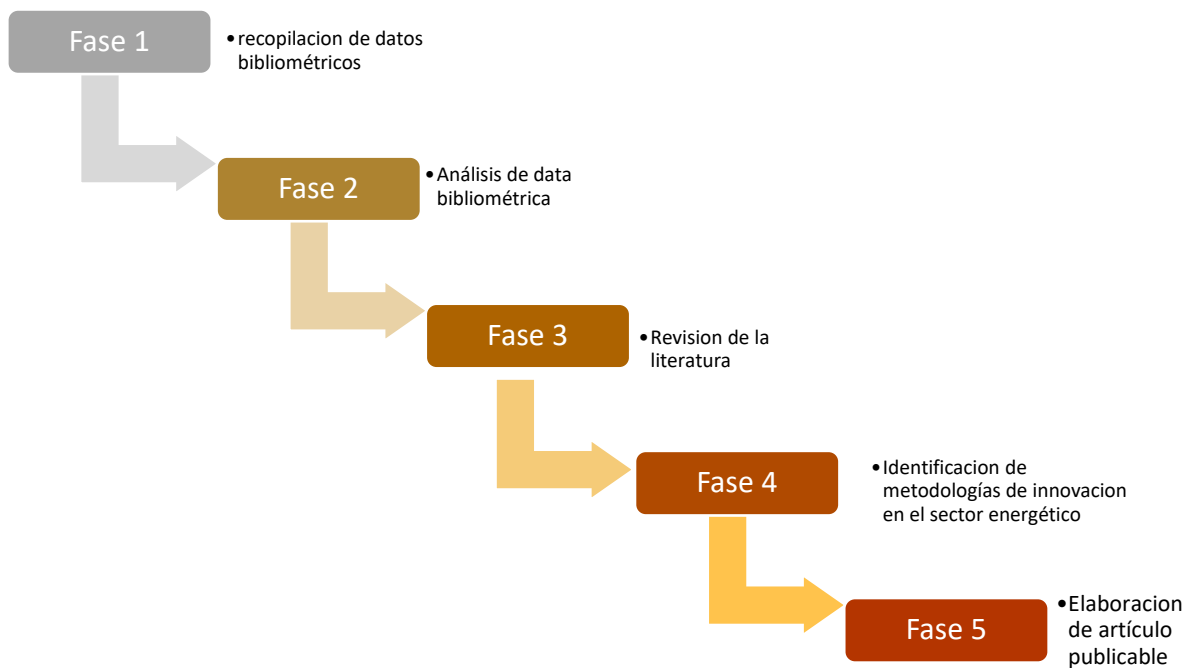
Jiménez y Martínez (2014) en su proyecto de grado de la Universidad Industrial de Santander elaboran una investigación que permite identificar cuáles son las principales herramientas y prácticas que pueden llevar a un buen desarrollo de la cultura de la innovación en las empresas. Este proyecto no abarca metodologías de innovación propiamente dichas, sin embargo, da un precedente en las empresas y organizaciones con el fin de adoptar la innovación como parte de sus procesos, lo que puede derivar en el desarrollo de un modelo de innovación, que es igualmente esencial que la búsqueda y adaptación de la más idónea.

## 5. Metodología

A continuación, se exponen las etapas que se ejecutaron con el fin de desarrollar el proyecto de investigación. En la figura 6 se ilustra la metodología planteada:

**Figura 6**

*Metodología Planteada*



### 5.1 Fase 1. Recopilación de datos bibliométricos

Haciendo uso de las bases de datos científicas de Scopus y Web Of Science, se hizo una búsqueda de artículos relacionados con los temas de metodología de innovación, modelos de innovación y procesos de innovación, teniendo bien en cuenta las ecuaciones de búsqueda a utilizar. Se realizó una búsqueda más general, para luego ser reducida el periodo de búsqueda al año 2018 a 2022 y finalmente ser acotada dicha búsqueda al sector energético. Se extrajeron los

archivos enriquecidos con información de autores, fechas, palabras claves, país de publicación para su posterior procesamiento que contribuyó a las conclusiones del proyecto.

## **5.2 Fase 2: Análisis de data bibliométrica**

Luego de obtenidos los archivos correspondientes a cada una de las búsquedas realizadas en ambas bases de datos, se procesaron mediante el uso de la herramienta Bibliometrix y Vos Viewer. Con el fin de obtener resultados unificados, se procedió a fusionar los archivos extraídos de Scopus y Web Of Science de acuerdo con el alcance de la búsqueda. Paso seguido se identificaron tendencias y se cruzó información que permitió dar una vista tanto general en el contexto global como específica en el sector energético a lo largo del tiempo.

## **5.3 Fase 3: Revisión de literatura**

Luego de elaborado el análisis bibliométrico y teniendo así una idea del panorama general a estudiar, se realizó una selección de los artículos más relevantes (Hot Papers y Most Cited) con el fin de contrastar posibles conexiones entre los resultados arrojados por el análisis bibliométrico, los distintos casos de innovación del sector energético y las metodologías de innovación emergentes, discutiendo y debatiendo los avances y tendencias del sector. Del mismo modo se realizó una exploración del contenido web mediante los motores de búsqueda de Google, Google Scholar, Google Trends y DuckDuckGo que permitió dar con artículos científicos, periodísticos y columnas de opinión que permitan enriquecer la discusión.

#### **5.4 Fase 4: identificación de metodologías de innovación en el sector energético y global**

Una vez entrado en la discusión planteada en la fase anterior, se procedió a identificar por tanto las principales tendencias globales en metodologías de la innovación que mayor impacto están generando en la comunidad científica, como también en la efectividad en el mundo empresarial, especificando nuevamente en el sector energético.

#### **5.5 Fase 5: Elaboración de artículo publicable**

Por último, se identificó la revista más apropiada para publicar el artículo en el cual se incluyeron los resultados obtenidos de la investigación, y las principales tendencias en metodologías de innovación del contexto global y el sector energético. (Véase Anexo B)

### **6. Análisis Bibliométrico**

En la presente etapa se elabora el análisis bibliométrico, que implica la consulta en las bases de datos científicas de Scopus y Web Of Science y mediante el uso de la herramienta RStudio se procede a procesar la información recolectada en ambas bases para fusionar el archivo con el cual se observaran las tendencias.

Con el fin de hacer tan congruente como sea posible el desarrollo de este análisis, las ecuaciones de búsqueda de ambas bases de datos son por tanto tan similares en cada fase como sea posible, siendo así se hace construcción de la ecuación de búsqueda de la siguiente manera: Se utilizan los términos que conciernen a la investigación, en este caso, se hizo uso de las palabras

clave “metodologías de innovación” y “modelos de innovación” (Véase Anexo C para ecuaciones de búsqueda).

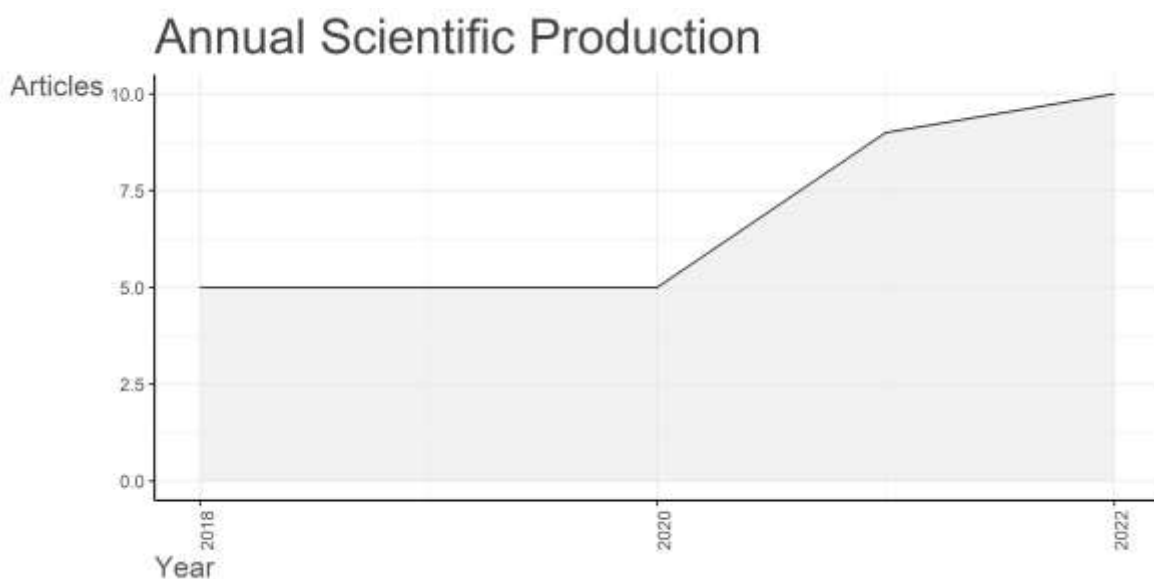
Luego de fusionar los resultados de ambas ecuaciones se encuentran 79 artículos, se procede a excluir artículos irrelevantes bajos dos criterios de exclusión i) El artículo no está relacionado de ninguna manera ni tiene ningún impacto en el sector energético, ii) El artículo no explora en ningún aspecto los temas de innovación, modelos de innovación, procesos de innovación y/o metodologías de innovación. Acotando la revisión de literatura por tanto a 32 artículos relevantes.

Para el análisis de la información recolectada, se hará uso de la herramienta Bibliometrix, que permitirá procesar la información, como arrojar gráficas y tablas que ayuden a la interpretación de los resultados obtenidos. (Véase Anexo A para código en la herramienta R Studio)

Al realizar un análisis en la herramienta Bibliometrix se encuentra en primera instancia la producción científica relacionada con estos términos, tal y como se puede exponer en la figura 7

### Figura 7

*Producción científica anual.*

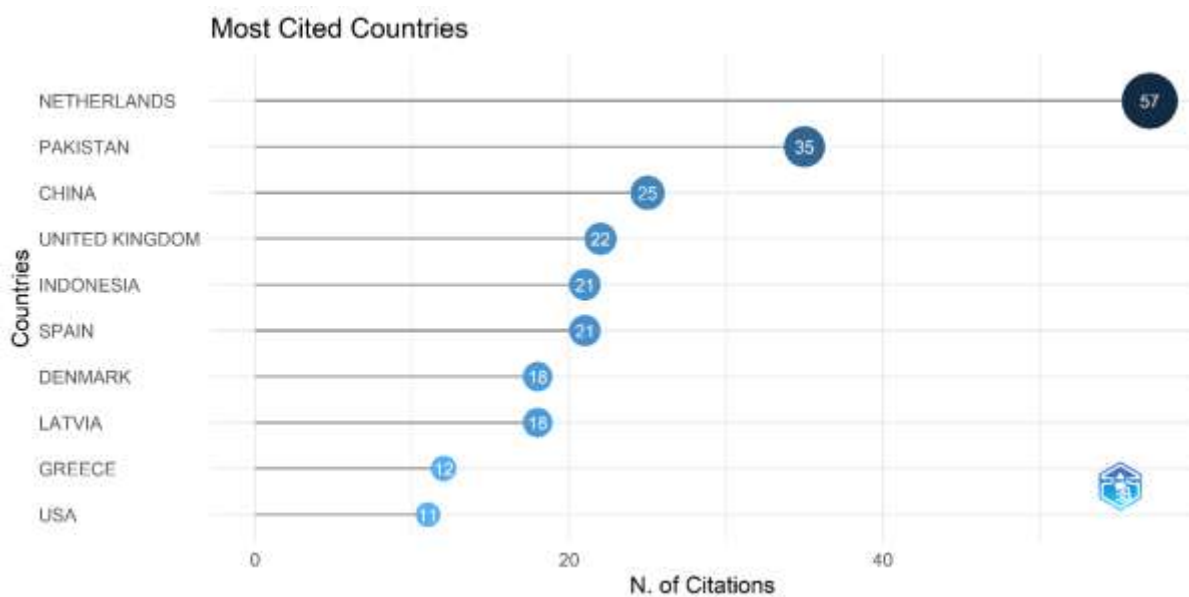


Se puede observar el uso de estos términos (predominantemente el de modelos de innovación) en la investigación científica. Como se puede observar se registra un crecimiento de publicaciones relacionadas con estos términos, con 5 publicaciones en el 2018, comparadas a 10 en el año 2022, un crecimiento del 18.92% anual.

También se desglosa dicha información con el fin de observar cómo se distribuye la producción mundial de citas por países sobre dicha materia, tal y como se puede observar en la figura 8

### Figura 8

*Países con mayor cantidad de citas*

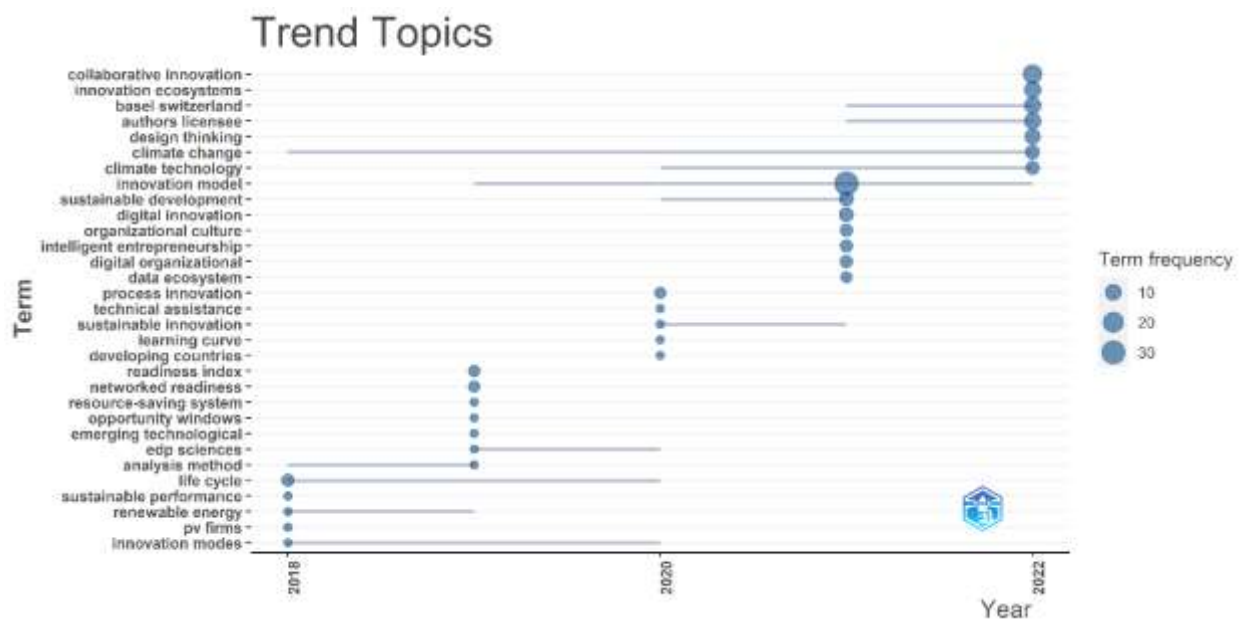


Se encuentra que Países Bajos ha sido el país que ha liderado la producción de artículos significativos relacionados con metodologías de innovación en el área de la energía o que la impactan, y se ubica en el primer puesto como el líder en este sector con 57 citas. Del mismo modo se pueden denotar a otros líderes en materia de innovación como Pakistán, China, Reino Unido, Indonesia, España, Dinamarca, Latvia, Grecia, y Estados Unidos.

Las tendencias más fuertes concernientes a la innovación y los modelos de innovación se pueden observar en la figura 9.

### Figura 9

*Evolución de la terminología más utilizada en el tiempo del 2018 a 2022.*

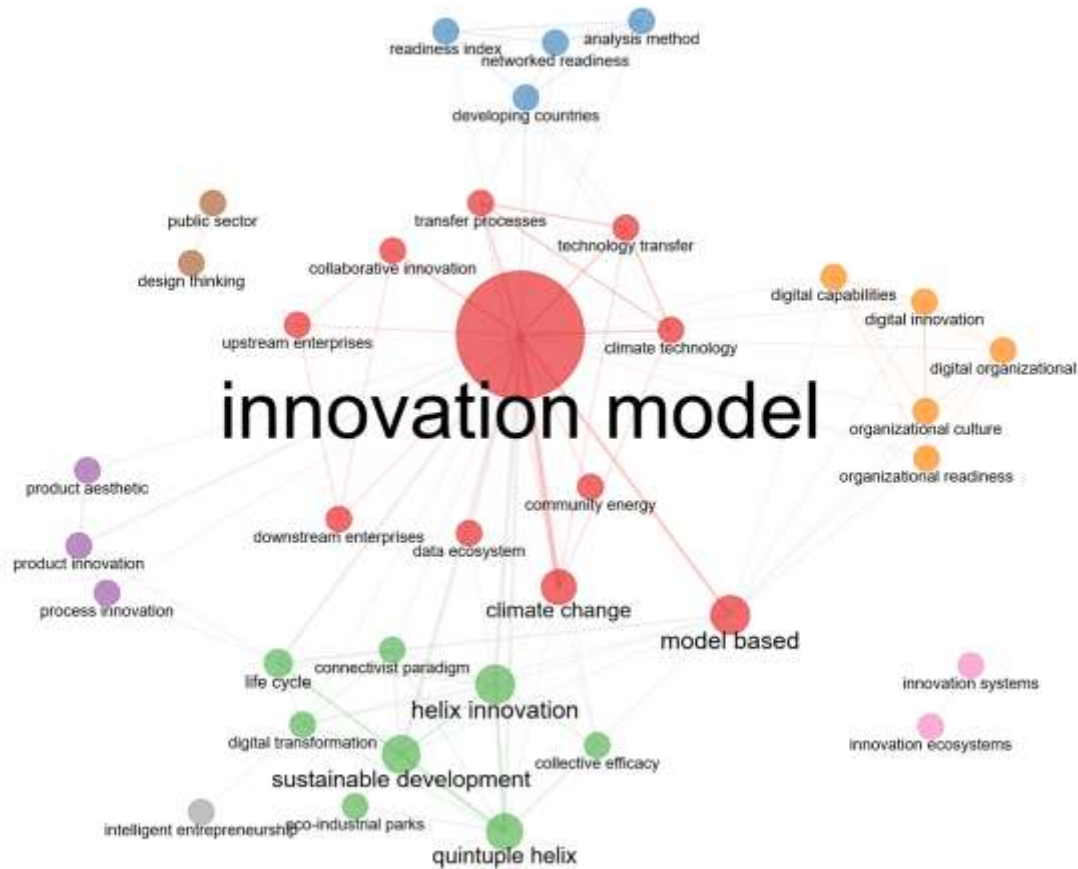


Se puede observar la creciente relevancia que términos como el Design Thinking y la Innovación digital están teniendo actualmente, de manera similar en la colaboración en conjunto para la innovación, influenciados por la Open Innovation, se encuentran los Ecosistemas de Innovación y la Innovación Colaborativa. También se pueden observar las temáticas que se abordan con el uso de estas metodologías, como análisis de países en desarrollo, transformación digital, energías renovables, ciclo de vida, cambio climático y el emprendimiento inteligente.

Realizando una introspectiva más ahondada en el avance que ha tenido el desarrollo de metodologías de innovación, se realiza un análisis de co-ocurrencia se toma nuevamente el conjunto de datos extraídos y la herramienta Bibliometrix evidenciado en la figura 10.

**Figura 10**

*Análisis de co-ocurrencia en el tema de metodologías de la innovación del 2018 a 2022*



Como se puede observar en la figura anterior se pueden encontrar distintos grupos principales cuya co-ocurrencia más marcada gira entorno a los modelos de innovación (en rojo), el desarrollo de sostenible (en verde), la innovación de procesos (en morado) y la innovación digital (en amarillo).

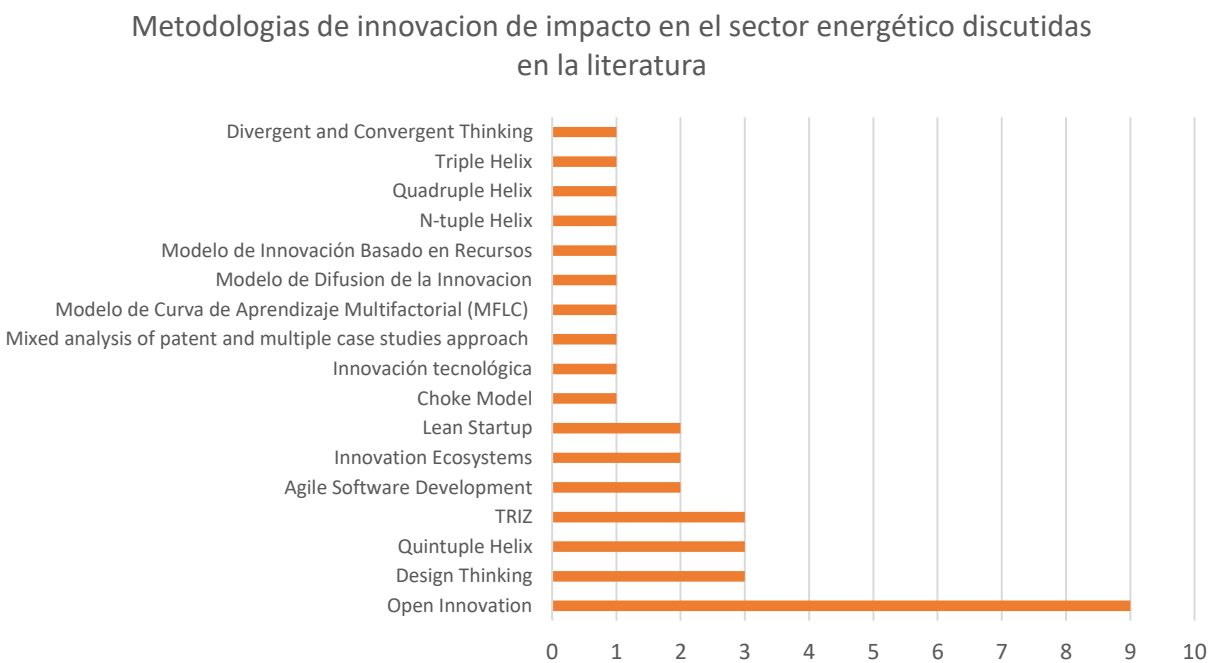
Se puede observar una conexión entre problemáticas como el cambio climático, y la necesidad de ser resueltas mediante la realización de modelos de hélice, y de innovación colaborativa, también hay una relación entre el sector público y el pensamiento de diseño, también existe un interés en los países en desarrollo y la transferencia de tecnología. Por otro lado, hay una

relación entre el emprendimiento inteligente en el sector y la transformación digital. También se resaltan algunas problemáticas como el paradigma del conectivismo que es en contraposición a la transformación digital y la innovación colaborativa

Realizando un análisis cualitativo de las principales metodologías en el sector energético identificadas en los artículos recuperados, se obtiene la figura 11, que recopila las metodologías de innovación discutidas dentro de los artículos.

### Figura 11

*Metodologías de innovación de impacto en el sector energético discutidas en la literatura*



Como se puede observar en la figura anterior, las principales metodologías de innovación encontradas en la literatura que impactan al sector energético son “Open Innovation”, “Design Thinking”, “Quintuple Helix”, “TRIZ”, “Agile Software Development” y “Lean Startup”, se encuentra también que la temática de “Ecosistemas de Innovación” e “Innovación Colaborativa” se encuentran fuertemente ligados a la Open Innovation, y se evidencia el uso de esta terminología

intercambiabilmente. Metodologías como el análisis mixto de patentes y casos de estudio, como también el Modelo Choke están fuertemente ligados a TRIZ

Haciendo una búsqueda en el motor de búsqueda de Google con la temática de “Innovation Tendencies” (tendencias en la innovación), se encuentran resultados que surgen de manera reciente, que resuenan en la comunidad interesada en la innovación. Por ejemplo, el periódico digital Futurizable que hace parte de la firma Singular Ventures en un artículo titulado “Metodologías innovadoras para crear la empresa del futuro” (2021), recoge los métodos de innovación anteriormente mencionados como “Design Thinking”, “Agile Methodology”, “Lean Startup”, “Open Innovation” y “Triple Helix” y esto se puede confirmar en el análisis bibliométrico elaborado.

El mismo artículo reconoce métodos de innovación que no aparecen tan frecuentemente en la literatura científica tales como “Scrum”, “SAFe”, “Kanban”, “Kaisen”, “JTBD”, “OKR”, “Teoría U”, “Kotter”, “Forth Innovation Method”, “Metodología 3D”, “Design Sprint”, “Business Model Canvas”, debido a que han sido recientemente discutidos o que de alguna manera son muy específicos al campo en el que se implementan, siendo que unas retoman la filosofía de las explicadas primero, pero profundizan en ellas; por ejemplo “Scrum” y “SAFe” son esquemas basados en la metodología Agile y la implementan de manera específica de acuerdo al aspecto a innovar. Como se habla en los apartados anteriores del presente proyecto, se recalca la naturaleza de método de innovación que estas tienen, es decir, que son desarrollos de la filosofía que una metodología representa. Otro artículo publicado por la Sociedad de la Innovación (2018) reconoce otros métodos de innovación como “Blue Ocean”, “The Creative Difference”, “i-Flow Framework”. Otros términos con relación a los métodos de innovación son el “Método CK” “Método TRL”. Dichas metodologías serán exploradas en el análisis de literatura.

## 7. Análisis de la literatura

Como reconoce Schumpeter (1911) en ambos volúmenes de “Business Cycles”, la innovación forma parte fundamental en el desarrollo económico del mundo capitalista, enmarca también su aspecto cíclico que posee y su capacidad para generar nuevos ciclos de negocio, de ahí el nombre de la obra, y es la razón por la cual la humanidad, luego de reconocer la importancia de la innovación desde el siglo las luces, que aunque se produjo de manera empírica sufrió un cambio exponencial y sin precedentes que dio paso a una explosión de nuevas tecnologías y avances científicos, hasta que en el siglo XIX y XX autores como Marx, Schumpeter, entre otros, reconocen el valor fundamental que la innovación tiene y teorizan acerca de cómo esta altera los procesos económicos. Así por ejemplo este mismo autor reconoce ya desde 1911 que el sistema económico no es aislado de los aspectos políticos, sociales, históricos y culturales de su entorno, y que por tanto la innovación responde a los cambios que ella sufre. Como se explica en el marco de antecedentes, la innovación es dentro en sí misma un sistema que juega un rol fundamental en la economía y como todo sistema, este presenta sus esquemas y aspectos, entendidos como metodologías, métodos y modelos. Con el fin de poder abordar el avance y las tendencias en los aspectos metodológico de la innovación, se deben reconocer aquellas metodologías más utilizadas en el contexto actual.

Como se pudo evidenciar en el análisis bibliográfico, se encuentra que las metodologías más populares en la actualidad son la Open Innovation, Design Thinking, TRIZ, Triple Helix, Lean Startup, y Agile Methods. De allí se desprenden métodos y modelos que toman prestadas ideas de las filosofías y esquemas que estas metodologías tienen y que resuelven un problema en específico dentro del proceso de innovación, a continuación, se realiza un análisis de literatura que examina

la eficacia de estas metodologías y los posibles caminos sobre los cuales la investigación futura puede desarrollarse.

En la tabla 3 expuesta a continuación se exponen las metodologías encontradas en la bibliografía recuperada en el numeral anterior y las definiciones encontradas según distintos autores

**Tabla 3.**

*Definición de metodologías de innovación según autores*

Metodología de Innovación	Definición	Autores
<b>Open Innovation</b>	Modelo en el que las empresas establecen un mecanismo de intercambio de información con otras empresas en la cadena de valor, participan en investigación y desarrollo	(Na Yu & Chunfeng, 2021) (Wang et al., 2022) (Lee & Mwebaza, 2022) (Feng et al., 2022)
	Es un enfoque que busca mejorar la eficiencia de las tecnologías de ahorro de recursos y sistemas de producción a través de la integración de oportunidades tecnológicas emergentes y el apoyo estatal a la innovación	(Shinkevich Ai; et al., 2019)
	Modelo que muestra las relaciones entre las formas y tipos de coaching y las etapas del ciclo de vida organizacional, con un enfoque en el desarrollo sostenible	(Roša & Lace, 2018)
	Estado evolutivo en la gestión de la innovación que mejorar la competitividad y eficacia en innovación	(Golov et al., 2019)
	Se distinguen tres tipos principales: procesos de innovación abierta hacia adentro, hacia afuera y acoplados	(Genuchten Y González, 2019)
	Ayuda a las organizaciones a lograr un comportamiento de innovación sostenible	(Zhao et al., 2022)
<b>Design Thinking</b>	Metodología con un enfoque orientado a la demanda, que requiere empatía, pensamiento integrador y experimentalismo, y se aplica en la investigación y desarrollo (I+D) para impulsar la innovación en el sector público	(Lim et al., 2022)
	Metodología que investiga cómo los valores personales de los consumidores influyen su percepción y adopción de innovaciones	(Rajiani & Kot, 2018)
<b>Triple Helix</b>	Diseño de productos desde el inicio hasta el final de su vida, centrándose en reducir la huella de carbono y cumplir con las expectativas medioambientales de los consumidores	(Blagu et al., 2022)
	Interacción entre academia, sector privado y gobierno para impulsar la innovación en tecnología climática, enfocándose en la RD&D para responder al cambio climático global	(Lee & Mwebaza, 2020)
<b>Quadruple Helix</b>	importante para la co-creación de conocimientos y para aprovechar el potencial de grandes cantidades de nuevos datos creados diariamente por ciudades inteligentes	(Zakari, 2020)
<b>Quintuple Helix</b>	Metodología que incorpora academia, industria, gobierno, medios, cultura y entornos naturales	(De Miranda et al., 2021) (De La Vega et al., 2019) (Kitsios et al., 2021)
<b>N-tuple Helix</b>	Metodología que se enfoca en la sostenibilidad a través de la combinación de aspectos económicos, sociales y ambientales, considerando las necesidades de las futuras generaciones	(Petrushenko et al., 2021)

<b>TRIZ</b>	Metodología sistemática y de alta efectividad para resolver problemas técnicos complejos	(Akçay & Filik, 2019) (Marchionna, 2019)
	Útil para determinar en qué fase de la difusión de innovación del mercado se encuentra la tecnología	(Mercado-Caruso et al., 2020)
<b>Agile Methods</b>	Metodología donde se itera en el mejoramiento de la comunicación de un concepto y su éxito entre las comunidades a través de una plataforma digital	(Hill & Duffy, 2022) (Kitsios et al., 2021)
<b>Innovation Ecosystems</b>	arreglos colaborativos a través de los cuales las empresas combinan sus ofertas individuales en una solución coherente orientada al cliente, creando valor para los participantes y la sociedad	(Brink, 2022) (Zheng & Cai, 2022)
<b>Lean Startup</b>	Metodología de generación de emprendimiento mediante la práctica e interacción dentro de la cadena de suministro, recursos humanos altamente capacitados, tecnologías avanzadas y la interacción formalizada con instituciones de conocimiento para la creación de nueva industria y empresas	(Lovec & Juvančič L, 2021)
	Esta influenciado por la globalización y la transformación de los modelos de proceso de innovación	(Ostrovaska et al., 2021)
<b>Enfoque mixto de análisis de patentes y estudios de casos múltiples</b>	Metodología que se basa en la teoría de la trayectoria tecnológica, que describe cómo la innovación tecnológica se desarrolla siguiendo ciertos caminos.	(Wang et al., 2018)
<b>Modelo de Curva de Aprendizaje Multifactorial (MFLC)</b>	Se deriva ampliando el modelo básico de curva de aprendizaje con una medida del stock de conocimientos asociado con la tecnología en la que se innova	(Odam & De Vries, 2020)
<b>Modelo de difusión de la innovación</b>	Enfoque sistémico para estudiar la adopción y no adopción de tecnología, enfocándose en las actitudes y comportamientos de los consumidores hacia las innovaciones tecnológicas	(Elmustapha et al., 2018)
<b>Modelo de Innovación Basado en Recursos</b>	Metodología que basa los procesos de innovación en los atributos de los recursos estratégicos corporativos y en cómo afectan los patrones de innovación de productos y procesos.	(Cho & Linderman, 2020)
<b>Divergent and Convergent Thinking</b>	Metodología que se utilizan para generar y luego priorizar ideas creativas para resolver problemas	(Astudillo et al., 2021)
<b>Innovación tecnológica</b>	Metodología que explora el estado del arte de la tecnología para el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas y estratégicas	(Marchionna, 2019)
<b>Modelo Choke</b>	Modelo de innovación que identifica los principales obstáculos en la producción y procesos lineales de manera sistemática	(Astudillo et al., 2021)

## 7.1 Open innovation

La Open Innovation (Innovación Abierta en español) es una metodología de innovación actualmente una de las más reconocidas y estudiadas en el mundo académico tal y como se pudo observar en el análisis bibliográfico del presente proyecto, siendo también prominente en el sector energético. Autores como Na Yu & Chunfeng (2021), Wang et al. (2022), Lee & Mwebaza (2022), Feng et al. (2022) y Shinkevich et al. (2019) definen a la Open Innovation (en adelante OI) como un enfoque donde las compañías implementan un sistema para compartir información con otras

organizaciones en su cadena de valor y colaboran en actividades de investigación y desarrollo. Esto se contrasta con la visión de Teplov et al. (2019) de una definición académica y otra del mundo empresarial (p.1). A pesar de la existencia de definiciones bien reconocidas de OI, el 'origen multidisciplinario de los investigadores' que tratan con OI 'hace que sea muy difícil formar una comunidad de investigación fuerte y unificada que comparta una definición factible y abarcadora' y OI 'puede ser enmarcada de muchas maneras diferentes, no siempre congruentes' (Remneland-Wikhamn, 2011, p. 386). Por ejemplo, las empresas pueden ver sus actividades como 'abiertas' mientras que los académicos pueden no considerarlas como tal (Teplov et al., 2019, p.2).

Otros investigadores mencionan que las empresas de EE. UU. persiguen más activamente la innovación abierta, mientras que las empresas japonesas se quedan significativamente atrás en la actividad de innovación abierta, a pesar de hacer un número considerable de solicitudes de patentes colaborativas (Yun et al., 2014, p. 397). Esto sugiere que las empresas pueden tener una visión más práctica y aplicada de la innovación abierta, basada en sus actividades y estrategias específicas, una perspectiva que también es respaldada por Golov et al. (2019).

Los académicos analizan las variables que reflejan las actividades de las empresas percibidas como 'abiertas' por la literatura académica, y las mediciones son propuestas y validadas por los propios investigadores. Sin embargo, en la práctica, las empresas pueden tener una visión diferente de sus operaciones, por lo tanto, las actividades reales de las empresas necesitan ser evaluadas; en primer lugar, las prácticas reconocidas como 'innovación abierta' en la literatura académica, y en segundo lugar la propia percepción de las empresas de tales prácticas (p.399).

### ***7.1.1 Fortalezas y Desafíos de Open Innovation en la actualidad***

En el sector energético, la innovación abierta se enfrenta a retos multifacéticos que requieren soluciones transdisciplinarias y colaborativas. Marchionna (2019) aborda la necesidad de soluciones tecnológicas para la transición energética en contratistas de petróleo y gas. Feng et al. (2022) identifican la capacidad organizativa para crear y ejecutar innovaciones como un desafío, mientras que Rosa et al. (2018) se centran en la implementación de modelos de coaching para impulsar la innovación sostenible en la industria extractiva. Golov et al. (2019) destacan la importancia de la colaboración interna y externa para impulsar la innovación en empresas energéticas. Wang et al. (2022) analiza cómo la innovación abierta puede optimizar la gestión de recursos y conocimientos mediante una perspectiva de código abierto y recursos en la empresa de Tesla. Na y Chung (2021) exploran los mecanismos de innovación en la industria manufacturera de China, y Genuchten et al. (2019) proponen estrategias de innovación abierta para la vida urbana sostenible. Zhao et al. (2022) mejoran la colaboración en megaproyectos de infraestructura y Lee et al. (2023) abordan la transferencia de tecnología climática a países en desarrollo.

Open Innovation ha sido, como se demuestra anteriormente, probado en diferentes campos y sectores empresariales demostrando su eficacia en la producción de nuevas innovaciones como también en el sector energético. Según un estudio publicado por Brooke et al. (2022) sobre las prácticas corporativas de grandes firmas japonesas, se encontró que OI está fuertemente correlacionado con empresas con altos niveles de innovación o con una fuerte orientación hacia ella. (p.159)

Esto es debido a que OI permite a las empresas acceder a ideas y conocimientos más allá de sus propias fronteras organizativas. Esto puede conducir a soluciones más innovadoras y creativas a los problemas. Según Marlen y Volker (2012) en: "Open innovation in urban energy

systems " las herramientas de OI permiten un mayor nivel de interacción e integración, por lo tanto, ofrecen posibilidades avanzadas para generar soluciones energéticamente eficientes (p.362) y por lo tanto disruptivas de alto impacto. Estas soluciones son necesarias para enfrentar desafíos como el desarrollo sostenible y la reducción de emisiones, que según las perspectivas de Zhao et al. (2022) y Roša & Lace et al. (2018) OI contribuye a que las organizaciones mantengan un comportamiento de innovación sostenible. Siguiendo con Marlen y Volker (2012), se logra identificar que las ideas catalogadas como innovación radical fueron las más comunes arrojadas por la integración entre los diversos stakeholders, la cual se alinea con el punto de vista de Golov et al. (2019), sin embargo también se encuentra que solamente dos de estas innovaciones radicales generan un alto impacto en el cambio energético lo cual refleja por un lado que las soluciones que realmente pueden ser factibles vienen de un número de personas muy reducido (Marlen y Volker, 2012, p.359). Se puede inferir por tanto que se reduce la posibilidad de que dicha persona con la respuesta ideal se encuentre dentro de una empresa al mismo tiempo, situación que se ve muchas veces en el ámbito corporativo y que el paradigma de OI logra mitigar.

Debido a los distintos desafíos a los que se enfrentan las empresas especialmente de este sector por cumplir con la reducción de la huella de carbono, o de frenar el cambio climático De Paulo y Silveira (2017) confirman la cooperación en el desarrollo e investigación en tecnología de energía solar en el campo de la OI. Esto demuestra que OI puede ser útil para aprovechar las ventanas de oportunidades tecnológicas emergentes para la reducción de desperdicios e ineficiencias, que se puede evidenciar en los estudios de Shinkevich et al. (2019), Feng et al., 2022 y Wang et al. (2022)

¿Cuánta Innovación Abierta es demasiada? ¿En qué medida se debe implementar en el sector energético? Al aprovechar las ideas y conocimientos externos, las empresas pueden acelerar

su proceso de innovación. Como menciona Greco et al. (2016) esto puede permitirles llevar productos y servicios al mercado más rápidamente, aunque hasta cierto punto debido a que la implementación de más estrategias basadas en Open Innovación ciertamente genera un incremento en los beneficios adicionales de la empresa, pero a un ritmo cada vez menor cuanto más se incorporan (p.513). Si bien autores como Golov et al. (2019) hablan de OI como un estado evolutivo en la gestión de la innovación que mejorar la competitividad y eficacia, se encuentra en debate la superioridad de una empresa enteramente orientada hacia la OI y da a entender que las estrategias que OI brindan son hasta cierto punto beneficiosas, pero que la eficiencia económica y de gestión no se logra únicamente implementando esta estrategia. Incluso en el juego de quien dispone de los recursos, sea que vengan desde dentro de la empresa o desde fuera, los beneficios se pueden ver importantemente alterados (Genuchten Y González, 2019). Se sugiere entonces el acompañamiento de esta metodología con otras en el campo de la gestión de la innovación (sobre todo interna) para maximizar la eficiencia de este, como los Modelos de Innovación Basado en Recursos que tiene en cuenta los recursos estratégicos corporativos y como estos afectan los patrones de innovación de productos y procesos (Cho & Linderman, 2020).

Esto despierta un interés inusitado en medir el impacto de la OI. Según Yun et al. (2014) la medición de la innovación abierta puede ser difícil debido a la naturaleza intangible y compleja de la innovación. Además, puede ser difícil identificar y cuantificar las contribuciones de las diversas fuentes de ideas y conocimientos externos (p.397). En el caso del documento del mismo autor se propone un modelo para medir objetivamente el nivel de innovación abierta en las empresas utilizando datos de patentes. Cuando las empresas solicitan patentes de forma independiente, es muy probable que sean el resultado de una innovación cerrada porque las tecnologías relevantes son el resultado de la I+D independiente de las empresas (p.387), cuando

solicitan patentes adquiridas mediante asociaciones con empresas externas, universidades, institutos de investigación o individuos, pueden considerarse como resultado de la innovación abierta fuera de la empresa, en lugar de dentro de la empresa (p.388).

OI presenta varios desafíos como el mencionado anteriormente, pero otro de los desafíos más significativos de la OI es la gestión de la propiedad intelectual. Las empresas deben proteger sus propios intereses y derechos de propiedad intelectual mientras se benefician de las ideas y el conocimiento externos. Yun et al. (2014) argumenta que a pesar de esta situación aparentemente conflictiva, el valor económico de las patentes está aumentando continuamente debido a la vitalización de la economía basada en el conocimiento, y también debido a que la protección legal de las patentes se está reforzando en todos los países, lo que podría hacer que la innovación abierta sea más significativa en el futuro (p.397), por tanto las pérdidas por la fuga de conocimiento existen, pero los beneficios que brinda la colaboración suele ser más grande. National Bureau of Asian Research (2017) sugiere que cuando los secretos comerciales y otras PI son robados por competidores, las empresas estadounidenses se desaniman a invertir el capital sustancial requerido para innovar o esforzarse por ser los primeros en moverse al mercado. La pérdida inmediata y a largo plazo de estas ventajas hace que las empresas estadounidenses sean menos competitivas a nivel mundial (p.19). En conclusión, es importante examinar el entorno en el cual la empresa se encuentra, ya que pueden existir ambientes y ecosistemas en el que la OI puede no ser viable, sin embargo, el sector energético es uno que existe en un ambiente con la inherente y latente necesidad de la eficiencia en pro de objetivos como el reversión del cambio climático y la disponibilidad energética, con objetivos tan amplios, polivalentes y complicados como estos, es casi imposible concebir a este sector como uno donde la OI y la concepción de modelos que mapeen la interacción entre distintos actores no sea viable.

### ***7.1.2 Tendencias en Open Innovation***

En el ámbito de la gestión de la OI, los autores Ferreira y Ortiz (2019) mapean y analizan el conocimiento intelectual sobre la OI y con ellos las tendencias del futuro; señalan que la innovación industrial se está volviendo cada vez más abierta, lo que requiere cambios en la forma en que las empresas gestionan la innovación. Es tan fuerte la tendencia que autores como Brink (2022) y Zheng & Cai (2022) hacen un llamado a la transición de sistemas de innovación a ecosistemas de innovación, en la cuales no solo interactúen empresas, sino el sector público. Las fuentes externas de conocimiento han cobrado importancia al igual que los desafíos externos para el mercado que requieren un mayor compromiso. Esto ha complicado la evaluación de los proyectos tecnológicos en sus etapas iniciales que generalmente implican incertidumbres tecnológicas y mercados significativos. En estas circunstancias, las empresas necesitan "jugar al póker" así como al ajedrez. (Ferreira y Ortiz, 2019, p.599)

Existen estudios publicados en la literatura científica como el del investigador Huizingh (2011) acerca de las tendencias y el futuro posible que OI pudo haber tenido. No obstante, como se puede observar en el año de su publicación, este realiza ciertas malinterpretaciones de la literatura encontrada. Por un lado, afirma que el término de Open Innovation iba a desaparecer en una década sugiriendo que ninguna organización puede permitirse asumir que no tiene nada que aprender ni ganar del resto del mundo (p.5) y, aun así, como se puede observar en los estudios mostrados anteriormente cómo Greco et al. (2016, p.513) se encuentra que la eficiencia económica y de gestión no se logra únicamente implementando esta estrategia. Manzini et al. (2017) propone que las empresas aún pueden adoptar un enfoque de innovación cerrado y tener éxito. En particular, cuando la estrategia de una empresa se basa en excelentes competencias internas y know-how

(p.15). Ser cerrado no significa evitar cualquier tipo de colaboración tecnológica externa, incluso Lindt (la empresa del cual se basa el caso de estudio) tiene algunas relaciones a lo largo de todo el embudo de innovación, y algunas de ellas son más intensas que una simple relación de comprador-proveedor. Evidentemente, incluso en el sector energético, la necesidad por proteger la propiedad intelectual aún existe, pero cuanto más importante se vuelven los objetivos de sostenibilidad y más los gobiernos presionan por la creación de tecnología eficiente, más estas empresas se verán presionadas a colaborar con gobiernos y otras empresas en compartir conocimientos, y crear estándares. Como fue el caso de la colaboración entre Apple, Google, Intel y Microsoft, uniéndose para colaborar en el desarrollo de un nuevo estándar: el USB-C con el fin de amenizar la compatibilidad y reducir los residuos y la sobreproducción a manera de cables que no son compatibles entre sí o que se vuelven obsoletos por voluntad de la empresa que los desarrolla, con el afán de cumplir con las presiones de los gobiernos en pro de los objetivos de sostenibilidad (Arturi, 2021).

Una de las formas en las que las empresas están mitigando el problema de la dificultad de administrar OI es mediante la incorporación de agentes especializados en innovación abierta. Según Chen et al. (2016) los OIIs (Open Innovation Intermediaries o Intermediarios de la innovación Abierta) actúan como agentes o corredores en cualquier aspecto del proceso de innovación entre dos o más partes, realizan una amplia variedad de actividades en el proceso de innovación y se describen como agentes, corredores o mercados que facilitan la coincidencia entre una tecnología y un mercado (p.1085) crean vínculos entre las empresas que buscan conocimiento externo con proveedores de soluciones altamente calificados a nivel global, y reducen los costos de innovación asociados (p.1085). Como ejemplo, las empresas del sector energético buscarían a una empresa especializada en la búsqueda de soluciones en este sector y con cierta reputación,

estas comentarían sus desafíos a ellas, e intentarían crear un puente entre otra empresa con problemas similares con el fin de trabajar las tres en una solución conjunta, Algunas empresas dedicadas a este trabajo son InnoEnergy, GreenTown Labs, Plug and Play's Energy & Sustainability Innovation Platform, entre otros.

A manera de combinar estrategias y realizar sinergias entre OI y otras metodologías de innovación para potenciar los beneficios de esta metodología y mitigar algunas de sus debilidades, se pueden encontrar ciertos casos y artículos académicos. Por ejemplo, el artículo de Brooke et al. (2022) discute que el mayor beneficio de Design Thinking se da cuando las empresas combinan su modelo operativo con una estrategia empresarial como Open Innovation o la Gestión de la Cultura (p.158). Además, se menciona el papel de los sistemas de medición de la innovación, los sistemas de etapas y puertas, y el descubrimiento científico en el proceso de innovación, todos importantes y de los que ciertamente ambas metodologías carecen por lo general. Artículos como el publicado por Loderer y Kock (2021) estudian la relación entre estas dos metodologías de innovación considerándola como positiva, mientras que otros como Hawryszkiewicz y Alqahtani (2020) proponen un modelo en específico para la implementación del Double Diamond DT y OI en el sector público.

La diferencia entre DT y OI radica por ende en que Design Thinking es inherentemente un proceso de innovación y OI es un modelo de innovación (según el marco conceptual del presente proyecto). Pero ¿qué puede llegar a ocurrir si se fusionan dos modelos de innovación como puede ser el caso de Triple Helix (o sus variantes) y Open Innovation? " Micro- and macro-dynamics of open innovation with a Quadruple-Helix model" es un estudio que se centra en la dinámica de la innovación abierta a nivel micro y macro, y cómo estos sistemas interactúan desde la perspectiva de QDH; es decir, con la industria, el gobierno, la universidad y la sociedad (Yun y Liu, 2019,

p.1). La teoría del cuádruple hélice se menciona en el contexto de la interacción entre diferentes patrones económicos y se sugiere que puede ser parte de un ciclo de vida que comienza con una economía de innovación abierta, pasa a una economía de innovación cerrada, luego a una economía de innovación social y luego vuelve a la economía de innovación abierta para buscar nuevas tecnologías y mercados (p.5). el documento se refiere a las teorías del triple, cuádruple y quíntuple hélice, que identifican las conexiones entre varios actores (p.10). Por ejemplo, la teoría de la triple hélice demuestra un modelo de innovación no lineal a través de las interacciones entre la universidad, la industria y las políticas gubernamentales (p.5); diferencialmente, la cuádruple hélice introduce el papel de la sociedad civil, los medios de comunicación y el público basado en la cultura. Este modelo también sirve para esquematizar las necesidades que la sociedad presenta y cómo las innovaciones que se producen a favor de ella se ven afectadas por los cambios políticos y el sistema legal, como es el caso de Costa y Matias (2020). Esta perspectiva de la Open Innovation se podría pensar como una extensión sinérgica de la Quadruple Helix, en la cual la Industria interactúa entre sí, logrando que este componente se fortalezca, la conexión que se logra entre la Open Innovation de las empresas y los otros componentes de la Triple o Quadruple Helix (depende del contexto), pueden ser logradas a través de las ya mencionadas OII.

Otra combinación encontrada en la literatura es la dada entre Agile y OI. Xu y Koivumaki (2019) analizan cómo este enfoque puede ser beneficioso en el contexto de la innovación abierta, del mismo modo analizan otras metodologías usadas con el mismo fin que Agile, pero tienen aproximaciones distintas; como es el caso del método de Causación/predicción y efectución, concluyendo que la incorporación de Agile se encontró como la más eficiente, y que combinado con OI puede proporcionar varias ventajas, como la capacidad de responder rápidamente a los cambios, la capacidad de llevar productos y/o servicios valiosos a los clientes de manera más

eficiente, y la capacidad de recopilar un mayor grado de datos e información sobre los enfoques utilizados en la investigación (p.6); en resumidas cuentas,

## **7.2 Design Thinking**

El Design Thinking (en adelante DT) es una metodología que se enfoca en la proliferación de la creatividad y se centra en el usuario para la resolución de problemas y la innovación. Desde sus inicios, este campo ha experimentado una importante evolución. Contrario al enfoque hacia las "contradicciones técnicas" de TRIZ, DT surgió a mediados y finales del siglo XX como un nuevo enfoque para la resolución de problemas, en gran medida como respuesta a los complejos "problemas complejos" ('wicked problems' en inglés) que desafían las metodologías científicas y de ingeniería tradicionales (Buchanan, 1992). En los últimos años ha irrumpido con fuerza en el sector energético. Las empresas han reconocido su potencial para fomentar la creatividad, facilitar la resolución de problemas y promover la innovación, especialmente en lo que se refiere al desarrollo de soluciones energéticas sostenibles centradas en el usuario, según Rajiani & Kot (2018) porque permite investigar cómo los valores personales de los consumidores influyen su percepción y adopción de innovaciones, la mejora de la gestión de la energía mediante herramientas digitales y la creación de nuevos modelos de prestación de servicios energéticos. Y no limitado a esto DT es reconocido por su versatilidad, que se debe en gran medida a su enfoque primariamente hacia los principios, más que a pasos rígidos, lo que permite aplicarlo en diversos contextos e industrias (Liedtka, 2018, p.5).

### ***7.2.1 Fortalezas y Desafíos de Design Thinking en la actualidad***

Micheli et al. (2019) quienes elaboran una síntesis de conceptos fortalezas y debilidades de DT resaltan que este enfoque se caracteriza por su capacidad para abordar problemas del mundo real que son inherentemente complejos y no pueden ser resueltos completamente de la "manera correcta", ofreciendo una alternativa a los métodos de resolución de problemas lineales tradicionales. En dicho artículo se realiza un análisis de conglomerados de los atributos de Design Thinking, dentro de los que destaca: razonamiento abductivo, la capacidad de visualizar, la mezcla de racionalidad e intuición, la visión gestáltica, la colaboración interdisciplinaria y la tolerancia a la ambigüedad y al fracaso. Otros estudios como el elaborado por Dosi et al. (2018) definen otros atributos característicos de la mentalidad de DT:

Tolerancia - Resiliencia - Sentirse cómodo con la ambigüedad - Incertidumbre. Abrazando el riesgo. Centrado en el ser humano. Empatía y conciencia del proceso. Visión holística. Replanteamiento del problema. Trabajo en equipo. Colaboración interdisciplinaria. Abierto a diferentes perspectivas. Orientado al aprendizaje. Aprender del fracaso. Inteligencia experiencial. Cuestionamiento crítico. Pensamiento abductivo. Confianza creativa. Deseo de marcar la diferencia. Optimismo para influir. (p.1996)

Alineándose a estos atributos se encuentra Lim et al. (2022) que la define como un enfoque orientado a la demanda, que requiere empatía, pensamiento integrador y experimentalismo, y se aplica en la investigación y desarrollo (I+D). Estos atributos no solamente son aplicados en el diseño de productos sino también pueden ser partes fundamentales de la filosofía que DT engloba. Stigliani y Elsbach (2018) argumentan que el pensamiento de diseño, más allá de ser un conjunto de herramientas, puede ser un componente cultural esencial de las organizaciones, pudiendo equilibrar la exploración de nuevos conocimientos (innovación) y la explotación del conocimiento

actual (eficiencia). Esto se logra a través de ciclos de aprendizaje experiencial que se activan mediante herramientas de DT. Estas herramientas pueden ayudar a las personas a "aprender a aprender" y, cuando se integran en la cultura organizacional, pueden contribuir al aprendizaje organizacional (p.26). Acción que incluso se puede convertir en un reto por si mismo, desafío que autores como Odam & De Vries (2020) enfrentan de manera innovadora mediante el análisis de un Modelo de Curva de Aprendizaje Multifactorial (MFLC).

El cambio climático y la necesidad de prácticas sostenibles son desafíos universales que atraviesan diversas industrias, desde la energía hasta la aviación y el desarrollo de productos. La metodología de Design Thinking se ha posicionado como una solución integral para abordar estas problemáticas. En Ecuador, la industria energética ha utilizado el Modelo Choke para encontrar cuellos de botella para mejorar la eficiencia energética y la producción en campos petroleros maduros, optimizando así la gestión de recursos (Blagu et al., 2022). En Indonesia, el mismo enfoque ha ayudado a identificar y entender a los consumidores potenciales para la iniciativa de aviación verde, alineando los valores personales con las innovaciones sostenibles (Rajiani & Kot, 2018). Asimismo, para la creación de productos con menor emisión de carbono, el Design Thinking ha facilitado la integración de consideraciones ambientales en todas las fases del desarrollo de productos, resultando en soluciones que satisfacen tanto las demandas del mercado como las ambientales. En conjunto, estos ejemplos ilustran cómo el Design Thinking no solo resuelve problemas específicos, sino que también promueve un cambio transformador hacia la sostenibilidad en múltiples contextos (Lim et al., 2022).

Sin embargo, Stigliani y Elsbach (2018) también advierten que la adopción de cualquier nueva práctica de trabajo puede ser superficial y responder a una "moda" de innovación. Sugieren que se necesita más investigación para revelar cómo las organizaciones de DT podrían aprovechar

mejor los procesos experienciales que generan para desarrollar estrategias comerciales útiles (p.27).

La ambigüedad inherente al proceso de DT puede suponer un reto para quienes están acostumbrados a métodos más estructurados y predecibles. Como se menciona anteriormente, DT acepta la incertidumbre y promueve la iteración, lo que puede resultar incómodo y difícil de gestionar, sobre todo en las primeras fases de un proyecto (Kimbell, 2011). A menudo, los estudiantes o profesionales de la industria han sido adoctrinados en contextos particulares de aprendizaje donde se espera que el conocimiento sea definitivo y fijo, en lugar de emergente y flexible. En este sentido, una de las principales funciones de los facilitadores de DT es equipar a los participantes para que abracen la ambigüedad (Greenwood et al., 2019). Además, la amplia aplicabilidad del DT puede llevar a veces a su uso excesivo, cuando se aplica a problemas para los que puede no ser el método más adecuado. Reconocer cuándo y dónde utilizarla es una habilidad en sí misma (Sköldbberg et al., 2013). Como expresa BenMahmoud-Jouini y Carlgren (2022): “La implantación del Design Thinking en las organizaciones ha obtenido resultados desiguales y aún quedan varios retos por resolver”.

Design Thinking sin embargo ha destacado en el sector energético por su capacidad para resolver problemas basados en las necesidades de los stakeholders, en este sector siendo el desarrollo sostenible, la cooperación con el sector público y el diseño o transición a ciudades inteligentes y sostenibles, e incluso en algunos de estos estudios se pueden observar ciertas estrategias que suponen una solución a las limitaciones del uso de esta metodología.

Por ejemplo, Nnaji et al. (2019) realizan la modelización y gestión de microrredes inteligentes para la electrificación rural en África subsahariana, con un enfoque particular en Nigeria. Utilizan Design Thinking en su estudio para garantizar que las soluciones propuestas sean

adecuadas para el contexto de la electrificación rural en Nigeria. Desarrollando soluciones que no sólo sean técnica y económicamente factibles, sino también adecuadas para el contexto para el que se desarrollan. Esto es especialmente importante dado que, las soluciones que pueden ser efectivas en un contexto pueden no serlo en otro. Sin embargo, el estudio no brinda perspectivas de cómo se llegó a las soluciones planteadas mediante el uso de DT.

En otro caso Martins et al. (2020) en su estudio de aplicación de DT a los proyectos de vivienda inteligentes con el fin de aumentar la eficiencia energética plantea una serie de estrategias analizando las soluciones de centradas en el usuario utilizando métodos y herramientas para recopilar y analizar datos, generar y seleccionar ideas, y finalmente implementar y evaluar soluciones mediante el uso de las 4D. Lo innovador de este estudio radica en el uso de una plataforma de crowdsourcing para recoger ideas de una amplia gama de personas sobre cómo imaginaban vivir en un hogar inteligente, lo cual según los autores permitió recoger una gran cantidad de ideas y soluciones potenciales para el hogar inteligente (p.2).

Otro caso de estudio similar en el sector energético es el desarrollado por Tushar et al. (2020) que incorpora el enfoque realizado para la gestión inteligente de energía ya anteriormente utilizado en una universidad pública en el que, con el fin de documentar los hallazgos realizados mediante DT, se implementó un marco de trabajo de cuatro dimensiones (4D): “Descubrimiento, Definición, Desarrollo y Entrega” (p.1). El estudio logro identificar mediante encuestas ciertos conflictos de necesidades entre los stakeholders (usuarios, gestores de instalaciones y propietarios de edificios) y presenta un esquema de varios comportamientos encontrados en los usuarios con relación al control de la iluminación y el uso del aire acondicionado, encontrando así que no hay una solución única para todos los usuarios, sino que existen por lo menos ciertos comportamientos que requieren un tratamiento diferente con respecto a otros.

Cabe destacar que en este estudio se logró documentar y enmarcar las necesidades del mercado, y creó modelos visuales que permitieron no sólo a los investigadores sino a cualquiera que hace una revisión de este artículo conocer todos los pasos que llevaron a las conclusiones que este estudio entrega, incluso sus errores; algo en lo cual Design Thinking es comúnmente criticado. Según Greenwood et al. (2019), quienes exploran el "bueno", el "malo" y el "feo" del DT, mencionan que el "feo" de esta metodología radica precisamente a la ambigüedad y el desorden que a menudo enmarcan el trabajo que se realiza, pero que a menudo se intenta ocultar, borrar o negar. Los autores argumentan que esta ambigüedad y desorden son, de hecho, aspectos que deben ser abrazados en lugar de negados (p.417).

### ***7.2.2 Tendencias en Design Thinking***

Dragičević et al. (2022) en su artículo "Design thinking capabilities in the digital world: A bibliometric analysis of emerging trends" realiza un análisis bibliométrico de la literatura multidisciplinaria sobre DT relacionada con las capacidades relevantes para el mundo digital en la educación superior y en los entornos empresariales. El objetivo es arrojar luz sobre la estructura intelectual de esta literatura, destacar las tendencias actuales y sugerir estudios futuros para avanzar en los fundamentos teóricos y empíricos, revelando seis tendencias dentro de los que destacan: Empoderamiento de los aprendices con y a través de las tecnologías digitales, Cultivar capacidades dinámicas para la innovación y la transformación digital, Manejo de demandas conflictivas de la transformación digital, Conexión entre el mundo humano y tecnológico, Conexión para el servicio, el valor social y la sostenibilidad, Facilitación de la interdisciplinaria. (pp.12-13)

El mismo artículo también revela dos posibles direcciones para futuras investigaciones en Design Thinking. El estudio sugiere que la investigación futura podría incorporar diferentes metodologías y niveles de análisis para aportar más diversidad y rigor al discurso científico de DT (p.13). Por ejemplo, se podría examinar cómo las características individuales específicas, las habilidades y las acciones emergen para crear capacidades organizativas que apoyen la transformación digital centrada en el ser humano y sostenible utilizando medios cualitativos o cuantitativos. (p.13)

La transformación de Design Thinking hacia metodologías más convenientes de acuerdo a la fase en la cual la innovación se encuentra también existe, por ejemplo, generando filosofías de innovación como el pensamiento Convergente y Divergente se utilizan para generar y luego priorizar ideas creativas para resolver problemas (Astudillo et al., 2021).

Y es que ya existen instancias en las que la combinación con otras metodologías hace posible que DT pueda sobrellevar sus mayores dificultades, debido a su naturaleza de filosofía de innovación más que de un proceso de innovación propiamente dicho, integrarlo con otras metodologías más rigurosas o que tienen un aspecto más procedural como lo puede ser el ya visto caso de TRIZ mitiga precisamente esa característica. Da Silva (2020) expone:

En esta propuesta final, el DT siguió siendo el principal enfoque rector y TRIZ se aplicó únicamente en el momento en que el proyecto el momento en que el proyecto necesitaba un enfoque técnico-analítico, generación de ideas y, poco después, el momento de priorización y selección de los mejores conceptos que pasarían a las siguientes fases del NPD (New Product development).

Esto nos puede llevar a inferir qué DT por sí solo sale a relucir sobre todo al momento en el que se le utilizado en un problema que envuelve necesariamente al ser humano en la ecuación;

sin embargo, a pesar de que es posible implementar esta metodología en problemas técnicos, existen por tanto aproximaciones más idóneas para resolver este tipo de problemas, como es el caso de TRIZ. Por ejemplo, en la transición hacia vehículos eléctricos (VE) un hipotético equipo diseñaría estaciones de carga modulares y estéticamente agradables que se integran armoniosamente en el entorno urbano, ofrecen información educativa sobre VE y tienen la capacidad de adaptarse a diferentes velocidades de carga según las necesidades, esta última representando desafíos técnicos en diferentes niveles (para los cuales TRIZ o IDM son más idóneos), que desembocaría de la implementación de DT en la generación de ideas.

Continuando con la integración con otras metodologías, se encuentra que existe un uso frecuente y conjunto entre la metodología Agile (o ASD) y DT. En un estudio realizado por Pereira y Russo (2018) se construye una revisión sistemática de la literatura para evaluar cómo se utiliza el enfoque de DT junto con ASD. Se recopilaron, categorizaron y revisaron 29 artículos relacionados con este tema (p.778) donde se destaca que el modelo que integra el enfoque de DT (publicado por la Organización Internacional de Normalización (ISO)) y Scrum (como una metodología ágil) compone el modelo integrado más utilizado con frecuencia. El estudio sugiere que la integración de DT y ASD puede mejorar la eficacia de la innovación en el desarrollo de nuevos productos durante la fase de desarrollo conceptual. (p.780)

Esta sinergia también se puede encontrar en el artículo “Continuous Software Engineering with Special Emphasis on Continuous Business-Process Modeling and Human-Centered Design” que incorpora DT, ASD dentro de un mismo modelo de innovación. El propósito de este es sacar ventaja del hecho de que DT se centra en las tareas que los usuarios deben realizar, la usabilidad y la experiencia del usuario. Estos aspectos a menudo no son el foco principal para los ingenieros de software, que tienden a centrarse más en los aspectos técnicos de una aplicación. Al integrar

DT con ASD, se puede asegurar que se consideren las necesidades y experiencias del usuario durante el desarrollo del software (p.1). Otra gran ventaja viene del lado de la metodología ASD que en un principio concentra la mayor cantidad de recursos humanos en el desarrollo del Producto Mínimamente Viable, y luego requiere menos personal para realizar los cambios y adaptaciones para llegar al producto final, liberando así recursos humanos fundamentales en la finalización del PMV para iniciar la ejecución de nuevos proyectos (p.2).

Entendiendo que autores como Blagu et al. (2022) reconocen a estas metodologías de empatía como vitales para el diseño de productos desde el inicio hasta el final de su vida, una empresa emergente en el sector de la movilidad eléctrica cuyo desafío fuera el de desarrollar una aplicación móvil que permita a los usuarios encontrar estaciones de carga, reservar horarios de carga y realizar pagos de manera eficiente podría implementar DT+ASD. El proceso de Design Thinking revelaría que los usuarios quieren, por ejemplo, una integración con sus calendarios, alertas cuando las estaciones cercanas estuvieran disponibles, y una forma rápida de comparar precios entre diferentes estaciones. La combinación de DT y ASD permitiría que el primer Producto Mínimamente Viable (PMV) se centre en esas características clave identificadas y que, gracias a las iteraciones ágiles y la retroalimentación constante de los usuarios, la aplicación se refine continuamente y se adapte a las demandas cambiantes del mercado, y a procesos de reciclamiento o de transición a nuevas tecnologías y por tanto obsolescencia.

Siguiendo con las sinergias con DT, Magare et al. (2021) van más allá creando una nueva metodología a la que denominan Intelli-A que mapea inherentemente el enfoque de DT en la metodología ágil, y además incluye otros conceptos que pueden ayudar específicamente durante el desarrollo de software incluyendo: los ciclos de desarrollo de software, la Ingeniería de Software Continua, la Ingeniería de Procesos de Negocio Continua y el Diseño Centrado en el Humano

Continuo (p.529). Este marco se presenta como una solución para identificar no solo los requisitos explícitos, sino también los implícitos de manera muy aguda durante el desarrollo de software (p.530). El objetivo de los autores al crear una nueva metodología es que a diferencia de otros marcos que intentan forzar la integración de DT y ASD, Intelli-A mapea inherentemente el enfoque de DT en la metodología ágil. Esto significa que la integración se realiza de manera natural y cognitiva, sin imponerla externamente (p.531).

Otra interacción comúnmente encontrada en la literatura es la existente entre DT y el modelo de Quintuple Helix. Bartoloni et al. (2022) en: "Towards designing society 5.0 solutions: The new Quintuple Helix - Design Thinking approach to technology" se centran en cómo se puede utilizar el enfoque de DT y Quintuple Helix para diseñar soluciones para la Sociedad 5.0. Este marco se presenta como una solución para explotar el potencial de las tecnologías de la Industria 4.0 para resolver importantes problemas sociales, en este caso, se encontraron con una importante interacción entre las regulaciones y normatividad de la salud del gobierno italiano (p.4), y la interacción entre las diferentes partes de la Quintuple Helix permitió una retroalimentación conjunta y una cooperación sistemática, además de su flexibilidad y versatilidad dada por las herramientas de Design Thinking de empatizar con los stakeholders y reaccionar acordemente ajustando sus soluciones a los nuevos problemas enfrentados (p.9).

Según Dragičević et al. (2022) también se sugiere que los esfuerzos de investigación futuros se lleven a desarrollar modelos conceptuales de currículo y pedagogía basados en una visión dinámica de las capacidades de Design Thinking. Bustard et al. (2022) sugiere la integración de DT y QH para la eficacia de la innovación en el desarrollo de nuevas soluciones para problemas educativos durante la fase de desarrollo conceptual (p.15) y sugiere el modelo POLARIS, que se utiliza para diseñar y gestionar soluciones complejas de aprendizaje activo. Este marco se presenta

como una solución para explotar el potencial de las tecnologías de la Industria 4.0 para resolver importantes problemas educativos, en este caso para la enseñanza y pedagogía del Marketing Digital. Así, los líderes del curso y/o los miembros clave del profesorado podrían aprovechar el DT a través de POLARIS para integrar mejor el pensamiento de los stakeholders de áreas más amplias de influencia desde el exterior (económico, social, político, etc.) y dentro de la academia (por ejemplo, aprendizaje digital) que pueden añadir valores al currículo y a la pedagogía (p.13). A manera de conclusión esta fusión permite extender el concepto de stakeholder del DT hacia una mirada más profunda y multidimensional que comprende todos los aspectos anteriormente mencionados, prestando más atención a las interacciones que ocurren entre los integrantes de QH. Este enfoque podría ser usado, por ejemplo, ante desafíos como el de integrar fuentes de energía renovable en distintas comunidades, usando DT para entender las necesidades y comportamientos de las comunidades, y diseñando soluciones directas a las mismas, usando el enfoque de QH para alcanzar a distintos stakeholders fundamentales, definiendo regulaciones con el gobierno, buscando alianzas con otras empresas para financiamiento y apoyo logístico, e incorporando iniciativas de conciencia ambiental para garantizar sostenibilidad.

### **7.3 Modelos de Hélice**

Los modelos de Hélice, en concreto los de Triple Helix (en adelante TH) de la cual parte el desarrollo de esta clase de modelos, se utilizan para fomentar el crecimiento económico regional y promover el emprendimiento a través de la comprensión de las dinámicas de interacciones entre tres esferas institucionales: universidad, industria y gobierno (Etzkowitz y Yuzhuo, 2020, p.191) (Lee & Mwebaza, 2020). También tiene en cuenta las interacciones dinámicas entre las tres esferas a través de "tomar el papel del otro" en contextos donde uno o más de estos actores de la TH son

débiles o están restringidos para actuar (Etzkowitz, 2008). El concepto ha sido utilizado por varias organizaciones, desde municipios hasta agencias internacionales, como un marco para fomentar la interacción y la innovación sin reconocer completamente o tener una comprensión completa del concepto (Etzkowitz y Yuzhuo, 2020, p.204).

Ranga y Etzkowitz (2013) también discuten el concepto de sistemas de TH como un constructo analítico que sintetiza las características clave de las interacciones de la TH con el enfoque de los sistemas de innovación. Los sistemas de TH se mantienen por tres aspectos clave, a saber: los componentes en los sistemas, las relaciones entre los componentes y las funciones de los sistemas. Los componentes básicos consisten en las esferas institucionales de la universidad, la industria y el gobierno (p.205).

### ***7.3.1 Fortalezas y Desafíos de los Modelos de Hélice en la actualidad***

En el sector energético, los modelos de Hélice han demostrado ser herramientas poderosas para abordar y resolver problemas complejos a través de la colaboración entre diferentes sectores de la sociedad y que impactan de manera directa al sector energético. Petrushenko et al. (2021) aplicaron el Modelo N-tuple Helix para acelerar el desarrollo sostenible en economías en transición, creando parques eco-industriales en Ucrania que integran sostenibilidad y crecimiento económico. Zakari (2020) utilizó el Modelo Cuadruple Helix para abordar problemas urbanos complejos en Níger, incluyendo el consumo energético entre otras problemáticas como la rápida urbanización, desigualdad social, congestión del tráfico, y problemas medioambientales, aplicando la co-creación de conocimientos y minería de datos inteligentes. De la Vega et al. (2019) analizaron el impacto de las decisiones políticas en el desarrollo sostenible de América del Sur utilizando el Modelo Quintuple Helix, cruzando información de varios subsistemas para influir en las políticas

públicas. De Miranda et al. (2021) recurrieron al Modelo Quintuple Helix para alinear las competencias neurocognitivas con las demandas del sector energético, promoviendo un enfoque integrador y sostenible. Lee et al. (2020) destacaron la importancia de la colaboración entre academia, sector privado y gobierno para impulsar la innovación en tecnología climática, aplicando el Modelo Triple Helix para superar barreras en la investigación y desarrollo y facilitar la transferencia tecnológica en el contexto del cambio climático global. Estos estudios muestran la versatilidad y la fuerza de los Modelos de Hélice para fomentar la innovación y la sostenibilidad en el sector energético, destacando su capacidad para integrar diversas perspectivas y conocimientos en búsqueda de soluciones efectivas.

Como se puede observar los modelos de hélice han sido adoptado por diversas organizaciones desde municipios hasta agencias internacionales como marco para fomentar la interacción y la innovación entre ellas, Situación que también sea presentado con modelos inspirados en la TH. Por ejemplo, Agyarko et al. (2020) realiza un análisis de las barreras a la adopción de políticas y programas de eficiencia energética en los hogares de Ghana, particularmente en el África subsahariana, y cómo han logrado superar estas barreras. Ghana implementó esta innovación a través de una fuerte interacción y compromiso de la academia, el gobierno, la industria privada y los medios de comunicación/público. En su forma general, esta interacción y transformación socioeconómica de cuatro factores ha sido teóricamente modelada como un modelo de innovación de Quadruple Helix (p.8).

Según Etzkowitz y Yuzhuo (2020) algunos escépticos argumentan que Triple Hélice es un concepto normativo más que un marco teórico neutral y critican el modelo por carecer de fundamentos teóricos sólidos (Viale y Pozzali, 2010, p.576). Otros sugieren que tiene un poder

explicativo limitado para muchos problemas prácticos particularmente al comparar entre diferentes contextos (Etzkowitz y Yuzhuo, 2020, p.195).

El modelo TH es desafiado por la proliferación de hélices, incluso por el mismo autor quien acuñó en primera instancia dicho término. Teniendo en cuenta el "público basado en medios y cultura" (Carayannis y Campbell, 2012) se sostiene que un modelo expandido es más oportuno y adecuado para abordar nuevas características en la sociedad contemporánea, particularmente relacionado con el papel de los ciudadanos (Etzkowitz y Yuzhuo, 2020, p.204) como el caso de Quintuple Helix que incluye a los entornos culturales (De Miranda et al., 2021) (De La Vega et al., 2019) (Kitsios et al., 2021). Por ejemplo, en el artículo observado anteriormente sobre la eficiencia energética de los hogares en Ghana, se puede observar una gráfica que refleja de manera sutil la desconexión que existe entre los ciudadanos y el proyecto analizado, desde el año 2013 la venta de refrigeradores usados disminuyó drásticamente, resultado de fuertes políticas en la importación de refrigeradores ineficientes, lo cual desde la perspectiva del gobierno y las compañías energéticas ayudó a solucionar la problemática relacionada con el consumo de energía, sin embargo, la compra de refrigeradores usados en los años anteriores refleja una necesidad de la población por el aumento de su nivel de vida, quienes su capacidad adquisitiva solo les permitía comprar refrigeradores usados, y que gracias a las duras políticas implantadas, ya no podrán tener acceso a este electrodoméstico esencial debido a su bajo nivel adquisitivo y alto precio de los refrigeradores nuevos. La demanda no desapareció, pero la oferta sí, creando un vacío aún más grande que puede por tanto significar un aumento aun mayor en los precios de los nuevos electrodomésticos con respecto al momento anterior en el que se implanta esta política. Es una solución, ciertamente, pero incluir a la población y empatizar con ella, conociendo sus necesidades, hubiera llevado a soluciones que respondieran a las necesidades de todos.

McAdam y Debackere (2017) reconoce el papel emergente de los usuarios finales/clientes en los sistemas de innovación regional y la dinámica de las relaciones resultantes. También evalúa la efectividad de los mecanismos de colaboración de los interesados regionales dentro de un Modelo de Innovación de Cuádruple Hélice (p.5). En Flandes, por ejemplo, algunas ciudades pequeñas sienten que los esfuerzos de colaboración de Quadruple Helix deberían llevarse a cabo a nivel regional en lugar de local. Algunas administraciones de la ciudad han crecido más escépticas del concepto y algunas lo están abandonando por completo (p.6). Pese a esto, se sugiere un enfoque más crítico, pues podría ser beneficioso ya que la colaboración de Quadruple Helix es más probable que se busque solo cuando sea relevante para todos los interesados, aumentando su impacto potencial (p.7).

Aunque el modelo Triple Hélice está firmemente arraigado en la teoría sociológica clásica y la economía institucional, se espera que las perspectivas interdisciplinarias de varias teorías de las ciencias sociales se utilicen para mejorar aún más la base teórica del modelo. Sin embargo, para ser más útil, se debe remediar la brecha en la ciencia social aplicada, aparte de la economía (Etzkowitz y Schaflander 1969, p. 25).

### ***7.3.2 Tendencias en los Modelos de Hélice***

Sería natural pensar que las tendencias en la evolución de TH como metodología de innovación se dirigen hacia la adición de nuevas hélices dentro del modelo. Sin embargo, existen dos vertientes que defienden la evolución del modelo desde la creación de nuevas herramientas dentro de la misma como pasar de un modelo menos explicativo y más estratégico, con la inclusión de métricas para analizar la efectividad de la innovación y la participación de cada hélice como es

el caso de Etzkowitz y Yuzhuo (2020); mientras que otros quieren modificarlo fundamentalmente, esto es, añadiendo más hélices (McAdam y Debackere, 2017).

Por ejemplo, en pro de mejorar TH como modelo de innovación, Etzkowitz y Yuzhuo (2020) reconoce ciertas limitaciones, como su capacidad para manejar adecuadamente el entorno globalizado de los sistemas de innovación a través de la cooperación internacional, que necesita una mayor especificación (p.206). También propone una extensión al modelo de Triple Hélice, incorporando la institución legislativa e incluyendo el papel de la cooperación internacional como un acelerador del proceso de transferencia de conocimiento científico y tecnológico de los organismos que lo generan a la industria (p.207).

Añadir más hélices al modelo produce que en efecto se tengan en cuenta nuevos actores dentro del proceso de innovación pero al mismo tiempo pone en evidencia que el afán de incluir uno nuevo siempre va a traer a colación de que se están ignorando a otros, situación que se ha intentado superar mediante la inclusión de nuevas hélices, lo cual hasta cierto punto puede llegarse a convertir en un paradigma en el que aparecen cada vez nuevos actores, provocando que explicar sus interacciones se vuelva más complicado, como también documentar y medir su participación. El modelo se vuelve más ineficientes cuantas más interacciones tenemos en cuenta, sea que, en un contexto u otro, algunas de estas interacciones sean menos relevantes que otras.

La realidad es que cuando se pasa a modelos de cuatro o más hélices se empiezan a encontrar cada vez más stakeholders en el proceso de innovación de determinado caso que, si bien deben ser tenidos en cuenta, existe la posibilidad de que en otros casos de estudio puedan ser otros. Unos consideran a la cultura y los medios de comunicación como la cuarta hélice (De Oliveira Monteiro y Carayannis 2017), otros a las entidades financieras (Galvao et al, 2019), otros a las

corporaciones regionales (Villareal y Calvo, 2015), otros el medio ambiente (Petrushenko et al., 2021) etc.

Todo deja entrever que este modelo es útil para explicar la interacción que puede existir entre las hélices que se estén teniendo en cuenta, más esto no significa que pueda ser capaz de explicar el proceso y modelo de innovación en su totalidad, mucho menos basar el desarrollo de un proceso y de innovación en ella; lo cual, a manera de inferencia, hace complicada su replicación. La invitación de algunos autores (como es el caso de Etzkowitz) es por tanto simplificar el modelo, pero extender el análisis de las interacciones que tiene en cuenta, asumiendo estas limitaciones y entendiendo que es útil para explicar ciertas interacciones que pueden considerarse como generales en cualquier proceso de innovación pero que la aparición de otros actores es única de cada caso de estudio. Sobre todo en el sector energético, en el que a las soluciones planteadas les empiezan a aparecer factores como el ambiental, el social y cultural, o económicos que de no ser tenidos en cuenta, pueden significar el fracaso del proyecto.

El enfoque de otros sin embargo es la de reinventar todo el modelo llegando no solo a cuádruple sino quíntuple e incluso N-tuple Helix, como es el caso de Carayannis et al. (2012) o de Petrushenko et al. (2021) quienes teorizan en la evolución de los sistemas de innovación desde el modelo de Triple Hélice hasta el modelo de Cuádruple Hélice y más allá, y aunque reconoce explícitamente la importancia de la educación superior para la innovación, se argumenta que el Triple Hélice pone el énfasis en la producción de conocimiento y la innovación en la economía, por lo que es compatible con la economía del conocimiento. Sin embargo, este enfoque puede ser limitado ya que no considera otros aspectos importantes como la sociedad y el medio ambiente (Carayannis et al., 2012, p.10).

Finalmente, el documento concluye que, a pesar de las limitaciones, esta investigación logró detectar varias áreas que merecen futura investigación académica. Las políticas similares son necesarias para los modelos de triple, cuádruple y n-hélice para desarrollar la interacción entre los actores de las hélices en las nuevas regiones de especialización inteligente, visión que también comparte Zakari (2020).

En conclusión la metodología TH y semejantes se encuentran en una etapa de validación de sus conceptos, siendo que se pueden reunir todas estas dentro del mismo concepto general de “Helix” la comunidad académica sigue debatiendo cuál de estas metodologías es la más adecuada para explicar el sistema de innovación, y encontrando maneras de adaptarla a los distintos conceptos en los cuales se le busca aplicar, lo cual se puede ver claramente reflejado en el estudio “Triple Helix or Quadruple Helix: Which Model of Innovation to Choose for Empirical Studies?” (Cai y Lattu, 2021, p.261).

#### **7.4 TRIZ**

Como primer método de innovación se encuentra a la metodología TRIZ, concebida en el año 1946 por Genrich Altshuller luego de observar numerosas patentes y analizar cuáles eran los procesos sobre los cuales pasaba una nueva invención desde su prototipo, del mismo modo que observaba cómo pensaban aquellas personas consideradas creativas. Su modelo, aunque aplicable a variados campos, principalmente el de la ingeniería, ha mostrado un valor inestimable en el sector energético (Akçay & Filik, 2019) (Marchionna, 2019). Esta área, cargada de retos y necesidades de soluciones sostenibles, se beneficia del enfoque sistemático de TRIZ (García-Manilla et al., 2019). Dada la filosofía de la metodología, que permite encontrar soluciones a cierto problema desde diferentes aproximaciones, dada la conocida “contradicción técnica”, donde un problema

presenta soluciones cuyas limitaciones se contradicen con un carácter tangible o chocan con el sistema ya existente, se torna crucial en el ámbito energético especialmente en el campo ingenieril del mismo, donde la integración de nuevas tecnologías y la eficiencia son fundamentales. Altshuller desarrolló los 40 Principios de Invención, la Matriz de Contradicción y las Leyes de Evolución de los Sistemas Técnicos, elementos que pueden ser considerados pilares para enfrentar desafíos en la evolución y modernización de sistemas energéticos (Altshuller, 1984).

#### ***7.4.1 Fortalezas y Desafíos de TRIZ en la actualidad***

A pesar de la antigüedad de esta metodología, la evolución de ella no se ha detenido con el tiempo y más bien ha evolucionado, primero en gran parte a la gran popularidad que ya goza entre el gremio de ingenieros, y también porque ha demostrado de todas maneras, a pesar de su carácter incremental, generar nuevas tecnologías e innovación. Las soluciones que este método de innovación arroja son además incrementales y heurísticas. Yan et al. (2022) argumenta:

La metodología TRIZ conducirá a un número relativamente limitado de ideas de solución diferentes en comparación con la metodología creativa convencional, como la tormenta de ideas. TRIZ permite pensar de forma heurística sobre un problema, así como de forma sistemática; ya que proporciona conocimientos extraídos de muchas invenciones de alto nivel.

Su innegable afinidad para resolver problemas de ingeniería le ha posicionado como una de las herramientas más importantes a la hora de desarrollar sistemas complejos, teniendo en cuenta, sin embargo, la disociación que pueden tener las soluciones entregadas a las necesidades de los stakeholders, ya que este sistema está basado en la resolución de problemas técnicos, más no en las necesidades del cliente (Da Silva et al, 2020, p.7).

En el ámbito del sector energético, la metodología TRIZ ha demostrado ser una herramienta robusta para superar desafíos y fomentar la innovación, sobre todo en la búsqueda de soluciones a problemas por su mayoría técnicos. Wang et al. (2018) aplicaron un análisis mixto de patentes y estudios de caso para fundamentar las trayectorias de innovación en tecnologías de energía solar, buscando mejorar la integración y el desarrollo de calentadores de agua solares y fotovoltaicos en China. Elmoustapha et al. (2018) recurrieron al Modelo de Difusión de la Innovación, complementario a TRIZ, para garantizar la adopción de tecnologías de energía limpia y renovable en el Líbano, centrándose en las actitudes y comportamientos de los consumidores. Akçay y Filik (2019) mejoraron los esquemas de pronóstico de la velocidad del viento, crucial para la planificación de la energía eólica, mediante algoritmos optimizados basados en TRIZ. Mercado-Caruso et al. (2020) evaluaron el potencial y las direcciones de difusión de eco-innovaciones dentro de clústeres tecnológicos, utilizando TRIZ para crear escenarios de mercado realistas. Por último, Marchionna (2019) abordó los retos en la industria del petróleo y gas, aplicando principios de TRIZ para reducir costos y tiempos de entrega, fundamental en la transición hacia tecnologías más limpias y eficientes. Estos estudios evidencian cómo TRIZ, con su enfoque sistemático y creativo, puede ser aplicado en el sector energético para promover soluciones innovadoras y sostenibles, alineadas con los objetivos globales de eficiencia energética y reducción de la huella de carbono.

Li et al. (2018) por ejemplo, también hace uso de esta para diseñar un dispositivo de replazamiento para partes vulnerables de un reactor nuclear. Combinando el diseño de todo el equipo de revisión con el entorno de trabajo de sustitución de piezas vulnerables, se obtiene un innovador método de flujo de diseño para el dispositivo (p.10). En otro estudio también elaborado en el campo de la energía nuclear, Wan et al. (2022) en “Innovative Design of Compact Heavy-

Load Independent Transfer Device for Nuclear Engineering System” diseña un dispositivo capaz de cargar el equipamiento pesado que necesita ser transferido hacia adentro de las centrales nucleares, que en condiciones normales necesita una gran operación y espacio; y también consume recursos humanos y tiempo. Sakhrieh et al. (2022) en “Improving Photovoltaic Systems in Jordan Using TRIZ Principle - Overview and Case Study” se enfocó en el mejoramiento de los sistemas fotovoltaicos mediante el uso de la herramienta TRIZ. En esta última se puede observar cómo TRIZ puede sacar su máximo potencial, y es a la hora de encontrar las soluciones más idóneas a problemas técnicos. Y es que uno de los mayores problemas que la energía solar presenta, es la eficiencia que los paneles solares tienen para convertir la luz solar en flujo eléctrico. Según el estudio la metodología TRIZ facilitó un camino sobre el cual los ingenieros puedan enfocar el desarrollo de sus innovaciones en el campo de los fotovoltaicos y que es mediante el mejoramiento de la eficiencia de los materiales que se puede lograr una mayor viabilidad.

Otra área en la cual TRIZ destaca aparte de la capacidad de generar ideas para problemas técnicos es la capacidad que tiene para asistir en la elaboración de estrategias que resuelvan problemáticas basadas en el análisis del estado del arte, por ejemplo, mediante el análisis para determinar en qué fase de la difusión de innovación del mercado se encuentra la tecnología o soluciones que se proponen (Mercado-Caruso et al., 2020). Kou et al. (2022) encuentra mediante el uso de TRIZ los principales factores en el desarrollo de proyectos de energía solar y así mismo las estrategias planteadas según soluciones basadas en esta metodología mediante la aplicación de los 40 principios de TRIZ, realizándoles luego una evaluación de dichas estrategias mediante el modelo DEMATEL. La misma estrategia fue usada por Xie et al. (2021) para la creación de un mapa de estrategias para la inversión en energía nuclear verde, el cual analizó más de dos millones de patentes.

Liu et al. (2020) en “Resource-Constrained Innovation Method for Sustainability: Application of Morphological Analysis and TRIZ Inventive Principles” explica que en años recientes el uso de TRIZ se ha visto cada vez más extendido y genera un esquema que facilita a futuros investigadores la implementación de TRIZ en estas situaciones específicas, es decir logra unificar los principios y estrategias de la innovación limitada por los recursos y TRIZ, y tiene sentido, pues ambas productoras de estrategias son, como ya se menciona, basadas en problemas técnicos, y restricciones económicas y de tiempo.

Sin embargo, según Casner, et al. (2018) la metodología TRIZ presenta ciertas limitaciones que hoy en día debe superar:

TRIZ (...) no garantiza una solución ni la viabilidad o el éxito de la solución. No proporciona soluciones finitas y directamente ejecutables, sólo ideas o conceptos: no proporciona herramientas para concretar una solución estándar. Proporciona, eso sí, un número muy importante de ideas tras la fase de análisis. Las herramientas TRIZ son difíciles, llevan mucho tiempo (sobre todo la fase de análisis del problema) y apenas difícilmente pueden aplicarse sin errores si no se tienen conocimientos previos de TRIZ (p.85).

Recogiendo las ideas de los autores expuestos anteriormente TRIZ ha sido criticado por su complejidad y su pronunciada curva de aprendizaje ya que, a pesar de los intentos de codificar el proceso en programas informáticos y metodologías estandarizadas, sigue considerándose difícil de entender, sobre todo para los principiantes. Su complicada serie de pasos ocasiona que la generación de ideas, por la cual esta metodología se destaca, tarde más tiempo de lo que demora al mercado cambiar sus tendencias, sobre todo en un sector tan variable como el energético, por lo que, al momento de culminar el desarrollo de la innovación, el mercado ya habrá cambiado, o las

necesidades serán diferentes. Esto puede dificultar su adopción generalizada. Es por eso que empresas como Samsung han tenido que crear un sistema única y exclusivamente con el fin de enseñar TRIZ a sus investigadores y laboratorios, tal y como se explica en un artículo publicado en la revista Forbes (2013):

En Samsung, hasta el director general de la filial tiene que recibir formación sobre TRIZ. Viendo las distintas presentaciones, calculo que los ingenieros reciben unos 15 días de formación más 7 días de trabajo en proyectos específicos. Es toda una inversión en método y personas.

Aunque TRIZ se originó en los sistemas técnicos y la ingeniería, cada vez se aplica más a ámbitos no técnicos como la empresa, la gestión y los asuntos sociales. Sin embargo, la adaptación de las herramientas y técnicas TRIZ a estos ámbitos no técnicos sigue siendo un reto. La eficacia de la matriz de contradicciones y los 40 principios, por ejemplo, no está tan bien validada en estos campos como en la ingeniería y la tecnología (Cavallucci et al., 2012).

Hua et al. (2006) explican en un análisis de literatura enfocado en la metodología TRIZ y sus integraciones con otros métodos:

Encontramos que algunas metodologías propuestas están sobre integradas con diferentes herramientas. Esto hace que sean demasiado pesadas y que se vea afectado su rendimiento. (...) ¿son necesarias todas las tecnologías contenidas en esas metodologías para desarrollar con éxito un producto? Es evidente que las empresas no pueden permitirse tener suficientes recursos humanos formados en todas esas técnicas en su departamento de desarrollo (p.11).

A manera de conclusión, encontrar una solución factible que solucione las limitaciones de TRIZ puede chocar o resultar contra intuitivo. En este caso, la vasta experticia que es necesaria para ejecutar TRIZ resulta en una reducción en el rendimiento de la metodología que se busca

integrar y que puede llegar a ser incluso más importante que la ejecución de los distintos procesos que TRIZ tiene, lo cual puede ser perjudicial en un sector tan cambiante y volátil como lo es el sector energético. Incorporar o intentar fusionar entonces una nueva metodología puede resultar en la mayoría de los casos en una ejecución incluso más lenta que TRIZ por si sola, y que hasta cierto punto puede resultar en mayores costos para una compañía, que requiere un compromiso y una gestión del cambio significativos, sobre todo en organizaciones con formas de trabajar muy arraigadas (Sheu y Ho., 2016), tal y como se pudo observar con Samsung.

A pesar de todo esto las soluciones que se han brindado para solucionar estas problemáticas relacionadas con TRIZ hoy como la ya explicada fusión de esta misma con metodologías que logren complementar sus fortalezas o mitigar sus debilidades, y otras que se basan de la creación de una metodología basada en TRIZ que sea más ligera de comprender y fácil de implementar y que permiten la implementación de esta en otras áreas aparte de la ingeniería como se observará en el apartado siguiente.

#### ***7.4.2 Tendencias en TRIZ***

Donde se pueden evidenciar una gran cantidad de avances relacionados con la metodología TRIZ es en la International TRIZ Future Conference que va en su edición número 22 para el año 2022. En el artículo de Casner et al. (2018) citado anteriormente se busca solucionar algunas de las limitaciones que la metodología TRIZ presenta. En este caso, se intenta realizar una fusión entre esta y la metodología Agile. El problema más observado según los investigadores es:

Analizar la situación inicial y su problema y diseñar toda la gráfica del problema con cientos y cientos de problemas técnicos y soluciones parciales (...) se pasa más tiempo

analizando el problema que desarrollando nuevas ideas y conceptos; y aun así saltarse la mayoría de los problemas identificados (p.87)

La solución propuesta es por tanto la de incorporar a Agile dentro de la metodología TRIZ, esta primera teniendo la característica de realizar un prototipado rápido de un producto mínimamente viable pero que al mismo tiempo da la posibilidad a los investigadores de encontrar problemas desde una perspectiva ya más tangible y no hipotética, siendo que Agile empieza a desarrollar cierto prototipo, iterándolo múltiples veces hasta llegar al producto final, dando más tiempo a la creación y generación de ideas que a la identificación de problemas. Esto en contraposición con TRIZ, que identifica primero todos los problemas y luego genera una o una muy limitada lista de soluciones finales (Casner et al., 2018, p.89). Cabe resaltar que esta metodología está en su etapa de prototipo y está sujeta a experimentación y estudio de viabilidad que se extienden a la actualidad.

Un ejemplo de cómo se podría combinar el uso de TRIZ y Agile es visualizar una empresa del sector energético que busca desarrollar una nueva tecnología de almacenamiento de energía renovable. Utilizando únicamente TRIZ, el equipo identifica todas las posibles contradicciones técnicas y problemas que tienen las tecnologías de almacenamiento actuales, como quizás la eficiencia, capacidad de carga, durabilidad y sostenibilidad. Tras este análisis exhaustivo, propone una solución que teóricamente aborda todos estos problemas. Sin embargo, esta solución solo se concibe en papel y no se somete a pruebas prácticas inmediatas. Ahora, al integrar Agile a esta metodología, después de identificar los problemas iniciales, el equipo procede a desarrollar un prototipo básico del nuevo sistema de almacenamiento, basado en las soluciones identificadas con TRIZ. Este prototipo, siendo un producto mínimo viable, se somete a pruebas reales en un entorno controlado. Así se descubre, por ejemplo, que aunque la nueva batería tiene una excelente

capacidad de carga, su tiempo de respuesta ante picos de demanda no es el óptimo. Gracias al enfoque iterativo de Agile, se realizan ajustes en tiempo real perfeccionando el diseño con cada ciclo, hasta que el producto final no solo soluciona los problemas identificados inicialmente, sino que también supera desafíos encontrados durante el proceso de prototipado y prueba. Al final, la empresa cuenta con una tecnología de almacenamiento de energía no solo innovadora en papel, sino probada y optimizada en la práctica.

Para el año 2012 en Japan TRIZ Symposium, Cavallucci de la INSA Strasbourg después de 10 años de desarrollo formalizando la filosofía TRIZ y extendiéndola hacia un enfoque más sistemático introduce Inventive Design Methodology, que logra esquematizar y simplificar el proceso de innovación en cuatro fases principales siendo estas: el Análisis inicial, la formulación de las contradicciones, la síntesis del concepto de la solución y la selección del concepto de la solución.

Conociendo que el análisis de patentes y casos de estudios ya se encuentra establecido como una forma de conocer el estado del arte para la resolución de una contradicción técnica como en el caso de (Wang et al., 2018) y la priorización de tecnologías de acuerdo a la importancia de las contradicciones técnicas (Marchionna, 2019); incluso parte de la generación de ideas e identificación de problemas parte del conocimiento del Estado del Arte, en tanto lo expresado anteriormente, modelos como el de la difusión de la innovación que analizan la adopción o no de la tecnología basados en los comportamientos de los consumidores también son importantes.

La característica por tanto más importante que IDM introduce en años posteriores, es la búsqueda de soluciones a un problema específico mediante la discriminación en el origen del cual proceden las soluciones (datos existentes sobre el tema, el Know How de los expertos, y las patentes y literatura relevante) siendo para ellos lo más importante las patentes, que constituyen

90 o 95% de las invenciones del mundo (Cavallucci, 2019, p.147), realizando una extracción ontológica en las bases de datos de patentes, mediante el artículo “Adquisición de conocimientos orientados a la evolución a partir de textos de patentes” (Rousselot et al., 2011) ha generado algoritmos, procesos y programas computacionales que permiten extraer patentes que puedan ser relevantes para la solución de determinado problema de ingeniería hasta que en el año 2019 en “An Approach Merging the IDM-Related Knowledge” culmina mediante la creación del modelo de red neuronal “Word2Vec”.

Otros esfuerzos como los evidenciados en el artículo “Improving Inventive Design Methodology’s Agility” (Hanifi et al, 2019, p.219) han sido creados en pro de mejorar la agilidad de dicha metodología, proponiéndose incorporación con la filosofía Lean, en la que se eliminan partes del proceso de innovación que no agregan valor al proceso de innovación, así, el estudio reconoce cuatro fases importantes: el Análisis inicial, la formulación de las contradicciones, la síntesis del concepto de la solución y la selección del concepto de la solución (p.281). Mediante el uso de estos métodos se pretende acortar el tiempo que toma a los investigadores llegar de las contradicciones técnicas a la solución.

Usando el ejemplo anterior de la empresa de almacenamiento de energía, en este caso durante la fase de "formulación de las contradicciones" la empresa utilizaría herramientas computacionales para realizar una extracción ontológica en las bases de datos de patentes como el modelo de red neuronal "Word2Vec", identificando patentes relevantes que podrían aportar soluciones o enfoques innovadores al desafío de almacenamiento de energía. Descubren, por ejemplo, tecnologías emergentes en materiales avanzados y sistemas de gestión de energía, que anteriormente no estaban en su radar. Esta inmersión en las patentes no solo les proporcionaría posibles soluciones, sino que también agudizaría su percepción de las contradicciones técnicas a

abordar, integrando en las fases de "síntesis del concepto de la solución" y "selección del concepto de la solución" los conocimientos adquiridos de las patentes con sus propias capacidades y el know-how de los expertos.

En otras tendencias, se observa que una de las más extendidas combinaciones y de las cuales más registros se tiene es la combinación del QFD y TRIZ, que para el año 1999 Yamashina et al. propone esta metodología para el proceso de desarrollo de nuevos productos. Hay que recordar que Quality Function Deployment fue desarrollado en Japón en los años 60 por la empresa Mitsubishi y tiene como especialidad la recolección de información del mercado y del usuario que usa un producto para la elaboración de detalladas especificaciones y planes para diseñar un producto que cumple dichos requisitos (Quality-One, s.f). Naturalmente QFD es usada para encontrar aquellas necesidades del mercado, mientras que TRIZ se encarga de solucionar todas las contradicciones técnicas y llegar al diseño del nuevo producto. En la actualidad esta combinación de metodologías se ha empezado a extender hacia otras disciplinas y sus avances son relevantes en el proceso de innovación que comprende las primeras etapas en el diseño de un producto o servicio, que comprenden la definición del problema y el tratamiento que se le da.

Existen además otras interacciones propuestas por la literatura que TRIZ mantiene con otras metodologías, se puede leer en ella la combinación de esta con Design Thinking. Se puede trazar una similitud en algunos de los procesos de innovación que Design Thinking tiene con los de TRIZ. Da Silva et al. (2020) reconoce estas similitudes y reemplaza el proceso de definir ideas y prototipado con TRIZ, relevando el proceso de entender y observar a Design Thinking, del mismo modo la etapa de testeo se encuentra incorporada en esta nueva metodología (p.12), el autor recalca sin embargo que Design Thinking no debe ser tomado como un método sino como una filosofía general que debe permear la cultura de la compañía (p.5). Por ende, en el ámbito de la

energía, se podría pensar que Design Thinking puede ser el puente que facilite la colaboración entre departamentos como marketing y ventas con el de I+D, alineando esfuerzos hacia una innovación coherente y orientada al mercado.

## **7.5 Agile Methods**

Los métodos ágiles son un conjunto de principios para el desarrollo de software bajo los cuales los requisitos y soluciones evolucionan a través del esfuerzo colaborativo de equipos autoorganizados y multidisciplinarios. Es una respuesta a las limitaciones y los problemas encontrados en las metodologías tradicionales de desarrollo de software. Según Serrador y Pinto (2015) los métodos ágiles dependen de la participación temprana y continua del cliente, tanto en el establecimiento de los objetivos del proyecto como en la retroalimentación a los prototipos progresivos a medida que el proyecto avanza a través de su ciclo de vida. La naturaleza iterativa de Agile permite una interacción frecuente con los interesados, ajustes realizados sobre la marcha, y la redefinición de los requisitos del proyecto a la luz de nueva información o solicitudes del cliente (p.149). En un sector como el energético, en el boom de las energías renovables, la iteración y resolución rápida de problemas esenciales pueden ser claves para poder prosperar en este mercado de constantes innovaciones.

### ***7.5.1 Fortalezas y Desafíos de Agile Methods en la actualidad***

En el dinámico sector de la energía, los métodos ágiles han servido para abordar desafíos contemporáneos, adaptándose a las necesidades cambiantes y facilitando la participación comunitaria. Hill y Duffy (2023) aplicaron métodos ágiles para desarrollar una plataforma de soporte digital que mejora la comunicación y el intercambio de ideas, contribuyendo así a la

energía comunitaria. Por otro lado, Kitsios et al. (2023) utilizaron una combinación de desarrollo ágil y el modelo Quíntuple Helix para fomentar la colaboración entre diversas entidades y promover la innovación iterativa en servicios digitales utilizando datos abiertos. Este enfoque facilitó la creación de un ecosistema de datos abiertos en Tesalónica, proporcionando oportunidades empresariales y abriendo caminos para los desarrolladores de aplicaciones; que entre otros pueden enfocarse, por ejemplo, en el desarrollo de sistemas de información de consumo de energía. Ambos estudios ilustran cómo la implementación de métodos ágiles, caracterizados por su flexibilidad y rapidez, pueden superar obstáculos en el sector energético, permitiendo el desarrollo de soluciones innovadoras que involucran a la comunidad y potencian la creación de valor en entornos tecnológicos complejos.

"¿Funciona Agile? — Un análisis cuantitativo del éxito del proyecto ágil" de Serrador y Pinto (2015) se centra en el análisis del impacto de los métodos ágiles en el éxito de los proyectos ya que, aunque se ha argumentado que los métodos ágiles pueden mejorar la probabilidad de éxito del proyecto, hasta esa fecha, hay muy pocos estudios empíricos a gran escala que respalden esta afirmación. Existen incontables casos de éxito en el sector del desarrollo del software, incluso aquellos aplicados en el sector energético como en el mejoramiento de la comunicación con la comunidad general sobre un concepto y su éxito entre las comunidades a través de una plataforma digital (Hill & Duffy, 2022) (Kitsios et al., 2021) o de la empresa General Electric que ha aplicado metodologías ágiles y de transformación digital para mejorar la eficiencia y el rendimiento mediante una plataforma llamada Predix que utiliza análisis de datos para optimizar el mantenimiento y la operación de activos.

Beaumont et al. (2017) argumentó cómo algunas empresas no basadas en software han combinado con éxito métodos Agile y no Agile de manera complementaria para perseguir la

innovación disruptiva. Las organizaciones están aplicando el enfoque de Phase-Gate a todos sus esfuerzos de innovación, lo que ha creado el ambiente perfecto para la innovación incremental, pero no es propicio para la innovación disruptiva (p.21).

El estudio encontró que la mayoría de las investigaciones que examinan su utilidad han sido anecdóticas, estudios de un solo caso, o basados en tamaños de muestra pequeños en configuraciones de una sola organización o industria. Este estudio también encontró que el uso de Agile tiene un impacto positivo en ambas dimensiones del éxito del proyecto (p.22). Del mismo modo Agile parece funcionar bien independientemente de la complejidad percibida del proyecto.

El documento utiliza una muestra de datos de 1002 proyectos en múltiples industrias y países para probar el efecto del uso de métodos ágiles en las organizaciones en dos dimensiones del éxito del proyecto: eficiencia y satisfacción general de las partes interesadas con respecto a los objetivos organizacionales (p.19). Un aspecto crítico es reconocer que, en muchos aspectos, se realiza más planificación en los entornos Agile, aunque la planificación se distribuye a lo largo de todo el ciclo de desarrollo, en lugar de ocurrir de una manera inicial, única (p.22).

Unos argumentan que es una desventaja que los métodos Agile estén diseñados para utilizar un mínimo de documentación para facilitar la flexibilidad y la capacidad de respuesta a las condiciones cambiantes. Esto implica que se utiliza menos planificación y más flexibilidad en los proyectos ágiles que en la gestión de proyectos tradicional (p.22). En palabras de otros autores "ningún directivo eficaz hace un plan y luego procede a ponerlo en práctica independientemente de lo que ocurra" (Koontz, 1958, p. 54). En conclusión, es necesario tener una planeación, pero también hay que reconocer que los factores externos pueden alterar el curso de los planes y por tanto hay que tener flexibilidad a la hora de desarrollarlos, en otras palabras, adaptarse a la

situación, la relación entre flexibilidad y rigor que un plan deba tener es una cuestión que dependería por tanto del entorno particular en el cual el proyecto se está desempeñando.

Desde esta perspectiva, siendo el extremo rigor parte de las metodologías tradicionales, realizar cambios desde esta a los métodos ágiles requiere un esfuerzo que incluye la necesidad de cambiar la cultura organizacional y los roles tradicionales del gerente de proyecto. Los gerentes de proyecto deben cambiar su papel de planificadores y controladores a facilitadores que dirigen y coordinan los esfuerzos colaborativos de los involucrados en el desarrollo (Nerur et al., 2005, p.4). Incluso con el fin de mejorar la efectividad de las metodologías Ágiles algunos estudios se enfocan en el uso de facilitadores y “entrenadores”; como el descrito por Albers et al. (2020) como “Innovation Coaching”, un rol dentro de los procesos de innovación que se centra en impartir habilidades de resolución de problemas y en controlar conscientemente el desarrollo del equipo (p.1) aquel que ayuda a entender y ejecutar el nivel de agilidad que es apropiada para la organización (p.4).

### ***7.5.2 Tendencias en Agile Methods***

Como se puede observar en el apartado anterior, uno de los grandes desafíos del uso de Agile es encontrar hasta qué punto se debe aplicar la rigurosidad en la ejecución de un proyecto dadas las condiciones y factores externos que están en constante cambio y que pueden alterar el buen desarrollo de un proyecto. No es que esto en sí mismo sea malo, sino que se debe reconocer que la incertidumbre hace parte del desarrollo de cualquier proyecto. Según Lichtenthaler (2020) los métodos ágiles pueden ofrecer resultados efectivos debido a un tiempo de comercialización más corto, interacciones más estrechas con los clientes y una mayor flexibilidad gerencial; los sistemas de Gating son más eficientes, predecibles y adecuados para innovaciones con un alto

nivel de complejidad, por lo que una combinación adecuada de procesos ágiles y sistemáticos ayuda a equilibrar los beneficios (p.163). Es hasta ahora según el mismo autor, tarea del gerente o gestor de la innovación elegir como se deben combinar estas dos perspectivas, si una después de la otra, antes, o juntas (p.164).

Agile ha sido demostrada en una selecta cantidad de casos de estudios, entre ellos los nombrados anteriormente, en su efectividad en el proceso de innovación. Por tanto, se le ha buscado integrar con otras metodologías para potenciar sinérgicamente la efectividad de la innovación como un todo. Una de las más prominentes en la literatura actualmente es la fusión entre el Design Thinking, Lean Startup y Agile. Lichtenthaler (2020) también señala que la combinación de Design Thinking y Agile puede resultar en la generación de ideas prometedoras para las necesidades del cliente, junto con un tiempo de comercialización relativamente corto y una fuerte flexibilidad en el proceso de desarrollo (p.4). Otras integraciones con otras metodologías se pueden encontrar en los numerales anteriores del presente estudio.

A manera de conclusión, dado que Agile se centra en la entrega rápida y continua de valor al cliente a través de iteraciones cortas y feedback constante, una vez que se han generado y validado las ideas a través de Design Thinking y Lean Startup, Agile puede ser utilizado para desarrollar y entregar rápidamente esas ideas al mercado, mientras se recoge y se responde al feedback del cliente de manera continua.

Dando un ejemplo en el sector energético, la empresa Nest Labs se desarrolló una solución para la gestión inteligente del consumo eléctrico en hogares inicialmente utilizando un enfoque muy parecido a Design Thinking para comprender las preocupaciones y necesidades de los consumidores. A través de entrevistas y talleres, descubren que muchos desean no solo reducir sus facturas, sino también entender y controlar su consumo en tiempo real y ser más sostenibles en su

uso de energía. El equipo idea entonces un dispositivo que se conecta a la red eléctrica del hogar y proporciona datos en tiempo real sobre el consumo, junto con sugerencias personalizadas para ahorrar energía. Con Lean Startup, desarrollaron un prototipo básico de este dispositivo y un plan de negocio que justificó su viabilidad y se probó en un pequeño grupo de hogares. Agile entró a jugar un rol, la empresa energética trabajaría en ciclos cortos para ir incorporando estas características, probando y ajustando el producto basándose en retroalimentaciones continuas. En pocas iteraciones, lograron lanzar al mercado un dispositivo avanzado de gestión energética que no solo cumple con las necesidades iniciales identificadas, sino que también integra las valiosas aportaciones de los usuarios tempranos. (Song, 2018)

## **7.6 Lean Startup**

Según Bortolini et al. (2018) Lean Startup (en adelante LS) es una metodología que propone un proceso para la validación ágil e iterativa de modelos de negocio. Esta metodología se basa en cinco actividades principales: la formulación de un modelo de negocio e hipótesis, la construcción de experimentos como entrevistas cualitativas, pruebas a/b, prototipos, páginas de lanzamiento, producto mínimo viable (MVP), pruebas de humo; la medición de resultados confrontados con hipótesis previamente definidas, y el aprendizaje validado, es decir pivotar, iterar, escalar y abandonar (p.1770).

LS, del mismo modo que TRIZ, propone un marco para actividades sistemáticas, pero a diferencia de él, actividades circulares para lograr una innovación/producto de desarrollo sostenible y continuo. Los principales elementos, métodos y características del método proporcionan un amplio mapa de ruta para la dirección y actividades de las empresas en su desarrollo de innovación (Yordanova, 2021, p.1). LS ha por tanto evolucionado su papel a lo largo

de los años en términos de aplicación en diferentes sectores como tecnologías de la información, atención sanitaria, construcción, educación y ciencia y por supuesto, el energético, y ha sido aplicado en todo tipo de organizaciones.

### ***7.6.1 Fortalezas y Desafíos de Lean Startup en la actualidad***

En el sector energético, la metodología Lean Startup ha sido instrumental para abordar retos contemporáneos y promover la innovación eficiente. Ostrovska et al. (2021) aprovecharon este enfoque para desarrollar un modelo de emprendimiento inteligente ofreciendo una solución a la necesidad de transición hacia modelos de innovación abierta. Por su parte, Lovec et al. (2021) aplicaron los principios de Lean Startup para superar el retraso en el aprovechamiento del potencial de la bioeconomía en Europa Central y Oriental, mejorando la productividad e innovación en sectores primarios y convencionales, entre ellos la extracción petrolífera. Al centrarse en la práctica e interacción ágil dentro de la cadena de suministro y fomentar la colaboración con instituciones de conocimiento, se facilitó la creación de nueva industria y empresas. Estos enfoques demuestran cómo Lean Startup, con su énfasis en la iteración rápida y la retroalimentación constante, puede superar obstáculos tradicionales y catalizar el progreso hacia una economía energética más sostenible y colaborativa.

Raneri et al. (2022) explica que existe un debate en la comunidad académica entre la efectividad de las aproximaciones para la ejecución de LS por emprendedores desde el punto de vista de la causalidad o de la efectuación. A manera de conciliar estas diferencias el mismo artículo menciona el trabajo de Yang et al. (2019), quienes analizaron las cogniciones asociadas al enfoque del Lean Startup y encontraron que la efectuación se relaciona principalmente con actividades de búsqueda, mientras que la causalidad se asocia con actividades de ejecución. Durante la etapa de

desarrollo inicial, se enfocan en la búsqueda de conocimiento y evaluación de información, mientras que, en la etapa de desarrollo tardía, se centran en la ejecución de planes bien definidos (Raneri et al, 2022, p.890). Esto coincide con la visión de Ghezzi y Cavallo (2020) y Blank (2005), quienes sostienen que los startups deben primero buscar un modelo de negocio sostenible antes de enfocarse en su ejecución. Por lo tanto, los emprendedores que siguen el enfoque del Lean Startup adoptan una lógica cognitiva efectual al inicio y luego pasan a una lógica causal una vez que han logrado el ajuste entre producto y mercado. (Raneri et al, 2022, p.891)

Sin embargo, la formulación de un modelo de negocio y por tanto las hipótesis que se probarán a través de experimentos para determinar la viabilidad del negocio pueden presentar desafíos en términos de identificar las hipótesis correctas para probar y diseñar un modelo de negocio viable (Bortolini et al, 2018, p.1770). Esta problemática se puede solucionar mediante el sistema de "aprendizaje validado", que es un objetivo clave en las primeras etapas de Lean startup. Este aprendizaje se logra confirmando o descartando hipótesis a través de experimentos. Los resultados de este aprendizaje validado pueden caer en cuatro categorías: pivotar, iterar, escalar y abandonar; que son explicados por Ries (2011).

A modo de ejemplo, una empresa startup emergente constituida por ingenieros que identificara un nicho en la producción de biocombustibles a partir de residuos agrícolas, podría iniciar con la aplicación de un enfoque efectual, estableciendo y examinando relaciones entre proveedores e iterando en las fórmulas para el combustible, buscando las opciones más sostenibles y eficientes, una vez que encuentran una viabilidad suficiente el enfoque podría pasar a uno más causal, que empieza a ser adaptado a las necesidades del mercado, invirtiendo ahora en la infraestructura adecuada, adaptándola e iterando de acuerdo a los rápidos cambios en la demanda, generando ahora estrategias de entrada al mercado. La empresa podría, una vez consolidada,

explorar otras alternativas a biocombustibles que puedan ser prometedores y diferentes a aquella ya consolidada, pasando nuevamente a un proceso efectual.

### ***7.6.2 Tendencias en Lean Startup***

Yordanova (2021) menciona respecto a su análisis bibliométrico que, al principio la investigación de Lean Startup estaba relacionada con el emprendimiento, la agilidad, el pensamiento de diseño y la planificación empresarial. A pesar de ello, con el tiempo se empezaron a analizar aspectos metodológicos y se puso el foco en áreas como la transformación digital, los grandes datos y el software ágil. En el último período analizado, la gestión de proyectos, la experimentación, la efectuación y el desarrollo de productos se han convertido en el foco de la investigación.

Incluso se ha empezado a usar a escalas regionales o nacionales como medio de impulso del emprendimiento en áreas de la economía de difícil entrada, o para modelar políticas en torno a la creación de empresas en el marco de la sostenibilidad, la bioeconomía y la reducción de la huella de carbono. (Lovec & Juvančič L, 2021) (Ostrovská et al., 2021)

Autores como Raneri et al (2022) proponen el uso de inteligencia artificial para predecir el nivel de favorabilidad de las decisiones tomadas en el diseño de un producto, en este estudio, los autores introdujeron un enfoque basado en redes neuronales y procesamiento de lenguaje natural para predecir los rendimientos de una campaña de crowdfunding (p.886). Esta herramienta puede ayudar a los emprendedores a reducir la incertidumbre al convertirla en un riesgo cuantificable. Sin embargo, el documento advierte que los emprendedores no deben depender demasiado de estos algoritmos, ya que esto podría reducir su capacidad para manejar contingencias inesperadas (p.891).

Lichtenthaler (2020) discute la combinación de los enfoques de Design Thinking y Lean Startup en el contexto de la innovación digital, Dónde afirma que estos enfoques suelen tener debilidades importantes en contextos digitales dinámicos (p.159). El autor afirma por tanto que la combinación de Design Thinking y Lean Startup puede tener efectos positivos adicionales porque los enfoques fortalecen conjuntamente la identificación, evaluación y optimización de ideas y oportunidades, así como el desarrollo rápido, la implementación y la introducción al mercado. La combinación de ambos enfoques puede llevar a soluciones más prometedoras y a un tiempo de comercialización más corto (p.161). Design Thinking se ocupa de la resolución de problemas y la optimización de una solución en general, mientras que Lean Startup se centra fuertemente en el modelo de negocio y la implementación final (p.160). Design Thinking se centra en la retroalimentación cualitativa del cliente, mientras que Lean Startup enfatiza los beneficios de capturar y analizar datos cuantitativos (p.159). A modo de inferencia, Design Thinking puede ser pensada como una metodología sobre todo útil en la etapa de causalidad de un proceso Lean, pero la filosofía que esta sostiene debería permear todas las etapas de Lean.

Otro enfoque es el presentado por Leal et al. (2021) que combina Design Thinking, Lean Startup y Agile para aplicarlos en el sector energético, analizando un caso de estudio de una empresa del mismo gremio. Esta metodología propuesta pudo mejorar la capacidad de las dos empresas para absorber y aplicar el conocimiento adquirido a través de los proyectos de I+D, del mismo modo que se identificaron ciertas estrategias para superar algunas de las dificultades a lo largo del proyecto. Dentro del mismo estudio se identificaron algunos desafíos, como el de procesos de toma de decisiones complicados, una integración intrincada, y el hecho de que el gestor del proyecto que se requiere es uno con un conjunto de habilidades sofisticado (p.10).

## 7.7 Otras Metodologías

En el vasto campo del sector energético, la diversidad de metodologías aplicadas a la innovación revela la complejidad y la necesidad de enfoques multidimensionales para abordar sus desafíos. Odam y De Vries (2020) utilizaron el Modelo de Curva de Aprendizaje Multifactorial (MFLC) para evaluar las tasas de aprendizaje en la tecnología de energía eólica, lo cual es fundamental para mejorar la eficiencia y reducir los costos. A través de la estimación empírica del modelo MFLC, basada en datos de patentes como proxies de innovación, fueron capaces de proporcionar una visión detallada sobre cómo se acumula el conocimiento en esta área, permitiendo una optimización más efectiva de los recursos y un desarrollo más acelerado de nuevas tecnologías.

Elmoustapha y Hoppe (2018), por otro lado, adoptaron el Modelo de Difusión de la Innovación para entender mejor cómo las percepciones y actitudes de los consumidores pueden influir en la adopción de tecnologías de energía limpia y renovable en el Líbano. Este enfoque sistemático asegura que los factores críticos que afectan la decisión de adopción, incluyendo el apoyo financiero y la educación, sean considerados para fomentar una transición energética más inclusiva y efectiva. Cho y Linderman (2020) se alejaron de los modelos tradicionales basados en el ciclo de vida del producto y adoptaron un Modelo de Innovación Basado en Recursos para explicar y predecir patrones de innovación en productos y procesos. Al considerar la heterogeneidad y movilidad de los recursos corporativos, su metodología ofrece una perspectiva más granular y ajustada a la realidad para impulsar la innovación en el sector energético.

Algunas otras metodologías no tan extensivamente exploradas en la literatura o que son relativamente nuevas (y no por eso peores) pueden ser de gran utilidad para la implementación en

el sector energético. Por lo general estas metodologías se pueden encontrar en la literatura acompañadas de otras con el fin de potenciar su efectividad.

Por ejemplo, Six Sigma es una metodología de resolución de problemas que se ha visto a lo largo de la investigación del presente proyecto y se desprende de la rama de la gestión de procesos, Six Sigma es vista como una forma de mejorar los procesos utilizando un método muy lógico y sólido, se basa en prácticas y principios anteriores de gestión de la calidad, pero ofrece una nueva estructura para la mejora (Schroeder, 2008, p.13). Dicha metodología es por tanto útil en la mejora de procesos internos dentro de la empresa, especialmente en el entorno industrial donde esta fue concebida.

Drohomeretsk et al. (2014) realizaron un análisis de las estrategias de operaciones, específicamente en relación con Lean, Six Sigma y Lean Six Sigma (LSS), y encontraron que las compañías que implementaban estas metodologías alcanzaban ventajas competitivas en calidad velocidad y eficiencia (p.820), tanto la implementación del “linksys Sigma” y “Six Sigma” probaron ser sustancialmente mejores para mejorar los procesos en las ventajas ya mencionadas (p.821). Qué tanto esta mejoría se pueda comparar con las otras metodologías de innovación aún es un campo de estudio por explorar, aun así, esta metodología puede ser de especial importancia debido a su enfoque en el sector de la calidad, que traducida a este sector puede significar innovaciones en pro de la eficiencia de la malla eléctrica, o de la regulación de corrientes fuga.

De manera semejante en 2017, Cherrafi et al. publican “A framework for the integration of Green and Lean Six Sigma for superior sustainability performance” en donde se exploran herramientas que pueden ser útiles para el sector energético con el fin de encontrar soluciones viables y sostenibles. Lean, Six Sigma y Green son tres estrategias que son compatibles y complementarias, y cada estrategia tiene la capacidad de reducir las deficiencias de las otras

(p.4485). En este contexto, el uso del modelo DMAIC (definir-medir-analizar-mejorar-controlar) puede proporcionar a Green Lean una orientación más específica y holística basada en proyectos para la implementación de iniciativas Green Lean. Además, la característica sistemática, basada en datos y estadísticas de Six Sigma puede complementar el enfoque Green Lean y contribuir a superar las limitaciones y desafíos de este concepto (p.4483), con el fin de encontrar soluciones, por ejemplo, a la búsqueda de alternativas para la implementación de energías alternativas en diversos contextos.

Otro concepto utilizado de tanto en tanto en la literatura es la estrategia Blue Ocean, que según Kim y Mauborgne (2005) se refiere a la creación de un nuevo espacio de mercado donde no existen competidores. Este concepto se contrapone al de "Red Ocean" (Océano Rojo), que representa todas las industrias existentes hoy en día, donde las empresas intentan superar a sus rivales para obtener una mayor cuota de la demanda existente (p.105). Artículos como el de Seymour et al. (2018) llaman "a la investigación del 'océano azul' que explora territorios inexplorados y pone una tecnología novedosa al alcance de la sociedad de la información en las primeras fases de su aplicación" (p.1). Este mismo concepto es utilizado en conjunto con el enfoque Agile, como lo esquematiza Loh et al. (2017) en el que se teoriza del Liderazgo Blue Ocean cuyo objetivo según el autor es el de convertir a los "no clientes" en clientes y aplicar sus conceptos y marco analítico para ayudar a los líderes a liberar el "océano azul" de talento y energía no explotados en su organización (p.278).

Se podría debatir la discusión de esta estrategia en términos de una filosofía de innovación más que de una metodología de innovación que, no obstante, puede ayudar a complementar las metodologías de innovación anteriormente discutidas, o que también puede crear nuevos esquemas en el futuro en el campo de los procesos de innovación y de los modelos de innovación. Es un

término flexible que puede desembocar en ideas más concretas plasmadas en una estrategia definida de innovación o planeación, o incluso de dirección empresarial.

Otras metodologías pueden ser encontradas en la literatura con respecto a la generación de ideas y nuevos conceptos de negocios, una de ellas es la Hackathon. Komsí et al. (2015) lo define de la siguiente manera:

"Hackathon" combina los términos "hacking" y "marathon" e implica un periodo intenso e ininterrumpido de programación. Más concretamente, un hackathon es un evento continuo y muy atractivo en el que personas en pequeños grupos producen un prototipo de software funcional en un tiempo limitado. Los hackathones varían enormemente en su propósito y ejecución, pero suelen tener una estructura y unas características comunes (p.60).

Los mismos autores, sin embargo, resaltan que aún carece de los mecanismos necesarios para iniciar nuevos emprendimientos a partir de estas ideas, ya sea porque los inversores no encuentran en la mayoría de los casos soluciones que sean compatibles y por tanto puedan ser incorporadas en sus planes (p.66). Su capacidad para generar nuevas ideas no se discute, pero aun hacen falta mecanismos que permitan a los entes organizadores y potenciales inversores llevar esas ideas a la realidad.

Dentro del campo de las filosofías de innovación también se pueden encontrar diversas aproximaciones al problema de ¿Hacia dónde se debe dirigir la innovación? Por ejemplo, existen filosofías que hablan de como existen innovaciones de tipo incremental, disruptiva o radical, de acuerdo con el impacto que estas tienen en el mercado, e intentan descifrar el secreto de todos aquellos casos de estudio que fueron exitosos en crear innovaciones de alto impacto, cuales fueron los procesos hipotéticos que llevaron al éxito, y el impacto que innovar de esta manera tienen en las empresas.

Por ejemplo, Behrens y Patzelt (2018) realizan un estudio de los incentivos, recursos y combinaciones que llevan a las empresas a generar innovaciones radicales y rápidas. Y es que muchos de esos incentivos son asociados con la cultura de la organización en particular, hay algunas por tanto que no dedican presupuesto a la innovación o que sus recursos son más bien limitados. También existen aquellas que otorgan recompensas intrínsecas y extrínsecas a la innovación. No obstante, el mismo documento señala que no hay suficiente evidencia para concluir que las recompensas son efectivas (p.709). De hecho, la existencia de dinero de por medio puede provocar que la innovación se centre en aspectos como mejorar productos o procesos ya existentes (p.697). Este comportamiento se puede inferir teniendo en cuenta que si uno de los factores de innovación es el dinero el enfoque puede estar en reducir el riesgo de perderlo, y que la innovación en muchos casos toma tiempo en generar resultados y que muchas veces generar innovaciones disruptivas o radicales puede desembocar en casos sin éxito, contrario a las innovaciones incrementales que al menos en el corto plazo son exitosos.

Feder (2018) subraya que, si bien los efectos de la innovación disruptiva sobre la productividad global son casi siempre positivos, también puede tener un impacto negativo sobre la productividad debido el valor global de los efectos de la innovación disruptiva depende de la diferencia entre el efecto positivo, dado por la expansión de nuevas empresas, y el efecto negativo, dado por la reducción de empresas establecidas, esto quiere decir que para la empresa a nivel individual, aquellas que se benefician de la innovación disruptiva tienden a aumentar su productividad pero a nivel macro se reduce ya que el conjunto de todas las empresas de dicho sector tiende a sufrir un “shock” producido por estas innovaciones, lo cual en general puede ser un buen signo de competitividad. Love et al. (2020) descubrió que la tecnología disruptiva, en concreto el modelado de información de sistemas, permitió reducir los costes en un 90% y mejorar

la productividad. Sin embargo, otros como King y Baatartogtokh (2015) advierten del peligro de confiar demasiado en la teoría de la innovación disruptiva y subraya la importancia del pensamiento crítico y del análisis minucioso de la competencia y de las fuentes de ventaja competitiva. En conclusión, adoptar una estrategia de innovación enfocada en los métodos disruptivos es un juego de alto riesgo, pero también de ser ejecutado correctamente puede significar grandes ganancias, debe existir un cierto balance en el carácter de la innovación, en el que haya lugar a innovaciones de carácter incremental.

## **7.8 Problemáticas recurrentes del sector energético**

Teniendo en cuenta las metodologías de innovación que más impactan y son utilizadas en el sector energético expuestas anteriormente, es importante contrastar la importancia de estas metodologías para taclear problemas recurrentes en el sector. Las temáticas que giran en torno a los problemas más comunes en el sector energético, y de acuerdo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (2015), pueden girar en torno a la creciente demanda de energía, el agotamiento de los recursos fósiles, y los efectos ambientales adversos de las fuentes de energía tradicionales.

Cada metodología aborda las soluciones a dichos problemas de maneras muy diferentes y saber reconocer las situaciones en las cuales se debería implementar una u otra es una habilidad en sí misma, según la bibliografía encontrada, las problemáticas más comunes identificadas en el sector energético, y las soluciones que cada metodología de innovación puede ofrecer se exponen en la tabla 4.

**Tabla 4.***Problemáticas y soluciones identificadas que impactan al sector energético*

<b>Problemática</b>	<b>Solución</b>	<b>Autores</b>
<b>Generación de innovaciones radicales de bajo impacto</b>	Open Innovation y la innovación colaborativa como modelos de innovación pueden alentar la búsqueda de personal de mayor experticia y mejores ideas fuera de la empresa para la solución del problema	(Marlen Y Volker, 2012)
	Design Thinking como proceso de innovación y/o filosofía de innovación demuestra una gran capacidad para generar innovaciones disruptivas, sobre todo de productos y servicios	(Stigliani Y Elsbach, 2018)
	Uso de Quintuple Helix para generar entornos de ingeniería neurocompetentes que aliente la adquisición de competencias	(De Miranda et al., 2021)
<b>Ineficiencias, problemas de carácter técnico o limitaciones operativas en la extracción, producción, o distribución de la energía, o administración de recursos</b>	Uso del Modelo Choke + Pensamiento Divergente y Convergente para la identificación de cuellos de botella o restricciones en el flujo de un sistema	(Astudillo et al., 2021)
	TRIZ como proceso de innovación ayuda a la identificación de soluciones a contradicciones técnicas e identificación de desafíos a nivel macro	(Yan et al., 2022) (De Miranda et al., 2021) (Marchionna, 2019)
	el uso IDM puede ser un método más veloz que TRIZ con la misma efectividad	(Hanifi et al., 2019)
	en perspectiva de la innovación tecnológica: hacer cambios en el uso de tecnología de punta mediante el análisis de patentes	(Marchionna, 2019) (Wang et al., 2018)
	Open innovation puede ser útil para aprovechar las ventanas de oportunidades tecnológicas emergentes para la reducción de desperdicios e ineficiencias	(Shinkevich Ai ; et al., 2019) (Feng et al., 2022) (Wang et al., 2022)
	Usar modelos de innovación Basado en recursos, basados en el ciclo de vida del producto, para explicar patrones ineficientes y sobrecostos	(Cho & Linderman, 2020)
	Green and Lean puede ser un proceso de innovación que reduce desperdicio al tiempo que se tienen en cuenta aspectos del desarrollo sostenible	(Cherrafi, 2017)
<b>Dificultad en emprendimiento en el sector, sobre todo en la rama de la bioeconomía y sectores primarios</b>	Lean Startup como proceso de innovación puede acelerar en la producción de emprendimientos de alto impacto y en áreas de difícil apertura	(Bortolini et al., 2018) (Ostrovskaya et al., 2021) (Leal et al., 2021)
	Blue Ocean como filosofía de innovación puede alentar a la exploración de partes de estos sectores no antes exploradas	(Loh et al., 2017)
<b>Desafíos sociales, especialmente en relación con la reducción de emisiones de CO2, el cambio climático y el desarrollo sostenible</b>	La Innovación de Hélices como modelo puede ayudar a explicar las dinámicas sociales que existen entre gobierno, industria, universidad, sociedad, ambiente, entre otros	(Petrushenko et al., 2021)
	La generación de métricas e indicadores de interacción entre cada actor puede servir como herramienta de medición del impacto	(De La Vega et al., 2019) (Zhao et al., 2022)
	El uso de Design thinking para la creación de modelos que guíen a los ingenieros puede ayudar en el desarrollo de nuevos productos sostenibles u orientados al usuario y/o la sociedad civil	(Blagu et al., 2022) (Nnaji et al., 2019)
	Una perspectiva de innovación abierta para identificar la creación de valor a nivel del ecosistema más allá de la empresa individual	(Brink, 2022) (Zhao et al., 2022)
<b>Creación de sistemas sostenibles y/o planeación de transición a energías renovables integrados a ciudades o regiones</b>	Open Innovation desde los distintos enfoques (hacia adentro o hacia afuera) en colaboración con los gobiernos puede crear políticas disruptivas de alto impacto que integre empresas y sector público	(Lee & Mwebaza, 2020) (Genuchten Y González, 2019) (Zheng & Cai, 2022) (Roša & Lace et al., 2018) (Marlen Y Volker, 2012)

	Design thinking puede ayudar a pasar de un enfoque orientado a la oferta a uno orientado a la demanda (o usuario), analiza y encuentra conflictos entre stakeholders	(Lim et al., 2022) (Liedtka, 2018) (Tushar et al., 2020)
	El Modelo de las Hélices para explicar las interacciones entre distintos factores combinado con otras técnicas como el minado de datos logra dar un panorama antes y después de implementar políticas o innovaciones conjuntas con el sector público	(Zakari, 2020) (De La Vega et al., 2019)
<b>Desconexión entre clientes o clientes potenciales y productores o distribuidores de los distintos sectores del sector energético</b>	Uso de Design Thinking puede crear un puente de empatía entre las necesidades del cliente y el diseño de productos o procesos	(Rajiani & Kot, 2018) (Liedtka, 2018) (Martins et al., 2020) (Tushar et al., 2020) (Song, 2018)
	Uso de Agile Methods para la creación y mejoramiento iterativo de plataformas digitales de comunicación con la sociedad civil	(Hill & Duffy, 2022) (Kitsios et al., 2021)
	Usar Modelos de Difusión de la Innovación que aliente a los consumidores a adoptar soluciones sostenibles	(Elmustapha et al., 2018)
<b>Falta de seguimiento de las tendencias y patrones de mercado y tecnología del sector energético</b>	Usar modelos de Innovación Basado en recursos, basados en el ciclo de vida del producto, para explicar patrones de innovación y tendencias de mercado	(Cho & Linderman, 2020)
	IDM + Word2Vec puede acelerar la búsqueda de patentes en relación con las contradicciones técnicas encontradas o solo de manera informativa y periódica	(Cavallucci, 2019)

## 8. Conclusiones

La innovación es un componente esencial en la cultura de las organizaciones, especialmente en sectores dinámicos y en constante cambio como el energético. La aplicación efectiva de una metodología de innovación puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso en este sector. Sin embargo, implementar una metodología de innovación requiere tiempo, dinero y esfuerzos que podrían ser utilizados en otros procesos organizacionales. Según diversos estudios, el impacto de aplicar una metodología de innovación puede variar enormemente dependiendo de cuál se aplique y cómo se aplique.

Por ejemplo, en el sector energético, donde los desafíos son únicos y las soluciones requieren un enfoque específico, ciertas metodologías pueden ser más efectivas que otras. Algunas metodologías pueden ser más adecuadas para la creación de nuevos productos o tecnologías (expansión de redes, dispositivos de conversión de potencia), mientras que otras pueden ser más

efectivas para la creación de nuevas políticas o procesos (regulaciones gubernamentales, políticas ahorrativas, inspección de redes eléctricas).

Es común encontrar estudios y empresas que intentan aplicar una metodología en todos los contextos. En cuanto a esta situación, se puede concluir que el éxito de las metodologías de innovación depende en gran medida del sector y contexto en el que se aplican, del departamento en el que se realiza la innovación y del objetivo final de la innovación. En el sector energético, por ejemplo, la metodología Lean puede ser muy efectiva para mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio de energía, mientras que la metodología Agile puede ser más adecuada para proyectos de desarrollo de software de comunicación entre proveedores de energía, como también entre los clientes.

En conclusión, las metodologías de innovación son herramientas valiosas que pueden ayudar a las organizaciones a navegar el complejo proceso de innovación. Sin embargo, su éxito depende en gran medida del contexto específico en el que se aplican y de la capacidad de la organización para adaptarse y aprender de manera continua. Por lo tanto, es esencial que las organizaciones no solo se centren en la aplicación de metodologías, sino también en la creación de un entorno que fomente la innovación y el aprendizaje continuo, especialmente en sectores desafiantes y en constante evolución como el energético.

Se concluye que el concepto de metodologías de innovación carece de una definición concreta o de un marco que le permita definir los límites de este concepto. Si bien existen artículos que intentan englobar el alcance de esta definición, lo cierto es que la literatura suele usarla cada vez más de maneras más diferentes. No existe una clara definición entre un modelo de innovación, un proceso de innovación y una filosofía de innovación. Hacer una clara distinción entre estas

cuatro definiciones puede ayudar a la teoría de la innovación avanzar y encontrar caminos que permitan medir y mejorar el resultado de aplicar estas metodologías.

En este sentido, es fundamental entender que la innovación no es un proceso lineal, sino que es un proceso complejo y multifacético que requiere un enfoque holístico. Las metodologías de innovación, como Design Thinking, Lean Startup, Agile, TRIZ, entre otras, ofrecen diferentes enfoques y herramientas para abordar los desafíos de la innovación. Sin embargo, ninguna de estas metodologías es una solución única para todos los problemas. Cada una tiene sus propias fortalezas y debilidades, y su eficacia puede variar dependiendo del contexto específico en el que se aplique.

Por ejemplo, Design Thinking es especialmente útil para la generación de ideas y la resolución de problemas a través de la empatía y la experimentación. Por otro lado, Lean Startup se centra en la creación de productos mínimos viables y en el aprendizaje validado a través de la experimentación y la retroalimentación del cliente. Agile, por su parte, se centra en la entrega rápida de valor al cliente a través de ciclos iterativos y la adaptabilidad al cambio.

En cuanto a TRIZ, a pesar de ser una metodología más antigua, sigue siendo relevante en el ámbito académico y se destaca por su enfoque sistemático para la resolución de problemas. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, su impacto puede variar dependiendo del contexto en el que se aplique.

Además, es importante destacar que la implementación de estas metodologías no garantiza el éxito de la innovación. La innovación requiere no solo la aplicación de metodologías adecuadas, sino también una cultura organizacional que fomente la creatividad, la experimentación y la aceptación del fracaso como parte del proceso de aprendizaje.

En conclusión, las metodologías de innovación son herramientas valiosas que pueden ayudar a las organizaciones a navegar el complejo proceso de innovación. Sin embargo, su éxito

depende en gran medida del contexto específico en el que se aplican y de la capacidad de la organización para adaptarse y aprender de manera continua. Por lo tanto, es esencial que las organizaciones no solo se centren en la aplicación de metodologías, sino que desde un inicio tengan claro la metodología a utilizar como también la creación de un entorno que fomente la innovación y el aprendizaje continuo.

## **9. Recomendaciones**

Se recomienda en futuras investigaciones la generación de un marco que englobe el funcionamiento de las metodologías de innovación y el papel que éste juega en las entidades que la utilizan, esto con el fin de generar una consistencia terminológica que permita a investigaciones futuras y a las entidades dar más precisión acerca de la eficiencia de una u otra metodología mediante métricas cuantificables, teniendo en cuenta el contexto en el cual se aplica dicha metodología, el departamento en el cual se implementa y la clase de resultados que se están buscando.

Como recomendación, el diseño de marcos de innovación orientado en objetos (MIOO), análoga a la filosofía de Programación Orientada a Objetos (POO) usada en el campo de la programación, puede ser muy útil para explicar los procesos, modelos y filosofías asociadas a la metodología. Se podría pensar entonces en una empresa genérica como una gran “Clase” que contiene ciertos atributos dentro (dentro de ellas su filosofía y cultura organizacional) y alberga además otras “subclases” que cumplen funciones como es el caso de los departamentos y que además tienen una serie de métodos (análogos a los procesos de innovación) entre los cual se

encuentra el de la creación de productos, de nuevas empresas, de nuevos procesos industriales, de procesos de calidad, etc. De la misma manera que los stakeholders pueden ser otras clases que contienen otras subclases y otros métodos. Todos los procesos de innovación recogen una serie de “ingredientes”, cuya cierta función procesaría de cierta manera, y luego produciría una serie de resultados que son mostrados a los diversos stakeholders dentro y fuera de la entidad, además de encontrar la metodología de innovación óptima, entendiendo nuevamente que dentro de este término se abarcan modelos de innovación, procesos de innovación y filosofías de innovación; que podrían ser combinados de maneras virtualmente infinitas con el fin de encontrar la combinación más idónea, una metodología de innovación por sí misma y adaptado a la necesidad del innovador.

Esto resolvería también la constante pregunta de si cierta metodología de innovación es útil en otros contextos, pues permitiría a aquellos hipotéticos “programadores de la innovación” crear sus propios programas diseñados específicamente para cierto tipo de empresas o incluso para una empresa en particular. La ejecución de dicho programa también permitiría crear estadísticas con métricas cuantificables que depuren y permitan evaluar el desempeño de este haciendo que poco a poco se vayan solucionando ineficiencias y errores, encontrando nuevas formas de realizar el proceso de innovación de manera más eficiente, acotar modelos a los actores más esenciales, y encontrar las filosofías más impactantes.

Dicho software hipotético también podría resolver a la pregunta de ¿Cuál es la metodología de innovación más eficiente dado el sector en el que se trabaja (como el sector energético), el proceso o producto a innovar, y la cultura o filosofías ya existentes en mi organización? Mediante una serie de preguntas y cuestionarios derivados de rigurosos estudios científicos, un emprendedor, un diseñador o un gerente tendría en su poder una herramienta que le permite conocer el enfoque más eficaz para su problema de innovación.

Este enfoque, tan básico como se podría explicar, aun se podría reconocer como un sistema que aún no integraría el concepto de filosofía de innovación de manera cuantificable, y haga que esté explícito en el programa de innovación. Pero se pueden recoger ciertas ideas de algunas soluciones a este problema, de la misma que manera ciertas inteligencias artificiales conversacionales como la IA Claude (Roboto, 2023) producen resultados pasando primero por una serie de principios o filosofías. Del mismo modo la producción de innovación puede ser gobernada por una serie de principios definidos por la misma metodología de innovación. De otra manera, aunque menos preferible, es hacer la filosofía implícita en los procesos de innovación, aunque más allá de una serie de comentarios dejados en un programa, estas declaraciones deben estar explícitas e implícitas en el programa de innovación para quienes lo ejecutan, ya que sin ello, metodologías como la de la Open Innovation que es en la literatura observada como una “filosofía” en miras de este estudio (ya que en su mayoría no tiene un modelo con actores fijos o procesos definidos) podría desfigurarse al punto de no tener una clara diferencia entre su antónima Closed Innovation, debido a que su éxito como metodología está asociada a los principios que promulga, que dirigen el actuar de los entes que la ejecutan, en vez de ser una serie de pasos y actores precisos, a no ser, por supuesto, que se empieza por fijar los procesos y definir los actores fundamentales basados en esta filosofía.

### Referencias Bibliográficas

- Agyarko, K. A., Opoku, R., & Van Buskirk, R. (2020). Removing barriers and promoting demand-side energy efficiency in households in Sub-Saharan Africa: A case study in Ghana. *Energy Policy*, 137, 111149. ISSN 0301-4215. DOI: 10.1016/j.enpol.2019.111149.
- Almestar, M., Sastre-Merino, S., Velon, M., Marchamalo, M., & Calderon-Guerrero, C. (2022). Schools as Levers of Change in Urban Transformation Practical Strategies to Promote the Sustainability of Climate Action Educational Programs. *Sustainable Cities and Society*, 87, 1-14. DOI: 10.1016/j.scs.2022.102439
- Altschuller, G. (1996). *And Suddenly the Inventor Appeared: TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving*. ISBN: 9780964074026
- Arturi, G. (2021, septiembre 23). UE avanza con la ley del cargador universal para no cambiar más cables. *Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/ue-avanza-con-la-ley-del-cargador-universal-para-no-cambiar-mas-cables>
- Bartoloni, S., Calò, E., Marinelli, L., Pascucci, F., Dezi, L., Carayannis, E., Revel, G. M., & Gregori, G. L. (2022). Towards designing society 5.0 solutions: The new Quintuple Helix - Design Thinking approach to technology. *Technovation*, 113(C).
- Beaumont, M., Thuriaux-Alemán, B., Prasad, P., & Hatton, C. (2017). Using agile approaches for breakthrough product innovation. *Strategy and Leadership*, 45(6), 19-25. DOI: 10.1108/SL-08-2017-0076.
- Behrens, J., & Patzelt, H. (2018). Incentives, Resources and Combinations of Innovation Radicalness and Innovation Speed. *British Journal of Management*, 29(4), 691-711. DOI: 10.1111/1467-8551.12265.

- BenMahmoud-Jouini, S. & Carlgren, L. (2022). When cultures collide: What can we learn from frictions in the implementation of design thinking? *Journal of Product Innovation Management*, 39(1), 44-65. DOI: 10.1111/jpim.12603
- Bigliardi, B., Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology* 3. pp.118-129
- Blagu, D., Szabo, D., Dragomir, D., Neamțu, C., & Popescu, D. (2022). Offering Carbon Smart Options Through Product Development to Meet Customer Expectations. *Sustainability (Switzerland)*, 16(14), 1-14. DOI: 10.3390/su14169913
- Bortolini, R. F., Nogueira Cortimiglia, M., Danilevicz, A. d. M. F., & Ghezzi, A. (2021). Lean Startup: a comprehensive historical review. *Management Decision*, 59(8), 1765-1783. DOI: 10.1108/MD-07-2017-0663.
- Brink, T. (2022). Organising Direction of Innovation Ecosystems for Extended Clean Energy Production. *Journal of Cleaner Production*, 376, 1-11. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.134150
- Brooke, C., Wilson, G. A., & Klassen, M. (2022). Business practices of highly innovative Japanese firms. *Asia Pacific Management Review*, 27(3), 155-162.
- Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*. 8(2), 5-21. The MIT Press. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1511637>
- Cai, Y., & Lattu, A. (2022). Triple Helix or Quadruple Helix: Which Model of Innovation to Choose for Empirical Studies?. *Minerva*, 60, 257-280. DOI: 10.1007/s11024-021-09453-6.
- Carayannis, E.G., and Campbell, D.F.J. (2012). Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems. In: *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems (Vol. 7)*. New York: Springer, pp. 1–63.

- Carayannis, E.G., Barth, T.D. & Campbell, D.F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *J Innov Entrep* 1, 2  
<https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>
- Casner, D., Souili, A., Houssin, R., & Renaud, J. (2018). Agile' TRIZ Framework: Towards the Integration of TRIZ Within the Agile Innovation Methodology. En *IFIP Advances in Information and Communication Technology* Vol. 541, pp. 84-93
- Cavallucci, D. (2012). From TRIZ to Inventive Design Method (IDM): towards a formalization of Inventive Practices in R&D Departments.
- Chen, H. H., Chen, S., & Lan, Y. (2016). Attaining a sustainable competitive advantage in the smart grid industry of China using suitable open innovation intermediaries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62(C), 1083-1091.
- Cherrafi, A., Elfezazi, S., Govindan, K., Garza-Reyes, J. A., Benhida, K., & Mokhlis, A. (2017). A framework for the integration of Green and Lean Six Sigma for superior sustainability performance. *International Journal of Production Research*, 55(15), 4481-4515. DOI: 10.1080/00207543.2016.1266406.
- Cho, Y. S., & Linderman, K. (2020). Resource-Based Product and Process Innovation Model: Theory Development and Empirical Validation. *Sustainability (Switzerland)*, 3(12), 1-12. DOI: 10.3390/su12030913
- Christensen, C. (1997). *The Innovators Dilemma. When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard College. Recuperado de: [http://harmeh.com/wp-content/uploads/2016/10/Clayton-M.-Christensen-The-Innovators-Dilemma\\_-When-New-Technologies-Cause-Great-Firms-to-Fail-Management-of-Innovation-and-Change-Series-1997.pdf](http://harmeh.com/wp-content/uploads/2016/10/Clayton-M.-Christensen-The-Innovators-Dilemma_-When-New-Technologies-Cause-Great-Firms-to-Fail-Management-of-Innovation-and-Change-Series-1997.pdf)

- Christensen, C., Bower, J. (1995). Disruptive Technologies: Catching the Wave. Harvard Business Magazine
- Christensen, C., Raynor, M., and McDonald, R. (2015). What Is Disruptive Innovation?. Harvard Business Magazine
- Costa, J., & Matias, J. C. O. (2020). Open Innovation 4.0 as an Enhancer of Sustainable Innovation Ecosystems. *Sustainability*, 12(19), 8112. DOI: 10.3390/su12198112.
- Da Silva, RH., Kaminski, PC., Armellini, F. (2020). Improving new product development innovation effectiveness by using problem solving tools during the conceptual development phase: Integrating Design Thinking and TRIZ. *Creat Innov Manag.* 29: 685–700.
- De la Vega, I. P., Puente, J. M., & Sánchez, R. M. (2019). The Collapse of Venezuela vs. the Sustainable Development of Selected South American Countries. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11), 1-11. DOI: 10.3390/su12023406
- De Miranda, S. S. F., Córdoba-Roldán, A., Aguayo-González, F., & Ávila-Gutiérrez, M. J. (2021). Neurocompetence Approach for Sustainable Engineering. *Sustainability (Switzerland)*, 8(13), 1-13. DOI: 10.3390/su13083489
- De Oliveira Monteiro, S.P., and Carayannis, E.G. (2017). *The Quadruple Innovation Helix Nexus: A Smart Growth Model, Quantitative Empirical Validation and Operationalization for OECD Countries*: Palgrave Macmillan US.
- De Paulo, A. F., & Porto, G. S. (2017). Solar energy technologies and open innovation: A study based on bibliometric and social network analysis. *Energy Policy*, 108, 228-238. ISSN 0301-4215. DOI: 10.1016/j.enpol.2017.06.007.

- Dosi, C., Rosati, F., & Vignoli, M. (2018). Measuring Design Thinking Mindset. En DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference (pp. 1991-2002)
- Dragičević, N., Vladova, G., & Ullrich, A. (2022). Design thinking capabilities in the digital world: A bibliometric analysis of emerging trends. *Frontiers in Education*, 7, 1012478. DOI: 10.3389/feduc.2022.1012478
- Drohomeretski, E., Gouvea da Costa, S. E., Pinheiro de Lima, E., & da Rosa Garbuio, P. A. (2014). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804-824. DOI: 10.1080/00207543.2013.842015.
- Elmoustapha, H., Hoppe, T., & Bressers, H. (2018). Consumer Renewable Energy Technology Adoption Decision-Making Comparing Models on Perceived Attributes and Attitudinal Constructs in the Case of Solar Water Heaters in Lebanon. *Journal of Cleaner Production*, 172, 347-357. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.131
- Elsbach, K. D., & Stigliani, I. (2018). Design Thinking and Organizational Culture: A Review and Framework for Future Research. *Journal of Management*, 44(6), 2274-2306. DOI: 10.1177/0149206317744252
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation in Action*. New York/London: Routledge.
- Etzkowitz, H., & Schaflander, G. M. (1969). *Ghetto Crisis: Riots Or Reconciliation?* Little, Brown.
- Etzkowitz, H., Yuzhuo, C. (2020). Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. *Triple Helix*, 7(2-3), 189-226. DOI: <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10003>

- Fan, W., Han, S., Wu, W., & Sun, T. (2021). The Design Method of Product Innovation Model Based on Product Aesthetic Value. Proceedings - 2021 6th International Conference on Smart Grid and Electrical Automation, ICSGEA 2021, 169-172. DOI: 10.1109/ICSGEA53208.2021.00043
- Feder, C. (2018). The effects of disruptive innovations on productivity. Technological Forecasting and Social Change, 126, 186-193. ISSN 0040-1625. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.05.009.
- Feng, W., Zhao, L., Chen, Y., & Zhao, C. (2022). Research on Collaborative Innovation Mode of Enterprise Group from the Perspective of Comprehensive Innovation Management. Sustainability (Switzerland), 9(14), 1-14. DOI: 10.3390/su14095304
- Fernandes, C.; Ferreira, J.; Peris-Ortiz, M. (2019). Open innovation: past, present and future trends. Journal of Organizational Change Management. 32(5):578-602. <https://doi.org/10.1108/JOCM-09-2018-0257>
- Forbrig, P. (2016). Continuous Software Engineering with Special Emphasis on Continuous Business-Process Modeling and Human-Centered Design. En Proceedings of the 8th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management (pp. 11-14). DOI: 10.1145/2882879.2882895
- Galanakis (2006). Innovation process. Make sense using systems thinking. University of Warwick. Technovation 26. p.1129
- Galvao, A., Mascarenhas, C., Marques, C., Ferreira, J. and Ratten, V. (2019), "Triple helix and its evolution: a systematic literature review", Journal of Science and Technology Policy Management, Vol. 10 No. 3, pp. 812-833. <https://doi-org/10.1108/JSTPM-10-2018-0103>
- Genuchten, E., & González, A. (2019). Open Innovation Strategies for Sustainable Urban Living. Sustainability, 12(11), 1-11. DOI: 10.3390/su11123310

- Ghezzi, A., & Cavallo, A. (2020). Agile Business Model Innovation in Digital Entrepreneurship: Lean Startup Approaches. *Journal of Business Research*, 110, 519-537. ISSN 0148-2963. DOI: 10.1016/j.jbusres.2018.06.013.
- Blank, S. (2005), *The Four Steps to the Epiphany: Successful Strategies for Products That Win*, K&S Ranch.
- Golov, R., Smirnov, V., Nazhmeddinov, A., Toisyaninikova, T., Zhutaeva, V., Sizova, E., & Makeeva, T. (2019). Adaptation of Industrial and Energy Enterprises to the Implementation of the Concept of Open Innovation. *E3S Web of Conferences*, 110, 1-6. DOI: 10.1051/e3sconf/201911002130
- Greco, M., Grimaldi, M., & Cricelli, L. (2016). An analysis of the open innovation effect on firm performance. *European Management Journal*, 34(5), 501-516. ISSN 0263-2373. DOI: 10.1016/j.emj.2016.02.008.
- Greenwood, A., Lauren, B., Knott, J., & DeVoss, D. N. (2019). Dissensus, Resistance, and Ideology: Design Thinking as a Rhetorical Methodology. *Journal of Business and Technical Communication*, 33(4), 400-424. DOI: 10.1177/1050651919854063
- Hanifi, M.; Chibane, H.; Houssin, R.; Cavallucci, D. (2019). Improving Inventive Design Methodology's Agility. 19th International TRIZ Future Conference, TFC 2019. Marrakesh, Morocco, October 9–11, 2019. pp.216-229
- Hawryszkiewicz, I., & Alqahtani, A. (2020). Integrating open innovation process with the double diamond design thinking model. En *European Conference on Knowledge Management* (pp. 1003-1006). Academic Conferences International Limited.

- Hill, M., & Duffy, A. (2022). A Digital Support Platform for Community Energy One-Stop-Shop Architecture, Development and Evaluation. *Energies*, 13(15), 1-15. DOI: 10.3390/en15134763
- Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. MIT Press
- Hua, Z., Yang, J., Coulibaly, S., & Zhang, B. (2006). Integration TRIZ with problem-solving tools: a literature review from 1995 to 2006. *International Journal of Business Innovation and Research*, 1(1/2), pp.111-128.
- Huizingh, E. K. R. E. (2011). Open innovation: State of the art and future perspectives. *Technovation*, 31(1), 2-9. ISSN 0166-4972. DOI: 10.1016/j.technovation.2010.10.002.
- Innovation Factory Institute (2017). Las metodologías de innovación que impactan al mundo actual. Recuperado de: <https://www.innovationfactoryinstitute.com/blog/que-metodologia-de-innovacion-es-la-mas-adecuada-para-mi-empresa/>
- Jan Spruijt (2016). 71 Innovation Methodologies. Recuperado de: <https://openinnovation.eu/04-02-2016/71-innovation-methodologies/>
- Kim, W. C. (2005). *Blue Ocean Strategy: From Theory to Practice*. *California Management Review*, 47(3), 105–121. DOI: 10.1177/000812560504700301.
- Kimbell, L. (2011). Rethinking Design Thinking: Part I. *Design and Culture*, 3(3), 285-306. DOI: 10.2752/175470811X13071166525216
- King, A. A., & Baartartogtokh, B. (2015). How useful is the theory of disruptive innovation? *MIT Sloan Management Review*, 57(1), 77-90.
- Kitsios, F., Kamariotou, M., & Grigoroudis, E. (2021). Digital Entrepreneurship Services Evolution Analysis of Quadruple and Quintuple Helix Innovation Models for Open Data Ecosystems. *Sustainability (Switzerland)*, 21(13), 1-13. DOI: 10.3390/su132112183

- Koontz, H. (1958). A preliminary statement of principles of planning and control. *The Journal of the Academy of Management* 1(1), 45.
- Kou, G.; Yuksel, S.; Dinçer, H. (2022). Inventive problem-solving map of innovative carbon emission strategies for solar energy-based transportation investment projects. *Applied Energy* (311) 118680
- Leal, L. F., Ribeiro, A. T. V. B., Romão, V., et al. (2021). R&D approach based on multiple partners and Design Thinking, Lean Startup, and Agile concepts: case study in the electricity sector. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 18(1), e20211024. DOI: 10.14488/BJOPM.2021.003.
- Lee, W. J., & Mwebaza, R. (2020). The Role of the Climate Technology and Network as a Climate Technology and Innovation Matchmaker for Developing Countries. *Sustainability*, 19(12), 1-12. DOI: 10.3390/SU12197956
- Lee, W., & Mwebaza, R. (2020). New Strategy for Innovative RDD in View of Stakeholder Interaction During Climate Technology Transfer. *Sustainability (Switzerland)*, 14(14), 1-14. DOI: 10.3390/su14148363
- Li, Q., Zhao, W., Zheng, L., Chen, L., Zhang, K., & Guo, X. (2018). Innovative Design of Replacement Device for Vulnerable Parts in the Nuclear Radiation Environment. *Science and Technology of Nuclear Installations*, 2018, Article ID 3726914
- Li, Y.; Wu, Z.; Dinçer, H.; Kalkavan, H.; Yuksel, S. (2021). Analyzing TRIZ-based strategic priorities of customer expectations for renewable energy investments with interval type-2 fuzzy modeling. *Energy Reports* 7-2021. pp.95-108

- Lichtenthaler, U. (2020). Agile Innovation: The Complementarity of Design Thinking and Lean Startup. *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology (IJSSMET)*, 11(1), 157-167. <http://doi.org/10.4018/IJSSMET.2020010110>
- Liedtka, J. (2018). Why Design Thinking Works. *Harvard Business Review*.
- Lim, S., Kim, M., & Sawng, Y. (2022). Design Thinking for Public Rd Focus on Rd Performance at Public Research Institutes. *Sustainability (Switzerland)*, 13(14), 1-14. DOI: 10.3390/su14137765
- Liu, Z., Feng, J., & Wang, J. (2020). Resource-Constrained Innovation Method for Sustainability: Application of Morphological Analysis and TRIZ Inventive Principles. *Sustainability* 2020, 12(917)
- Loderer, M., & Kock, A. (2021). The influence of design thinking on open innovation. *International Journal of Innovation Management*, 25(10), 2140001. DOI: 10.1142/S1363919621400016.
- Loh, K. L., Mohd Yusof, S., & Lau, D. H. C. (2019). Blue ocean leadership in lean sustainability. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 275-294. DOI: 10.1108/IJLSS-06-2016-0029.
- Komssi, M., Pichlis, D., Raatikainen, M., Kindström, K., & Järvinen, J. (2015). What are Hackathons for? *IEEE Software*, 32(5), 60-67. DOI: 10.1109/MS.2014.78.
- Love, P. E. D., Matthews, J., & Zhou, J. (2020). Is it just too good to be true? Unearthing the benefits of disruptive technology. *International Journal of Information Management*, 52(C), June 2020. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102096.

- Lovec, M., & Juvancic, L. (2018). Eastern Vector of Russian State Policy Development for Ensuring Energy Security. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(8), 335-341.
- Lovec, M., & Juvancič, L. (2021). The Role of Industrial Revival in Untapping the Bioeconomy's Potential in Central and Eastern Europe. *Energies*, 24(14), 1-14. DOI: 10.3390/en14248405
- Magare, A., Lamin, M., & Chakrabarti, P. (2020). Inherent Mapping Analysis of Agile Development Methodology Through Design Thinking. En *Data Science and Intelligent Applications* (pp. 527-534).
- Manzini, R., Lazzarotti, V., & Pellegrini, L. (2017). How to Remain as Closed as Possible in the Open Innovation Era: The Case of Lindt & Sprüngli. *Long Range Planning*, 50(2), 260-281. ISSN 0024-6301. DOI: 10.1016/j.lrp.2015.12.011.
- Marchionna, M. (2019). Sustainable Innovation Approaches of an Oil and Gas Contractor Through the Energy Transition. *Oil Gas-European Magazine*, 2(45), 80-83. DOI: 10.19225/190606
- Marlen, A. & Volker, B. (2012). Open innovation in urban energy systems. *Energy Efficiency*, 5, 351-364. DOI: 10.1007/s12053-011-9142-6
- Martinez-Ros (2019). Revisiting product and process innovations. *International Journal Business Environment*. Vol 10 – 3 p.270
- Martins, F., Almeida, M. F., Calili, R., & Oliveira, A. (2020). Design Thinking Applied to Smart Home Projects: A User-Centric and Sustainable Perspective. *Sustainability*, 12, 10031. DOI: 10.3390/su122310031
- McAdam, M., & Debackere, K. (2018). Beyond 'triple helix' toward 'quadruple helix' models in regional innovation systems: implications for theory and practice. *R&D Management*, 48(1), 5-7. DOI: 10.1111/radm.12309.

- Micheli, P., Wilner, S. J. S., Bhatti, S., Mura, M., & Beverland, M. B. (2018). Doing Design Thinking: Conceptual Review, Synthesis and Research Agenda. *Journal of Product Innovation Management* 36(2)
- Montoya, O. (2004). Schumpeter, Innovación y Determinismo Tecnológico. *Scientia et Technica* Año X, No 25. UTP. ISSN 0122-1701
- Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Nerur, S., Mahapatra, R., & Mangalaraj, G. (2005). Challenges of Migrating to Agile Methodologies. *Communications of the ACM*, 48(5), 72-78. DOI: 10.1145/1060710.1060712.
- Ni, X., Samet, A., & Cavallucci, D. (2019). An Approach Merging the IDM-Related Knowledge. New Opportunities for Innovation Breakthroughs for Developing Countries and Emerging Economies. TFC 2019. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol. 572 (pp. xx-xx). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-32497-1\_13
- Nnaji, E., Adgidzi, D., Dioha, O., Ewim, E., & Huan, Z. (2019). Modelling and management of smart microgrid for rural electrification in sub-Saharan Africa: The case of Nigeria. *The Electricity Journal*, 32, 106672.
- Odam, N., & De Vries, F. P. (2021). Innovation Modelling and Multi-Factor Learning in Wind Energy Technology. *Energy Economics and Policy Assessment*, 295, 1-6. DOI: 10.1016/j.eneco.2019.104594
- Ostrovskaya, H., Tsikh, H., Strutynska, I., Kinash, I., Petukhova, O., Golonya, O., & Shehynska, N. (2021). Building an Effective Model of Intelligent Entrepreneurship Development in

- Digital Economy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(3), 49-59. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.244916
- Pereira, J.C., & Russo, R.D. (2018). *Design Thinking Integrated in Agile Software Development: A Systematic Literature Review*. CENTERIS/ProjMAN/HCist.
- Petrushenko, Y. M., Burkinsky, B., Shevchenko, H., & Baranchenko, Y. (2021). Towards Sustainable Development in a Transition Economy The Case of Ecoindustrial Parks in Ukraine. *Environmental Economics*, 12(1), 149-164. DOI: 10.21511/ee.12(1).2021.13
- Quality One (s.f). *Quality Function Deployment (QFD)*. Recuperado de: <https://quality-one.com/qfd/>
- Rajani, I., & Kot, S. (2018). The Prospective Consumers of the Indonesian Green Aviation Initiative for Sustainable Development in Air Transportation. *Sustainability (Switzerland)*, 6(10), 1-10. DOI: 10.3390/su10061772
- Raneri, S., Lecron, F., Hermans, J., & Fouss, F. (2023). Predictions through Lean startup? Harnessing AI-based predictions under uncertainty. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 29(4), 886-912. DOI: 10.1108/IJEBR-07-2021-0566.
- Raynor, M. (2011). *The Innovators Manifesto, Deliberate Disruption For Transformational Growth*. Crown Business New York
- Remneland-Wikhamn, B., & Wikhamn, W. (2011). Open innovation climate measure: The introduction of a validated scale. *Creativity and Innovation Management*, 20(4), 284-295.
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Business*. Crown Business.

- Rosà, A., & Lace, N. (2018). The Open Innovation Model of Coaching Interaction in Organisations for Sustainable Performance Within the Life Cycle. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10), 1-10. DOI: 10.3390/su10103516
- Rousselot, F., Zanni-Merk, C., Cavallucci, D. (2011). Acquisition of Evolution Oriented Knowledge from Patent Texts. In: Bernard, A. (eds) *Global Product Development*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-15973-2\\_58](https://doi.org/10.1007/978-3-642-15973-2_58)
- Rowley & Slack (2004). Conducting a literature review. *Management Research News*, Vol. 27 Iss 6 pp. 31
- Roy Rothwell, (1994) "Towards the Fifth-generation Innovation Process", *International Marketing Review*, Vol. 11 Issue: 1, pp.7-31, <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Sakhrieh A., Al, J., Ghandour, A., Adel, A. (2022). Improving Photovoltaic Systems in Jordan Using TRIZ Principle - Overview and Case Study. *International Journal of Energy Economics and Policy* 12 (5) 202273. pp.73-78
- Santos, A. (2015). Open Innovation research: trends and influences—a bibliometric analysis. *Journal of Innovation Management* 3, 2. pp. 131-165
- Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2008). Six Sigma: Definition and underlying theory. *Journal of Operations Management*, 26(4), 536-554. ISSN 0272-6963. DOI: 10.1016/j.jom.2007.06.007.
- Science and Technology Observatory (OST) (2019). Dynamics of scientific production in the world, in Europe and in France, 2000-2016. Hcéres, Paris.
- Serrador, P., & Pinto, J. K. (2015). Does Agile work? — A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1040-1051. ISSN 0263-7863. DOI: 10.1016/j.ijproman.2015.01.006.

- Seymour, M., Riemer, K., & Kay, J. (2018). Actors, Avatars and Agents: Potentials and Implications of Natural Face Technology for the Creation of Realistic Visual Presence. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(10).
- Shaughnessy, H. (2013). What Makes Samsung Such An Innovative Company? *Forbes*. Recuperado de: <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2013/03/07/why-is-samsung-such-an-innovative-company/?sh=46bc58302ad7>
- Sheu, D. D., & Ho, C. L. (2016). TRIZ Trimming at Supersystem for Innovative Product Integration. *International Journal of Systematic Innovation*, 4(1), 35-49. DOI: 10.6977/IJoSI.201606\_4(1).0003
- Shinkevich, A., Kudryavtseva, S., Drydronova, A., Gallyamova, D., Farrakhova, E., & Vodolazhskaya, E. (2019). Assessment of the Efficiency of Energy and Resourcesaving Technologies in the Model of Open Innovation. *E3S Web of Conferences*, 124, 1-6. DOI: 10.1051/e3sconf/201912404004
- Shumpeter, J. (1942). *Capitalismo, socialismo y democracia*.
- Singular Ventures (2021). *Metodologías innovadoras para crear la empresa del futuro*. Recuperado de: <https://futurizable.com/metodologias-innovacion/>
- Sköldbberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design Thinking: Past, Present and Possible Futures. *Creativity and Innovation Management*, 22(2), 121-146. DOI: 10.1111/caim.12023
- Sociedad de la Innovación (2018). 8 reconocidas metodologías para innovar, de la mano de expertos. Recuperado de: <https://www.sociedaddelainnovacion.es/metodologias-para-innovar-expertos/>

- Teplov, R., Albats, E., & Podmetina, D. (2019). What does open innovation mean? Business versus academic perceptions. *International Journal of Innovation Management*, 23(01), 1950002. DOI: 10.1142/S1363919619500026
- The National Bureau of Asian Research (2017). IP Commission Report. The Commission on the Theft of American Intellectual Property.
- Tushar, W., Lan, L., Withanage, C., Sng, H. E. K., Yuen, C., Wood, K. L., & Saha, T. K. (2020). Exploiting design thinking to improve energy efficiency of buildings. *Energy*, 197(C).
- Villarreal, O., & Calvo, N. (2015). From the Triple Helix model to the Global Open Innovation model: A case study based on international cooperation for innovation in Dominican Republic. *Journal of Engineering and Technology Management*, 35, 71-92. ISSN 0923-4748. DOI: 10.1016/j.jengtecman.2014.10.002.
- Wan, H., Weng, S., Du, H., Dong, D., Wang, B., & Yu, T. (2022). Innovative Design of Compact Heavy-Load Independent Transfer Device for Nuclear Engineering System. *Science and Technology of Nuclear Installations*, 2022, Article ID 5256808
- Wang, J., Duan, Y., & Li, G. (2022). A Study of Specific Open Innovation Issues from Perspectives of Open Source and Resource Shares Cases of Tesla. *Sustainability (Switzerland)*, 1(14), 1-14. DOI: 10.3390/su14010142
- Xie, F., Yuan, G., Dinçer, H., Yuksel, S. (2021). The theory of inventive problem solving (TRIZ)-based strategic mapping of green nuclear energy investments with spherical fuzzy group decision-making approach. *Int J Energy Res*. 2021. pp.1–17.
- Xu, Y., & Koivumäki, T. (2019). Digital business model effectuation: An agile approach. *Computers in Human Behavior*, 95, 307-314. ISSN 0747-5632. DOI: 10.1016/j.chb.2018.10.021.

- Yamashina, H., Ito, T., & Kawada, H. (2002). Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. *International Journal of Production Research*, 40(5), 1031-1050. DOI: 10.1080/00207540110098490
- Yan, W., Zanni-Merk, C., Cavallucci, D., Cao, Q., Zhang, L., Ji, Z. (2022). A rule-based heuristic methodology for su-field analysis in industrial engineering design. *Information*, 13(3), 143.
- Yang, X., Sun, S. L., & Zhao, X. (2019). Search and execution: examining the entrepreneurial cognitions behind the lean startup model. *Small Business Economics*, 52(3), 667-679. DOI: 10.1007/s11187-017-9978-z.
- Yordanova, Z. (2021). Evolution of Lean Startup over the Years – A Bibliometric Analysis. *Innovative Technologies and Learning. ICITL 2021. Lecture Notes in Computer Science* vol 13117. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-91540-7\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-91540-7_33)
- Yu, N., & Zhao, C. (2022). Chain Innovation Mechanism of the Manufacturing Industry in the Yangtze River Delta of China Based on Evolutionary Game. *Sustainability (Switzerland)*, 17(13), 1-13. DOI: 10.3390/su13179729
- Yun, J. J., & Liu, Z. (2019). Micro- and Macro-Dynamics of Open Innovation with a Quadruple-Helix Model. *Sustainability*, 11(12), 3301. DOI: 10.3390/su11123301.
- Yun, J-H.J., Avvari, M.V., Jeong, E-S. and Lim, D-W. (2014) ‘Introduction of an objective model to measure open innovation and its application to the information technology convergence sector’, *Int. J. Technology, Policy and Management*, Vol. 14, No. 4, pp.383–400.
- Zakari, I. (2020). Bridging Data Gap for Understanding Emerging Issues in Niger: Challenges and Opportunities in the Era of Smart Cities and Smart Villages. *IBASE-BF48758.2020.9069593*. 1st IEEE International Conference on Natural and Engineering

- Sciences for Sahel's Sustainable Development: Impact of Big Data Application on Society and Environment, 1-6.
- Zhang, H., Guo, X., Yi, C., Dou, Y., Chen, D., Tong, N., Wang, J. (2020). PeTIT: Perceiving the Technological Innovation Trends via the Heuristic Model of Community Detection. 2nd International Conference on Computer Communication and the Internet.
- Zhang, P., Cavallucci, D., & Zanni-Merk, C. (2019). A New Way to Classify Physical Effects for Ontology Instantiation. En 19th International TRIZ Future Conference (TFC), Oct 2019, Marrakesh, Morocco (pp. 70-78). DOI: 10.1007/978-3-030-32497-1\_7
- Zhao, N., Lei, C., Hu, W. C., & Mercado-Caruso, N. (2022). Megaprojects An Agent-Based Modelling Approach. *Sustainability*, 15(14), 1-14. DOI: 10.3390/su14159070
- Zhen, Y., Zouasaf, R., Radulescu, M., & Yasir, M. (2021). Nexus of Digital Organizational Culture Capabilities Organizational Readiness and Innovation Investigation of SMEs Operating in the Digital Economy Transformation Innovation Systems Into Innovation Ecosystems The Role of Public Policy. *Sustainability*, 13(2), 1-15. DOI: 10.3390/su13020720
- Zheng, X. C., & Yai, Y. (2022). Comparing the Technology Trajectories of Solar PV and Solar Water Heaters in China Using a Patent Lens. *Sustainability*, 14(12), 1-14. DOI: 10.3390/su14127520