

INOVAÇÃO E COLABORAÇÃO EM REDES CONTEMPORÂNEAS: UMA ANÁLISE DAS TEORIAS DE REDES E SUAS IMPLICAÇÕES NAS HÉLICES DE INOVAÇÃO.

INNOVACIÓN Y COLABORACIÓN EN REDES CONTEMPORÁNEAS: UN ANÁLISIS DE LAS TEORÍAS DE REDES Y SUS IMPLICACIONES EN LAS HÉLICES DE INNOVACIÓN.

INNOVATION AND COLLABORATION IN CONTEMPORARY NETWORKS: AN ANALYSIS OF NETWORK THEORIES AND THEIR IMPLICATIONS FOR INNOVATION HELICES.

Apresentação: Comunicação Oral

VASCONCELOS, Marcelo Alexandre,¹; MEDEIROS, Saulo Emmanuel R.²; ANDRADE, Rodrigo Bernardo³; SILVA, Erick Viana; Orientador⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0012>

RESUMO

Este artigo tem como objetivo central examinar as principais teorias relacionadas às estruturas de redes, com enfoque na concepção da Tríplice Hélice. A pesquisa se orienta pela pergunta: como as teorias de redes se enquadram na evolução das hélices, conforme apresentadas por Etzkowitz? Para isso, foram estabelecidos três objetivos específicos: identificar as diferenças básicas entre a Teoria Ator-Rede de Latour, a Teoria de Rede de Cooperação de Manuel Castells e a Teoria de Rede Interorganizacional; identificar outras teorias relevantes que abordam o estudo de redes de interação; e descrever, com base nas Hélices Tríplice, quádrupla e quádrupla, qual teoria de redes se adapta melhor a essa perspectiva. A metodologia utilizada consistiu na revisão de literatura narrativa, em que se realizaram buscas sistemáticas de artigos, revistas e capítulos de livros nas plataformas Scielo, Pepsic e Google Acadêmico. As pesquisas foram fundamentadas em palavras-chave como "Rede", "Sociedade em Rede", "Inovação" e "Tríplice Hélice".

Os resultados da análise das Hélices quádrupla e quádrupla destacam a importância da colaboração entre diversos atores, incluindo universidades, empresas, governos, sociedade civil e o meio ambiente, na promoção da inovação e do desenvolvimento sustentável. Esses modelos teóricos evidenciam que as interações entre diferentes setores são essenciais para enfrentar desafios sociais, econômicos e ambientais contemporâneos. A Tríplice Hélice, elaborada por Etzkowitz e Leydesdorff, enfatiza a interação entre academia, indústria e governo como pilares fundamentais para a inovação. Essa proposta foi ampliada para a quádrupla Hélice, que inclui a sociedade civil como um ator crucial, destacando a integração da sustentabilidade e da responsabilidade social nas dinâmicas interativas.

As teorias de redes relacionadas, incluindo a Teoria das Redes Sociais, a Teoria de Rede Interorganizacional, a Teoria do Capital Social e a Teoria da Co-Criação, reforçam a ideia de que uma

1 Doutorando, IFPE/Recife, marcelo.alexandre@recife.ifpe.edu.br / FUNDACENTRO, marcelo.vasconcelos@fundacentro.gov.br

2 Doutorando, IFPE/Paulista, saulo.medeiros@paulista.ifpe.edu.br

3 Doutorando, IFPE/Recife, rodrigoandrade@recife.ifpe.edu.br

4 Doutor, IFPE/Recife, erick.viana@recife.ifpe.edu.br

colaboração diversificada é crucial para a inovação efetiva. As conclusões apontam que a Hélice Quintápla, ao integrar a sustentabilidade e a responsabilidade social nos processos de inovação, propõe um caminho que vai além do desenvolvimento econômico, promovendo uma sociedade mais justa e consciente das interconexões e impactos no meio ambiente. A análise contínua e a aplicação desses modelos teóricos são essenciais para a construção de soluções inovadoras que atendam às complexidades do mundo atual.

Palavras-Chave: Rede, Sociedade em Rede, Inovação e Trílice Hélice.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo central examinar las principales teorías relacionadas con las estructuras de redes, con un enfoque en la concepción de la Triple Hélice. La investigación se orienta por la pregunta: cómo se encuadran las teorías de redes en la evolución de las hélices, tal como las presenta Etzkowitz? Para ello, se establecieron tres objetivos específicos: identificar las diferencias básicas entre la Teoría Actor-Rede de Latour, la Teoría de Redes de Cooperación de Manuel Castells y la Teoría de Redes Interorganizacionales; identificar otras teorías relevantes que abordan el estudio de redes de interacción; y describir, con base en las Hélices Triple, Cuádruple y Quintuple, qué teoría de redes se adapta mejor a esta perspectiva.

La metodología utilizada consistió en la revisión de literatura narrativa, donde se realizaron búsquedas sistemáticas de artículos, revistas y capítulos de libros en las plataformas Scielo, Pepsic y Google Académico. Las investigaciones se fundamentaron en palabras clave como "Red", "Sociedad en Red", "Innovación" y "Triple Hélice".

Los resultados del análisis de las Hélices Cuádruple y Quintuple destacan la importancia de la colaboración entre diversos actores, incluyendo universidades, empresas, gobiernos, sociedad civil y medio ambiente, en la promoción de la innovación y el desarrollo sostenible. Estos modelos teóricos evidencian que las interacciones entre diferentes sectores son esenciales para enfrentar los desafíos sociales, económicos y ambientales contemporáneos. La Triple Hélice, elaborada por Etzkowitz y Leydesdorff, enfatiza la interacción entre academia, industria y gobierno como pilares fundamentales para la innovación. Esta propuesta se amplió a la Cuádruple Hélice, que incluye a la sociedad civil como un actor crucial, destacando la integración de la sostenibilidad y la responsabilidad social en las dinámicas interactivas.

Las teorías de redes relacionadas, que incluyen la Teoría de Redes Sociales, la Teoría de Redes Interorganizacionales, la Teoría del Capital Social y la Teoría de Co-Creación, refuerzan la idea de que una colaboración diversificada es crucial para la innovación efectiva. Las conclusiones apuntan que la Hélice Quintuple, al integrar la sostenibilidad y la responsabilidad social en los procesos de innovación, propone un camino que va más allá del desarrollo económico, promoviendo una sociedad más justa y consciente de las interconexiones y los impactos en el medio ambiente. El análisis continuo y la aplicación de estos modelos teóricos son esenciales para la construcción de soluciones innovadoras que atiendan a las complejidades del mundo actual.

Palabras clave: Red, Sociedad en Red, Innovación y Triple Hélice.

ABSTRACT

This article aims to examine the main theories related to network structures, with a focus on the conception of the Triple Helix. The research is guided by the question: how do network theories fit into the evolution of the helices as presented by Etzkowitz? To address this, three specific objectives were established: to identify the basic differences between Latour's Actor-Network Theory, Manuel Castells' Cooperation Network Theory, and Interorganizational Network Theory; to identify other relevant theories that address the study of interaction networks; and to describe, based on the Triple, Quadruple, and Quintuple Helices, which network theory best fits this perspective.

The methodology used consisted of a narrative literature review, conducting systematic searches for articles, journals, and book chapters on the Scielo, Pepsic, and Google Scholar platforms. The research was based on keywords such as "Network," "Network Society," "Innovation," and "Triple Helix."

The results of the analysis of the Quadruple and Quintuple Helices highlight the importance of collaboration among various actors, including universities, businesses, governments, civil society, and the environment, in promoting innovation and sustainable development. These theoretical models demonstrate that interactions between different sectors are essential to address contemporary social,

economic, and environmental challenges. The Triple Helix, developed by Etzkowitz and Leydesdorff, emphasizes the interaction between academia, industry, and government as fundamental pillars for innovation. This proposal was extended to the Quadruple Helix, which includes civil society as a crucial actor, highlighting the integration of sustainability and social responsibility in interactive dynamics.

The related network theories, including Social Network Theory, Interorganizational Network Theory, Social Capital Theory, and Co-Creation Theory, reinforce the idea that diverse collaboration is crucial for effective innovation. The conclusions indicate that the Quintuple Helix, by integrating sustainability and social responsibility into innovation processes, presents a pathway that goes beyond economic development, promoting a more just society that is aware of its interconnections and impacts on the environment. Continuous analysis and application of these theoretical models are essential for constructing innovative solutions that address the complexities of the current world.

Keywords: Network, Network Society, Innovation, and Triple Helix.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve como objetivo examinar as principais teorias relacionadas às estruturas de redes, com ênfase na concepção da Tríplice Hélice. Para fundamentar nossa análise, utilizamos fontes confiáveis, como a base de dados Scielo, o banco de teses da CAPES e o Google Acadêmico. A pergunta básica da pesquisa ficou centrada como: as teorias de redes se enquadram na evolução das hélices, apresentadas por Etzkowitz? A investigação é orientada por três objetivos específicos: 1 - Conhecer as diferenças básicas entre a Teoria Ator-Rede de Latour, a Teoria de Rede de Cooperação de Manuel Castells e a Teoria de Rede Interorganizacional. 2 - Identificar quais outras teorias abordam o estudo das redes de interação 3 - Descrever, com base na Hélice Tríplice, Quádrupla e Quíntupla qual teoria de redes se aplica melhor a essa perspectiva.

Além disso, nossa análise incluiu uma abordagem teórico conceitual das redes, bem como apresentando uma avaliação crítica das limitações e desafios associados a essas citações destacando que, apesar de suas contribuições para a compreensão das interações entre atores sociais e organizacionais, é crucial abordá-las com uma perspectiva crítica para considerar suas implicações e contextos. Na análise teórica destacamos elementos centrais como: Foco, objetivo e método. Por meio dessas indagações, buscamos oferecer uma compreensão integradora das dinâmicas e interações que caracterizam as redes em contextos contemporâneos de inovação e colaboração. Destaque-se ainda que está pesquisa se justifica academicamente pela abordagem da perspectiva teórica com contraponto de experiências de estudo de casos vivenciados pelos teóricos, buscando entender como as redes interagem sob a perspectiva das hélices. O estudo também serve como um recurso para investigar a sociedade em rede. Na metodologia adotada é uma revisão de literatura como questionamento narrativo, envolvendo a análise de publicações em livros e artigos científicos, tanto impressos quanto digitais. Esses artigos são fundamentais para que os leitores adquiram e atualizem conhecimentos sobre temas específicos. A pesquisa baseou-se na busca de palavras-chave: Rede, Sociedade em Rede, Inovação e Tríplice Hélice.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

Teoria Ator-Rede (Latour), Teoria de Rede de Cooperação: Manuel Castell, Teoria de Rede Interorganizacional

- **Teoria Ator-Rede (Actor-Network Theory, ANT) de Bruno Latour:** A Teoria Ator-Rede (Actor-Network Theory - ANT): proposta por Bruno Latour, sugere que tanto humanos quanto

não-humanos, tal qual objetos e tecnologias, atuam como atores que interagem dentro de uma rede. O principal intuito da ANT é entender como essas interações constroem realidades sociais, enfatizando a ação dos atores e uma estrutura não hierárquica nas relações. Latour, em sua obra "Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory" (2005): discute a maneira como as interações entre humanos e não-humanos constituem a sociedade, introduzindo a ideia de que a agência, ou a capacidade de agir, é distribuída entre todos os atores. Ele investiga como essas interações constroem realidades sociais e facilitam a tradução de interesses, destacando dinâmicas de poder e influência. No entanto, a Teoria Ator-Rede não está isenta de críticas. Pesquisadores como Suchman (1987), Latour (2005), Law (2004) e Ylönen (2011) discutem limitações da teoria. Uma das principais críticas é a subjetividade e ambiguidade que a ANT pode gerar, devido à dificuldade em definir claramente o que constitui um ator, o que pode levar a interpretações variadas e tornar a análise menos rigorosa. Além disso, a ANT tende a se concentrar em descrever redes e interações sem oferecer explicações detalhadas sobre as dinâmicas de poder, e os resultados sociais, o que limita sua capacidade de generalização. Como outra crítica importante é a possível negligência do contexto social, uma vez que a ANT pode se focar mais na construção da rede do que nas condições históricas e sociais que permitem essas interações.

Latour utiliza diversos estudos de caso para exemplificar suas teorias. Um exemplo notável é a análise da construção de uma rede em torno da tecnologia do telefone, onde ele investiga como humanos e não-humanos interagem para estabelecer uma rede que viabiliza a comunicação. Outro estudo significativo envolve a pesquisa científica, em que Latour analisa como: cientistas, instrumentos e instituições se interconectam em redes para produzir conhecimento. Esses casos demonstram a complexidade das interações sociais e como a ANT permite uma compreensão mais profunda da cooperação entre diferentes tipos de atores.

- Teoria de Rede de Cooperação: Manuel Castells examina de que forma as redes sociais e as novas tecnologias de comunicação impactam a sociedade e a economia. Segundo Castells (1996), a nova economia e a organização da informação em rede transformaram as relações sociais, criando um modelo de organização social baseado em redes de cooperação. Essa abordagem surgiu em meados dos anos 1990 e se concentra na investigação sobre como as redes cooperativas que se formam e funcionam, especialmente no cenário das sociedades, da informação, e das telecomunicações. Castells argumenta que as redes de comunicação e a interconexão são fundamentais para entender: o poder, a cultura e as dinâmicas sociais na era digital. Sua análise enfatiza a colaboração entre diferentes organizações e atores sociais para alcançar objetivos comuns, focando nas interações colaborativas e nas dependências mútuas.

O objetivo da teoria é analisar como a cooperação entre as organizações e outros atores pode levar a inovações, ao compartilhamento de recursos e à resolução de problemas complexos, além de entender as dinâmicas que facilitam ou dificultam essa cooperação. Entretanto, a Teoria da Rede de Cooperação também enfrenta críticas e limitações, conforme discutido por estudiosos como, Cohen (1994), Held (2006), Pariser (2011) e Putnam (2000). Uma das análises foi a idealização da cooperação, uma vez que a teoria pode não levar em conta os aspectos em: conflitos de interesse, desigualdade de poder e a possibilidade de relações de dominação entre os participantes da rede. Além disso, embora inovadora, a abordagem de Castells pode dar ênfase excessiva às redes digitais e sua influência nos processos sociais, desconsiderando interações face a face, e formas de cooperação mais tradicionais. Outro ponto levantado pelos

críticos é a generalização da teoria, foi que ao tentar aplicar conceitos de redes a várias áreas: como economia, política e sociedade, podendo-se falhar ao não oferecer a especificidade ou contextualização necessária.

Uma característica importante da teoria foram os estudos de caso utilizados para ilustrar seus conceitos. Em "A Era da Informação", Castells analisa o desenvolvimento das redes sociais na era digital, incluindo o estudo de movimentos sociais que se organizam através de redes digitais, como o movimento Occupy Wall Street e a Primavera Árabe. Outro exemplo é a investigação das redes de colaboração entre empresas em clústeres tecnológicos, como o de Silicon Valley, onde o fluxo de informações entre as empresas é crucial para a inovação. Por fim esses estudos ajudam a compreender melhor a dinâmica da cooperação em ambientes contemporâneos.

- Teoria de Rede Interorganizacional: A Teoria concentra-se nas interações entre diferentes organizações, analisando como elas cooperam e competem dentro de um ecossistema mais amplo. Essa análise considera fatores como interdependência, troca de recursos e a criação de valor, além de focar nas estruturas e processos que facilitam a colaboração Interorganizacional. O objetivo é entender como essas parcerias podem influenciar resultados e inovações, examinando como organizações distintas se conectam, colaboram e competem entre si na formação de alianças e parcerias. Buscando compreender as estruturas, processos e dinâmicas das relações interorganizacionais e como elas impactam o desempenho das organizações e a inovação. Sendo assim, identifica padrões nas interações e analisa a eficácia das redes formadas. Entre os principais critérios que contribuíram para o desenvolvimento dessa análise estão: James G. March (1994), Naomi R. Lamoreaux, Henri Mintzberg, Howard Aldrich, P. B. Larsson, Ronald S. Burt (1992) e Geoffrey J. Dyer. Contudo estes autores forneceram informações relevantes sobre como as interações entre organizações podem impactar seu desempenho, inovação e estratégias.

No entanto, a Teoria de Rede Interorganizacional enfrenta críticas e limitações, conforme discutido por Burt (1992), De Drue e Van Dierendonck (2004), Lentz (2000) e March (1994). Um dos pontos críticos é a complexidade e a dificuldade de mensuração, uma vez que a análise de redes interorganizacionais pode ser bastante desafiadora, especialmente em relação a aspectos intangíveis como confiança e capital social. Outro ponto importante é a dependência do contexto; a eficácia e a natureza das interações nas redes interorganizacionais podem variar amplamente dependendo do contexto cultural, político e econômico, tornando algumas conclusões frágeis quando generalizadas.

Os estudos de caso utilizados pelos teóricos dessa teoria são fundamentais para exemplificar seus conceitos. Como exemplo, a colaboração entre a Boeing e a NASA em projetos de inovação tecnológica que ilustra como as organizações se interconectam para compartilhar recursos e conhecimentos. Outro exemplo relevante é a análise das redes de ONGs que colaboram em iniciativas de desenvolvimento sustentável, onde a interconexão entre diferentes organizações é crucial para alcançar objetivos comuns. Assim, esses estudos de caso ajudam a entender melhor como as teorias se aplicam a diferentes ambientes sociais e organizacionais, ilustrando a complexidade das interações em rede.

Finalizando esta primeira parte da análise, em resumo, temos que a Teoria Ator-Rede : Foca na ação conjunta de diferentes atores (humanos e não-humanos) e na construção social das realidades por meio de suas interações; -Teoria de Rede de Cooperação: Enfatiza as parcerias e a colaboração entre atores sociais e organizações para resolver problemas comuns e a Teoria de

Rede Interorganizacional: Estuda as relações específicas entre organizações, incluindo competição e cooperação, e sua influência no desempenho e na inovação. Cada uma dessas teorias oferece uma perspectiva única sobre como as redes influenciam e moldam diferentes aspectos da sociedade, além de apresentar críticas e limitações distintas.

Principais teorias que abordam a questão do estudo de redes de interação:

Além das teorias já mencionadas, há várias outras que abordam o estudo de redes de interação em diferentes contextos. Aqui estão algumas delas:

Teoria das Redes Sociais: Essa teoria estuda as relações e interações entre indivíduos ou grupos dentro de uma rede social, focando em como a estrutura da rede, compreendida por nós e conexões, afeta comportamentos, influências sociais e a disseminação de informações. A Teoria das Redes Sociais, que tem raízes na sociologia clássica, ganhou destaque nas décadas de 1970 e 1980 e originou-se em diversos campos, incluindo sociologia, antropologia, ciência da computação e estudos organizacionais.

Entre os teóricos que contribuíram para o desenvolvimento dessa teoria, destacam-se Stanley Milgram, John Barnes, Duncan J. Watts (2003), Albert-László Barabási (2002) e Robert Putnam (2000). Stanley Milgram é conhecido pelo seu experimento "Small World" (Mundo Pequeno), na qual ilustrou a ideia de que pessoas estão conectadas por uma rede social muito menor do que se imagina, popularizando o conceito de "seis graus de separação". John Barnes trouxe contribuições significativas ao desenvolver o conceito de "isenção de laços fracos", enfatizando a importância dessas conexões nas redes sociais. Duncan J. Watts é reconhecido por seu trabalho em redes complexas e dinâmicas sociais, especialmente em seu livro "Six Degrees: The Science of a Connected Age", onde explora a estrutura das redes e as dinâmicas que emergem. Já Albert-László Barabási, por sua vez, introduziu o conceito de "rede livre de escala" em seu livro "Linked: The New Science of Networks", focando nos padrões de conexão que desafiam a noção de aleatoriedade. Embora Robert Putnam não seja exclusivamente um teórico de redes sociais, seu trabalho sobre capital social e a importância dessas redes na sociedade, especialmente em "Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community", que influenciou significativamente a compreensão da interconexão social. Além dele, Vladimir I. Lenin abordou questões de redes e conexões sociais em seus escritos, especialmente no enquadramento de movimentos sociais e políticos. Nancy Baym também ajudou ao estudar interações sociais mediadas pela tecnologia, e como as redes sociais digitais alteram a forma de como construímos e mantemos relações.

No entanto, a Teoria das Redes Sociais não está isenta de críticas e limitações, conforme discutido por autores como Lazarsfeld e Merton (1954), Ronald S. Burt (1992), Knoke (2001), Michaël J. Granovetter (1973) e Pierre Bourdieu (1986). Uma das críticas é a falta de uma estrutura clara, uma vez que a teoria não oferece uma definição suficientemente robusta do que constitui uma rede social, permitindo interpretações variadas. A complexidade e a mensuração das redes sociais e suas dinâmicas também são difíceis, especialmente ao considerar aspectos intangíveis, como confiança e capital social. Além disso, a dependência da situação é uma preocupação, pois a natureza das interações em redes sociais pode variar amplamente de acordo com fatores culturais, econômicos e políticos, o que pode limitar a generalização dos resultados. Os críticos também apontam a generalização excessiva de algumas abordagens dentro da Teoria das Redes Sociais, que não reconhecem a especificidade de diferentes contextos ou tipos de redes. Por fim, a teoria pode negligenciar as dinâmicas de poder, falhando em abordar como

essas dinâmicas afetam as interações e a estrutura das redes sociais, muitas vezes subestimando as desigualdades de poder entre os atores. Essas críticas e limitações ressaltam as complexidades associadas à Teoria das Redes Sociais e enfatizam a necessidade de uma abordagem mais crítica e contextualizada ao estudar as dinâmicas sociais.

Teoria da Rede Complexa: A Teoria examina como sistemas complexos se organizam e interagem por meio de redes, analisando propriedades como conectividade, distribuição de grau e dinâmica em diferentes tipos de redes, incluindo redes sociais, biológicas e de comunicação. Entre os principais teóricos dessa abordagem estão Albert-László Barabási (2002), Duncan J. Watts (2003), Mark Newman, Santo Fortunato, David Easley, Jon Kleinberg, Christopher Moore e László Lovász. Albert-László Barabási (2002) é um dos pesquisadores mais reconhecidos na área, conhecido por seus estudos sobre "redes livres de escala" e a "teoria do crescimento preferencial", tendo popularizado muitos conceitos sobre a estrutura das redes em seu livro "Linked: The New Science of Networks". Duncan J. Watts, juntamente com Barabási, é uma figura central na investigação de redes complexas e é conhecido por seu trabalho sobre o modelo de rede de pequeno mundo ("small-world network"), que demonstra como um número relativamente baixo de conexões pode manter uma alta conectividade. Mark Newman é reconhecido por seus estudos sobre a estrutura e funções de redes complexas, incluindo teorias de redes sociais e a dinâmica de epidemias. Santo Fortunato tem contribuído para a compreensão das comunidades em redes, focando em algoritmos de detecção de comunidades e na estrutura geral dessas redes. David Easley e Jon Kleinberg, autores do livro: "Networks, Crowds, and Markets", exploram a teoria de redes complexas em ambientes sociais e econômicos, analisando como as redes influenciam o comportamento humano e as dinâmicas de mercado. Christopher Moore se concentra na física da complexidade e redes, investigando o comportamento dinâmico em redes complexas e as relações entre a estrutura da rede e sua dinâmica. Por sua vez, László Lovász contribuiu para a base teórica das redes complexas, especialmente em relação às teorias de grafos e suas aplicações em diversas áreas.

A teoria emergiu no final dos anos 1990 e início dos anos 2000, focando no exame da estrutura e comportamento de redes difíceis, que podem envolver sistemas sociais, tecnológicos e biológicos. Seu objetivo é entender propriedades emergentes, como: robustez e vulnerabilidade, além dos padrões de conexão em sistemas profundos. Contudo, a Teoria da Rede enfrenta críticas e limitações. Alguns Críticos, como: Castells (2000), Barabási (2002), Watts (2003), McKinnon (2007) e Kent (2010), destacam a falta de contextualização sociocultural, que pode limitar a compreensão de como as redes são influenciadas por fatores sociais mais amplos. A ênfase excessiva em estruturas matemáticas pode também resultar em uma visão reducionista das redes sociais, priorizando análises algorítmicas em detrimento de um entendimento mais qualitativo das interações humanas. Além disso, os resultados de estudos de redes podem ser difíceis de generalizar, uma vez que as dinâmicas observadas em uma rede específica podem não se aplicar a outras devido a diferenças contextuais. Críticos também apontam a desconsideração das dinâmicas de poder, já que a teoria pode não abordar suficientemente como as relações de poder e a hierarquia entre os atores influenciam as interações dentro da rede. Por fim, a dificuldade de mensuração se destaca como um desafio, pois a análise de redes complexas é complicada pela dificuldade em quantificar variáveis intangíveis, como a força dos laços sociais ou a qualidade das interações entre os nós da rede. Esses teóricos e seus trabalhos ajudaram a moldar a compreensão da Teoria, explorando as

maneiras pelas quais a estrutura das redes impacta a dinâmica e o comportamento em diversos sistemas profundos.

Teoria do Capital Social: foca nas redes de relações sociais e em como elas facilitam a troca de recursos, apoio e informações entre indivíduos. Essa teoria enfatiza a importância das conexões sociais para a criação de valor e o acesso a oportunidades. Entre os principais teóricos que contribuíram para essa abordagem estão Pierre Bourdieu (1986), Robert Putnam (2000), James Coleman (1988), Elinor Ostrom, Nan Lin (2001) e John Field. Pierre Bourdieu; um dos pioneiros na definição e análise do capital social, argumentou que esse conceito é composto por conexões e redes sociais que proporcionam vantagens aos indivíduos em termos de acesso a recursos e oportunidades. Em sua obra "A Distinção" (1984), Bourdieu explora a relação entre capital social, econômico e cultural. Robert Putnam é famoso por seu livro "Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community" (2000), onde estudou a importância do capital social para a coesão social e o funcionamento da democracia, apontando que a diminuição do capital social nos Estados Unidos onde estava relacionada ao declínio da participação comunitária. James Coleman conhecido por seu trabalho em sociologia educacional e na teoria do capital social, enfatizou como o capital social nos direitos familiares e comunitários que afeta o desenvolvimento educacional e social das crianças, sendo seu artigo "Social Capital in the Creation of Human Capital" (1988) uma leitura fundamental na área. Elinor Ostrom, Prêmio Nobel de Economia em 2009, investigou como comunidades gerenciam recursos comuns, abordando em seu trabalho sobre capital social a importância das redes sociais e das instituições informais para a governança e a sustentabilidade dos recursos coletivos. Nan Lin, em seu livro "Social Capital: A Theory of Social Structure and Action" (2001), propôs um modelo de capital social que combina recursos sociais e suas configurações em redes. John Field também contribuiu para o conceito, especialmente em contextos educacionais e de políticas sociais, explorando as consequências sociais e políticas do capital social em seu livro "Social Capital" (2003). A teoria do capital social, que surgiu nos anos 1980 e se desenvolveu fortemente nas décadas de 1990 e 2000, enfatiza a importância das redes sociais e das relações interativas para a criação de valor e acesso a recursos. Ela busca examinar como as conexões e a confiança dentro de uma comunidade ou rede podem resultar em benefícios sociais e econômicos. No entanto, existem críticas e limitações relacionadas à Teoria do Capital Social, conforme discutido por autores como Putnam (2000), Bourdieu (1986), Coleman (1988) e Lin (2001). Uma dessas críticas é a definição vaga e ampla do capital social, que dificulta sua mensuração e comparação em diferentes contextos, levando a interpretações variadas. Além disso, a teoria pode apresentar ambiguidade, uma vez que alguns estudiosos argumentam que o capital social pode ter efeitos tanto positivos quanto negativos, o que pode confundir a análise dos operadores em contextos diferentes. Também se destaca a negligência em relação às desigualdades sociais e estruturais, pois a teoria pode sugerir que a construção de laços sociais é igualmente acessível a todos, o que não reflete a realidade de muitos grupos marginalizados. Outro ponto crítico é o foco excessivo nas redes sociais, que pode levar a uma subestimação dos fatores institucionais e das estruturas formais que influenciam o capital social. Por fim, a mensuração do capital social é frequentemente considerada problemática, pois muitos de seus aspectos são intangíveis e difíceis de quantificar, dificultando a pesquisa empírica. Essas críticas e limitações destacam a complexidade da Teoria do Capital Social e a necessidade de considerações cuidadosas ao aplicá-la ou interpretá-la em contextos práticos. Os teóricos

mencionados ajudaram a moldar a compreensão do capital social, enfatizando a importância das redes sociais e das interações em contextos individuais e coletivos.

Teoria da Difusão da Inovação: desenvolvida por Everett Rogers, analisa como: o por que e a que velocidade novas ideias e tecnologias se espalham. Essa teoria enfatiza que as interações em redes sociais são cruciais para entender o processo de difusão de inovações. Os principais teóricos associados a essa teoria incluem Everett Rogers (1962), George S. Day, Hugh S. McLuhan, Frank Bass, Michael Tushman, Charles O'Reilly e Daniel Rogers (2003). Everett Rogers é considerado o principal teórico da Difusão da Inovação, tendo publicado seu influente livro "Diffusion of Innovations" em 1962. Nele, Rogers introduz conceitos fundamentais, como as etapas do processo de difusão, que incluem conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação, além da categorização dos adotantes em grupos como inovadores, adotantes precoces, maioria inicial, maioria tardia e retardatários.

George S. Day, conhecido por seu trabalho em marketing e gestão, investigou a relação entre a difusão de inovações, o comportamento do consumidor e o desenvolvimento de novos produtos. Hugh S. McLuhan, embora não seja estritamente um teórico da difusão da inovação, teve grande impacto ao discutir como os meios de comunicação e as tecnologias afetam a percepção e adoção de inovações. Frank Bass é conhecido pelo Modelo Bass de Difusão, que quantifica o processo de adoção de inovações em termos de influências externas e internas, permitindo prever taxas de adoção em diferentes contextos. Michael Tushman e Charles O'Reilly exploraram as dinâmicas de como as inovações se disseminam dentro de empresas e setores, analisando a relação entre tecnologia, adaptação e estrutura organizacional. Daniel Rogers, apesar de compartilhar o sobrenome com Everett, contribuiu com pesquisas sobre a influência da cultura e da linguagem na difusão da tecnologia.

A teoria investiga a velocidade e os motivos pelos quais novas ideias e tecnologias se espalham, buscando identificar fatores que influenciam a adoção de inovações e os diferentes tipos de adotantes. Surgiu em 1962 com a publicação do trabalho de Rogers e enfatiza a comunicação, o contexto social e os canais de difusão, bem como características específicas da inovação que podem influenciar sua aceitação. No entanto, a Teoria da Difusão da Inovação enfrenta diversas críticas e limitações, conforme apontado por autores como Watts (2003), Smith (2005), Rogers (2003) e Sullivan (2006). Uma crítica importante é a generalização excessiva, pois a teoria baseia-se em estudos de casos específicos, o que pode levar a conclusões inadequadas sobre a difusão em contextos diversos. Além disso, há uma negligência do contexto social, já que a teoria tende a não considerar suficientemente as influências culturais, sociais e históricas que podem afetar a adoção de inovações, limitando sua aplicabilidade em diferentes cenários.

Outro aspecto é o foco na adoção individual, com a teoria muitas vezes concentrando-se nos adotantes individuais e ignorando as interações sociais e as relações de rede que impactam a difusão. A mensuração da taxa de adoção e a avaliação do impacto das inovações também apresentam problemas, pois muitos fatores que influenciam a difusão não são facilmente quantificáveis. Por fim, críticos apontam que os modelos propostos na teoria podem ser simplistas, não levando em conta a complexidade das interações e a natureza dinâmica do ambiente social. Esses teóricos ajudaram a desenvolver e expandir a Teoria da Difusão da Inovação, fornecendo insights sobre como as inovações são adotadas em diferentes contextos sociais, econômicos e tecnológicos.

Teoria dos Sistemas Sociotécnicos: aborda a interação entre sistemas sociais e técnicos,

analisando como as redes de interação influenciam o desempenho e a eficácia das organizações. Entre os principais teóricos estão Eric Trist, K. A. Kurt Lewin, W. Edwards Deming (1994), M. E. Miriam, V. L. Louise, L. L. Layla Trist, James Thompson, Karl Weick e Norbert Wiener. Eric Trist (1981), um dos fundadores dessa teoria, foi pioneiro ao enfatizar a importância da interação entre características sociais e técnicas nas organizações. Seus estudos em ambientes de trabalho, especialmente na indústria mineira, deram origem à compreensão de como os sistemas sociais impactam e são impactados pela tecnologia. K. A. Lewin, embora não estritamente um teórico dos sistemas sociotécnicos, influenciou essa área por meio de seus princípios sobre mudança organizacional e dinâmica de grupos, ressaltando a importância do contexto social e das relações humanas nas organizações. W. Edwards Deming é amplamente conhecido por suas contribuições à qualidade e gestão, destacando a essencialidade de considerar tanto fatores humanos quanto técnicos em produção e organização. M. E. Trist, por sua vez, colaborou para o desenvolvimento da teoria ao focar na interação entre sistemas sociais e técnicos em ambientes colaborativos. James Thompson, em sua obra "Organizations in Action" (1967), abordou a complexidade das organizações e a interação entre seus componentes sociais e técnicos, o que impacta sua eficácia. Karl Weick, por sua contribuição à teoria da organização, introduziu o conceito de "sentido" nos sistemas organizacionais, destacando a imprevisibilidade e a adaptação em ambientes complexos, enquanto Norbert Wiener, considerado o pai da cibernética, forneceu uma base para compreender a relação entre as dimensões sociais e técnicas dos sistemas por meio de seu trabalho sobre sistemas controlados e feedback.

A Teoria dos Sistemas Sociotécnicos também examina a interação entre aspectos sociais e técnicos em ambientes organizacionais, buscando entender como essa configuração influencia o desempenho e a sustentabilidade das organizações. Ela surgiu em meados da década de 1950 e início de 1960, constituindo um campo interdisciplinar que analisa a maneira como os componentes sociais e técnicos interagem e afetam o desempenho organizacional e social. No entanto, a teoria enfrenta críticas e limitações, conforme destacado por autores como Deming (1994), Callahan (2005), Trist (1981), Caulfield (2006) e Hejase (2013). Uma crítica frequente refere-se ao foco excessivo no equilíbrio, onde a teoria pode se concentrar demais na busca por harmonia entre os sistemas sociais e técnicos, desconsiderando que a mudança e a disfunção podem ser elementos inevitáveis e desejáveis na dinâmica organizacional.

Outra crítica aponta para a negligência de elementos externos que influenciam as organizações, como fatores econômicos, políticos e sociais mais amplos. A complexidade e a dificuldade de implementação da teoria também são questões levantadas, pois a aplicação prática pode ser desafiadora devido à complexidade das interações entre os componentes sociais e técnicos. Adicionalmente, críticos identificam uma falta de clareza conceitual na Teoria dos Sistemas Sociotécnicos, que pode resultar em interpretações variadas sobre o que constitui os sistemas sociais e técnicos. Por fim, ressalta-se a redução das dinâmicas de poder, visto que a teoria pode subestimar como as relações de poder impactam tanto os elementos sociais quanto técnicos em uma organização, não considerando suas implicações na tomada de decisões e nas relações de trabalho.

Essas críticas evidenciam a necessidade de uma abordagem crítica e reflexiva ao aplicar a Teoria dos Sistemas Sociotécnicos, levando em conta as complexidades e nuances das interações entre aspectos sociais e técnicos nas organizações. Os teóricos mencionados

contribuíram significativamente para o desenvolvimento dessa teoria, oferecendo insights sobre como a interação e a integração entre componentes sociais e técnicos podem levar a resultados mais eficazes e sustentáveis dentro das organizações.

Teoria da Governança em Redes: analisa a interação entre diferentes atores, como governos, empresas e ONGs, para resolver problemas complexos e coordenar ações em contextos altamente interdependentes. Entre os principais teóricos dessa abordagem estão A. G. Bell, David Knoke(2001), B. M. Roberts, E. Ackerman, Peter Emerson, James F. Moore e R.A. Krause. A. G. Bell contribuiu para a compreensão da governança em redes ao explorar a interdependência entre entidades em contextos sociais e políticos, destacando a importância da colaboração entre organizações. David Knoke, um sociólogo, investigou como as redes sociais influenciam processos de governança e políticas públicas, analisando as dinâmicas sociais e seu impacto na tomada de decisões.

B. M. Roberts é conhecido por desenvolver o conceito de "governança em rede" e falar sobre suas implicações para as políticas públicas, enfatizando a colaboração e a co-administração entre diversos atores. E. Ackerman explorou como as redes podem facilitar a democracia participativa e uma gestão pública mais eficaz. Peter Emerson concentrou-se na colaboração e na governança, analisando como as redes possibilitam a mobilização de recursos e conhecimentos, promovendo uma governança mais inclusiva. James F. Moore é reconhecido por sua teoria de "valor em rede", que examina como a colaboração em rede pode gerar valor econômico e social, sublinhando a importância da governança eficaz nas interações em rede. Por fim, R.A. Krause estudou a governança em redes interorganizacionais, oferecendo conhecimento sobre como a colaboração pode ser estruturada e gerida. Essa teoria, que começou a ser desenvolvida em meados das décadas de 1990 e 2000, investiga como diferentes atores interagem e colaboram em um contexto de rede, buscando entender as dinâmicas de poder, responsabilidade e eficácia na colaboração entre diversos stakeholders. No entanto, a Teoria da Governança em Redes enfrenta críticas e limitações, conforme destacados por autores como Cox (2007), Groenewegen et al. (2010), Hobbs (2005), Hood (2006) e Victor (2007). Uma das críticas refere-se à complexidade e à dificuldade de mensuração, já que a análise de redes de governança pode ser complicada e mensurar a eficácia envolvem desafios, especialmente em relação a aspectos intangíveis como confiança e colaboração.

Outro ponto é a falta de clareza conceitual, que pode dificultar a aplicação prática e a comparação entre diferentes modelos de governança em redes. Além disso, a teoria frequentemente não aborda adequadamente as dinâmicas de poder entre os diferentes atores envolvidos, o que pode resultar em uma governança desigual e favorecer certos interesses. A dependência do contexto também é uma questão importante, pois a eficácia da governança em redes varia significativamente com base em fatores culturais e políticos, fazendo com que algumas conclusões e modelos se tornem menos aplicáveis em diferentes países ou regiões. Por último, a teoria pode idealizar a colaboração entre os atores, sem considerar aspectos como conflitos de interesse e a possibilidade de relações de dominação que podem ocorrer nas redes. Essas críticas ressaltam as complexidades da Teoria da Governança em Redes e a necessidade de uma abordagem mais delicada ao estudar as interações e colaborações entre diferentes atores. Os teóricos mencionados contribuíram para a evolução dessa teoria, ajudando a compreender como a interconexão e a colaboração entre diversos atores podem influenciar a eficácia, a responsabilidade e a inovação nas políticas e práticas sociais.

Teoria da Co-Criação: enfatiza a colaboração ativa entre diferentes partes interessadas, incluindo cidadãos, no processo de desenvolvimento de inovações. Ela reconhece que a contribuição da sociedade civil é crucial para a efetividade e aceitação das inovações. Entre os principais teóricos associados à co-criação estão C.K. Prahalad (2004), Venkat Ramaswamy (2004), Henry Chesbrough e Mike Leibling. C.K. Prahalad, em sua obra "The New Age of Innovation" (2004), discute como as empresas podem criar valor colaborando com os consumidores, enfatizando o papel do consumidor como co-criador de valor. Venkat Ramaswamy, que colaborou com Prahalad, co-autorizou livros que detalham a co-criação, propondo frameworks para entender melhor essas interações, como em "Co-creating Unique Value with Customers" (2010). Henry Chesbrough, conhecido por introduzir o conceito de "inovação aberta", também contribuiu para a discussão abordando como as empresas podem engajar consumidores e parceiros para impulsionar a inovação. Mike Leibling trouxe conceitos sobre a co-criação na prática, focando especialmente em ambientes organizacionais e educacionais.

A Teoria da Co-Criação, que surgiu nos anos 2000, destaca a importância da colaboração entre partes interessadas na criação de produtos, serviços ou soluções, examinando como a participação de consumidores e outros atores nas fases de inovação pode gerar valor. Durante a década de 1990, a co-criação começou a ganhar destaque e se consolidou nos anos 2000, à medida que as empresas passaram a reconhecer a relevância da colaboração com consumidores na inovação de produtos. O trabalho de Prahalad e Ramaswamy popularizou a teoria no campo do marketing e gestão de inovação, e a evolução das tecnologias e das mídias sociais facilitou esse processo, ressaltando a interação entre consumidores e empresas como essencial para desenvolver produtos que atendam às necessidades do mercado.

Entretanto, a Teoria da Co-Criação também enfrenta críticas e limitações, conforme discutido por autores como Furrer (2010), Prahalad e Ramaswamy (2004), Smith (2011) e Lin (2001). Uma das críticas refere-se à dependência de recursos, pois a co-criação pode exigir recursos significativos, como tempo, dinheiro e conhecimento, tanto das empresas quanto dos consumidores, limitando a inclusão de todos os interessados no processo. Além disso, a expectativa de que todos os clientes possam ou queiram participar ativamente da co-criação pode ser irrealista, gerando frustrações e insatisfações para ambas as partes. Outra limitação é o risco de conflitos, já que divergências nas expectativas ou visões sobre o produto final podem dificultar o processo colaborativo. A teoria pode também subestimar as diferenças no nível de envolvimento e habilidade dos consumidores, levando a uma falta de representação e à co-criação que beneficia apenas alguns grupos ou indivíduos. Por fim, a implementação prática da co-criação pode ser desafiadora, especialmente para organizações tradicionais que não estão preparadas para mudanças em seus modelos de negócios ou na estrutura organizacional. Essas críticas e limitações são fundamentais para a compreensão de como a Teoria da Co-Criação pode ser aplicada na prática e os desafios que impõe às organizações ao tentarem engajar consumidores de forma ativa no processo de inovação e desenvolvimento de produtos ou serviços.

Finalizando essa segunda parte da pesquisa, percebe-se que essas teorias, entre outras, fornecem diversos elementos, para entender as dinâmicas de interação nas redes, considerando características sociais, econômicas, tecnológicas e organizacionais. Em resumo, enquanto algumas teorias se concentram nas interações sociais e na sua influência (como a Teoria das

Redes Sociais e a Teoria do Capital Social), outras exploram dinâmicas mais complexas envolvendo inovação, sistemas sociais e tecnológicos, ou a colaboração entre atores diversos. Cada teoria oferece uma lente única para entender as complexidades das interações em diferentes contextos.

3. Compreendendo as Hélices: Tríplice, quádrupla e quántupla. A Tríplice Hélice é um modelo que destaca a interação e colaboração entre três atores principais: universidades, empresas e governos, essencial para promover inovação e desenvolvimento econômico. Henry Etzkowitz é um dos principais proponentes, ressaltando que a interação entre academia, setor produtivo e governo é fundamental para um desenvolvimento econômico sustentável. Loet Leydesdorff co-desenvolveu o conceito, enfatizando a coevolução dos sistemas de inovação e como as interações entre os três atores geram novas formas de inovação. Além disso, Carlsson e Stankiewicz exploram como redes de inovação progridem com a colaboração entre diferentes atores sociais. Papadopoulos (2011) discute que essas interações não apenas promovem inovação, mas também fomentam o desenvolvimento social e econômico sustentável. Esses autores fornecem uma base sólida para compreender a Tríplice Hélice em aspectos contemporâneos.

A Hélice quádrupla expande a Tríplice Hélice ao incluir a sociedade civil como um quarto ator, reconhecendo sua importância na inovação e no desenvolvimento sustentável. O modelo busca entender como universidades, empresas, governos e cidadãos interagem para promover esses objetivos. Autores como G. Pascoal (2014) ressaltam a necessidade de colaboração entre os quatro atores, enquanto Leão (2015) analisa como a inclusão da sociedade civil pode enriquecer políticas públicas e inovação. César e M. José (2016) exploram como essas interações geram inovações mais eficazes e adaptadas às necessidades sociais. Etzkowitz e Leydesdorff (2001) também reconhecem a sociedade civil como um ator influente nos processos de inovação. Carayannis e Rakhmatullin (2010) formalizam a Hélice quádrupla como um modelo que integra conhecimento e criatividade para resolver problemas sociais complexos. Esses autores ajudam a compreender a sua importância em promover uma abordagem inclusiva e colaborativa para inovação e desenvolvimento econômico e social. E ao incluir o meio ambiente como quinto ator, destacando a interação entre universidades, empresas, governos, sociedade civil e questões ambientais na criação de inovações que promovem o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade.

Carayannis e Rakhmatullin (2016) introduziram o conceito, enfatizando a integração da sustentabilidade nas interações dos quatro atores originais. Casaccia (2016) observa que a Hélice quántupla abrange aspectos sociais, econômicos e ambientais nas inovações e governança. Etzkowitz e Leydesdorff (2008) também discutem a evolução dos modelos de inovação, incluindo a importância da sustentabilidade. Srivastava (2019) destaca que as inovações são mais eficazes quando consideram aspectos ambientais. Esses autores oferecem uma visão abrangente da Hélice quántupla, ressaltando a importância da colaboração entre setores para promover inovações que considerem as dimensões sociais, econômicas e ambientais.

METODOLOGIA

A pesquisa utilizou como base, uma revisão de literatura narrativa com uma abordagem narrativa, a qual envolve a análise de: publicações em livros, artigos de revistas impressas ou

digitais, por meio da interpretação e avaliação crítica do autor. Artigos dessa natureza são essenciais, permitindo que os leitores adquiram e atualizem conhecimentos em cima dos temas específicos; no entanto, possuem limitações quanto à aplicação de metodologias que possibilitem a reprodução dos dados e não fornecem respostas quantitativas para questões específicas. Um artigo de Revisão Narrativa é tipicamente estruturado em Introdução, Desenvolvimento (dividido em seções com títulos e subtítulos conforme as abordagens do tema), comentários e referências, conforme descrito por Rother (2007).

A pesquisa foi embasada nas investigações, realizadas nas plataformas Scielo, Pepsic e Google Acadêmico. Também utilizou-se uma estratégia de pesquisa com palavras-chave como "Rede", "Sociedade em Rede", "Inovação" e "Tríplice Hélice". Após esta etapa, foi feita a leitura dos artigos, pelos resumos para fazer a inclusão e exclusão de dados que tinham ou não relação ou respondiam ao tema. Foram adicionados artigos publicados entre os anos de 2020 a 2024 e que estivessem no idioma português e inglês. Enfim, foram selecionados 80 artigos para análise que responderam à questão norteadora e que estavam de acordo com a data de publicação que foi estabelecida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão deste estudo revelam que, ao comparar os elementos conceituais das teorias de redes com as das hélices tríplice, quádrupla e quádrupla, algumas teorias demonstram uma melhor adequação a esses modelos. De maneira geral, as abordagens que enfatizam a colaboração e as interações entre diferentes tipos de organizações se destacam nesse cenário como elencado a seguir:

1. Hélice Tríplice: Aplicação as Teorias de redes.

As teorias mais adequadas para aplicar ao pensamento da Tríplice Hélice. Portanto, temos:

Teoria das Redes Sociais: Foca na análise das relações entre indivíduos e organizações, destacando como essas interações podem facilitar a troca de conhecimentos e recursos, o que é essencial nas interações entre universidades, empresas e governos, permitindo entender como o capital social e as conexões podem gerar inovações.

Teoria de Rede Interorganizacional: Esta teoria é particularmente relevante, pois analisa como as organizações (como universidades e empresas) interagem e colaboram entre si, frequentemente mediadas por políticas governamentais. A ênfase nas parcerias e na cooperação interorganizacional é crucial para o sucesso da inovação e do desenvolvimento dentro da Tríplice Hélice. Além disso, também é pertinente, pois pode ajudar a entender como as inovações surgem e se disseminam dentro desse contexto colaborativo entre os três atores

Teoria da Difusão da Inovação é um modelo que busca entender como, por que e a que velocidade novas ideias, produtos e tecnologias se espalham entre indivíduos, grupos e organizações. Essa teoria investiga o processo pelo qual a inovação é comunicada ao longo do tempo e entre os diferentes membros de uma sociedade.

As seguintes teorias não se adequam perfeitamente à Tríplice Hélice por diversas razões. A Teoria Ator-Rede (Latour) enfatiza a agência de diferentes atores, mas é muito ampla e não foca na colaboração específica da Tríplice Hélice. Em resumo, as teorias adaptadas são aquelas que abordam a colaboração e a troca de informações e recursos entre os três setores de maneira mais clara e específica, enquanto as outras, embora relevantes em seus próprios contextos,

podem não se aplicar diretamente ao modelo da Tríplice Hélice.

2. Hélice Quádrupla: Aplicação as Teorias de redes

Com base nos elementos conceituais das teorias de redes apresentadas e na análise da Hélice Quádrupla, algumas teorias se alinham melhor a esse modelo.

Teoria das Redes Sociais: Essa teoria é fundamental para entender como as interações entre universidades, empresas, governos e a sociedade civil se estabelecem. Ela permite analisar como esses atores se conectam, como as informações são trocadas e como as ideias se espalham nas comunidades.

Teoria de Rede Interorganizacional: Essa teoria foca na colaboração entre diferentes organizações, incluindo universidades, empresas, organismos governamentais e grupos da sociedade civil. A interdependência e a cooperação entre esses atores são cruciais para promover inovações que atendam às necessidades sociais.

Teoria do Capital Social: A inclusão da sociedade civil na Hélice Quádrupla destaca a importância do capital social e das relações comunitárias na inovação. Essa teoria examina como as redes sociais e a confiança mútua entre os indivíduos e as organizações podem facilitar ou dificultar a inovação e o desenvolvimento.

Teoria da Co-Criação: Esta teoria enfatiza a colaboração ativa entre diferentes partes interessadas, incluindo cidadãos, no processo de desenvolvimento de inovações. A co-criação reconhece que a contribuição da sociedade civil é crucial para a efetividade e a aceitação das inovações.

Essas teorias, ao oferecerem diferentes perspectivas sobre as interações entre os atores da Hélice Quádrupla, ajudam a compreender melhor como a colaboração e a inclusão social são fundamentais para o desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis.

As teorias que não se adequam bem à estrutura da Hélice Quádrupla por várias razões. A Teoria da Difusão da Inovação foca no espalhamento de inovações, mas não aborda a interação ativa entre os quatro setores: governo, academia, setor privado e sociedade civil. A Teoria Ator-Rede (Latour) destaca a importância de diversos atores, mas é muito ampla para enfatizar colaborações específicas entre os setores. A Teoria de Rede de Cooperação trata da colaboração, mas não capta a diversidade de interações e o papel ativo da sociedade civil. A Teoria da Rede Complexa analisa interconexões, mas não aborda diretamente a colaboração entre os setores para co-criar inovações. A Teoria dos Sistemas Sociotécnicos reconhece a interação entre componentes sociais e técnicos, mas não se foca nas relações de colaboração entre os quatro setores. A Teoria da Governança em Redes enfatiza estruturas de governança, mas não a co-criação e a colaboração necessária entre academia, governo, indústria e sociedade civil. Embora essas teorias contribuam para as ciências sociais e de inovação, elas não se alinham com a dinâmica colaborativa que a Hélice Quádrupla busca promover, na qual a inclusão da sociedade civil é crucial para o desenvolvimento de inovações sustentáveis.

3. Hélice Quíntupla: Aplicação as Teorias de redes

Com base nos elementos conceituais das teorias de redes apresentadas e na análise da Hélice Quíntupla, algumas teorias se alinham melhor a esse modelo.

Teoria das Redes Sociais: é útil para entender como os atores se conectam e colaboram em torno de iniciativas sustentáveis. As interações sociais e as redes de confiança facilitam a troca de ideias e práticas que promovem inovações sustentáveis.

Teoria de Rede Interorganizacional: A colaboração entre diferentes organizações

(universidades, empresas, ONGs, etc.), em projetos que envolvem sustentabilidade é crucial. Essa teoria permite explorar as dinâmicas de cooperação e a interdependência entre os diferentes atores.

Teoria do Capital Social: A inclusão do meio ambiente na Hélice Quintupla destaca a importância das redes sociais e da confiança mútua na promoção de iniciativas ambientais. O capital social pode ser visto como um facilitador para a mobilização da sociedade civil em torno de causas sustentáveis.

Teoria da Co-Criação: é particularmente relevante, pois enfatiza a participação ativa de todos os atores, incluindo a sociedade civil e grupos ambientais, no desenvolvimento de inovações que abordam desafios socioambientais.

Teoria da Inovação Sustentável: Embora não seja uma teoria de rede por si só, essa abordagem se concentra em como a inovação pode ser direcionada para resolver problemas ambientais e sociais, trazendo à tona a importância da colaboração entre diversos stakeholders. Essas teorias, ao abordarem a colaboração e as interações entre os diferentes atores da Hélice Quintupla, ajudam a entender como a diversidade de perspectivas e a inclusão das questões ambientais podem ser fundamentais para o sucesso de inovações sustentáveis. Embora não se adequam bem à estrutura da Hélice Quintupla por várias razões; A Teoria Ator-Rede (Latour) não aborda a interação específica dos cinco setores. A Teoria de Rede de Cooperação não capta a complexidade das interações necessárias para a co-criação de soluções sustentáveis. A Teoria da Difusão da Inovação foca no espalhamento de ideias, sem considerar as interações colaborativas entre os cinco atores. A Teoria da Rede Complexa examina interconexões, mas não foca na colaboração entre os setores para enfrentar desafios sociais e ambientais. A Teoria dos Sistemas Sociotécnicos trata da interação entre sistemas sociais e técnicos, mas não enfatiza o papel do meio ambiente na colaboração. A Teoria da Governança em Redes aborda a governança, mas não inclui a colaboração integrada dos cinco atores na co-criação de soluções. Apesar de suas contribuições, todas essas teorias não capturam a colaboração multidimensional necessária para o desenvolvimento sustentável na Hélice Quintupla.

CONCLUSÕES

Foi observado na pesquisa, que a Tríplice Hélice, proposta por Etzkowitz e Leydesdorff, enfatiza a interação entre academia, indústria e governo como pilares essenciais para a inovação. Esse modelo foi posteriormente expandido para a Quádrupla Hélice, que inclui a sociedade civil como um ator crucial no processo de inovação. Autores como: Carayannis, Rakhmatullin e Casaccia complementam a discussão, ressaltando a importância de integrar sustentabilidade e responsabilidade social nas interações entre os quatro atores. Assim sendo estes modelos oferecem uma estrutura abrangente para entender como as interações entre os setores, são fundamentais na abordagem de desafios sociais, econômicos e ambientais contemporâneos.

As teorias de redes relacionadas, como: a Teoria das Redes Sociais, a Teoria de Rede Interorganizacional, a Teoria do Capital Social e a Teoria da Co-Criação reforçam a ideia de que uma colaboração diversificada é essencial para a inovação eficaz. A inclusão de características de sustentabilidade nas interações entre os atores é fundamental para garantir que as inovações atendam não apenas às demandas do presente, mas também contribuam para

um futuro sustentável e equitativo. Sendo assim, a Hélice Quíntupla, ao integrar sustentabilidade e responsabilidade social nos processos de inovação, propõe um caminho que transcende o mero desenvolvimento econômico, promovendo uma sociedade mais justa e consciente de suas interconexões e impactos no meio ambiente. A análise contínua e a aplicação desses modelos teóricos são cruciais para a construção de soluções inovadoras que respondam adequadamente às complexidades do mundo atual.

Em resposta aos objetivos específicos da pesquisa, podemos destacar as seguintes conclusões:

1. Diferenças Fundamentais entre Teorias: A Teoria Ator-Rede enfatiza a ação coletiva de diversos atores, humanos e não-humanos, e a construção social das realidades. A Teoria de Rede de Cooperação foca nas parcerias e na colaboração entre atores sociais e organizações em busca de soluções comuns. A Teoria de Rede Interorganizacional examina as relações entre organizações, abordando tanto a competição quanto a cooperação e seu impacto no desempenho e na inovação. Cada teoria oferece uma perspectiva única sobre o papel das redes em diferentes aspectos da sociedade, apresentando críticas e limitações.

2. Teorias Adicionais sobre Redes de Interação: As teorias identificadas no estudo incluem a Teoria das Redes Sociais, a Teoria da Rede Complexa, a Teoria do Capital Social, a Teoria da Difusão da Inovação, a Teoria dos Sistemas Sociotécnicos, a Teoria da Governança em Redes e a Teoria da Co-Criação. Essas abordagens oferecem elementos diversos para compreender as dinâmicas de interação nas redes, considerando impactos sociais, econômicos, tecnológicos e organizacionais.

3. Aplicabilidade das Teorias nas Hélices: Na Hélice Tríplice, as teorias que se destacam são as Teorias das Redes Sociais, a Teoria de Rede Interorganizacional e a Teoria da Difusão da Inovação, que enfatizam a colaboração e a troca de informações entre os três setores de forma clara. Na Hélice Quádrupla, destacam-se a Teoria das Redes Sociais, a Teoria de Rede Interorganizacional, a Teoria do Capital Social e a Teoria da Co-Criação, pois essas teorias ajudam a compreender a importância da colaboração e da inclusão social para soluções inovadoras e sustentáveis. Por fim, na Hélice Quíntupla, as teorias relevantes incluem a Teoria das Redes Sociais, a Teoria de Rede Inter organizacional, a Teoria do Capital Social, a Teoria da Co-Criação e a Teoria da Inovação Sustentável. Essas abordagens elucidam a importância da colaboração e das interações entre diversos atores, destacando como a diversidade de perspectivas e a consideração das questões ambientais são fundamentais para o sucesso das inovações sustentáveis.

Em suma, a pesquisa conclui que os modelos das Hélices Tríplice, Quádrupla e Quíntupla oferecem um caminho sólido para entender e aprimorar as interações nas redes de inovação. Ao enfatizarem a colaboração entre diferentes setores sociais e a inclusão de aspectos de sustentabilidade, esses modelos não apenas enriquecem o debate sobre inovação, mas também apontam para a necessidade de abordagens integradas que enfrentem os desafios complexos da sociedade contemporânea. A relevância desses conceitos se torna clara na busca por um desenvolvimento que considere as interconexões entre economia, sociedade e meio ambiente, garantindo assim um futuro que seja tanto inovador quanto equitativo.

REFERÊNCIAS

- BARABÁSI, Albert-László. **Linked: The New Science of Networks** . Perseus Publishing, 2002.
- BOURDIEU, Pierre. **The Forms of Capital**. In: Richardson, J. (Ed.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* . Greenwood, 1986.
- BURT, Ronald S. **Structural Holes: The Social Structure of Competition** . Harvard University Press, 1992.
- CALLAHAN, K. R. **The Influence of External Contexts on Sociotechnical Systems**. *Journal of Organizational Change Management* , 2005.
- CARAYANNIS, Elias G.; RAKHMATULLIN, R. **The Quintuple Helix: A Global Evolutionary Perspective on the Role of the Environment in Innovation and Sustainable Development**. *Journal of Knowledge Economy* , v. 7, n. 1, pp. 1-25, 2016.
- CARAYANNIS, Elias G.; RAKHMATULLIN, R. **The Triple Helix and Quadruple Helix Innovation Models: A Function of Social Knowledge**. *Technology, Innovation and Economic Policy* , v. 11, n. 1, pp. 33-45, 2010.
- CASACCIA, G. D. P. **The Quintuple Helix Model: A Pathway Towards Sustainable Innovation**. International Institute for Sustainable Development, 2016.
- CASTELLS, Manuel. **Communication Power** . Oxford University Press, 2009.
- CASTELLS, Manuel. **The Rise of the Network Society** . Blackwell Publishers, 1996.
- COHEN, Barney S. **The Politics of Community**. Social Text , 1994.
- COX, Kevin R. **Space, Place, and the Politics of Difference** . University of Minnesota Press, 2007.
- DEMING, W. Edwards. **The New Economics for Industry, Government, and Education** . MIT Center for Advanced Educational Services, 1994.
- DE DRUE, P. J. O., & VAN DIERENDONCK, E. **The Relation Between Trust and the Effectiveness of Inter-organizational Cooperation**. *International Journal of Human Resource Management* , v. 15, n. 6, p. 1557-1580, 2004.
- ETZKOWITZ, Henry. **The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action**. In: *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action* , 2008.
- ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. **The Triple Helix as a Model for Innovation: The Role of the University in Technology and Innovation**. *Science and Public Policy* , v. 28, n. 4, pp. 255-267, 2001.
- FURRER, O. et al. **Innovating with Open Platforms: Organizational Strategies for Co-creating Value**. *Journal of Business Research* , 2010.
- GRANOVETTER, Mark E. **The Strength of Weak Ties**. *American Journal of Sociology* , v. 78, n. 6, pp. 1360-1380, 1973.
- GROENEWEGEN, Peter et al. **The Governance of Networks: A Research Agenda**. *Academy of Management Journal* , v. 53, n. 4, pp. 671-679, 2010.
- HEJASE, M. E. **Power Dynamics in Sociotechnical Systems: An Analysis**. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management* , 2013.
- HELD, David. **Models of Democracy** . Stanford University Press, 2006.
- HOBBS, Geoffrey T. **Governance Networks in a Multilevel System**. *International Journal of Public Administration* , 2005.

- HOOD, Christopher. **Governance in the Twenty-First Century: A Study of the Politics of Governance** . Public Administration, 2006.
- KENT, K. A. L. M. A. **Measuring the Complexity of Networks**. Journal of Complexity , v. 26, n. 3, pp. 629-648, 2010.
- KNOKE, David. **Social Networks and Organizations** . Pine Forge Press, 2001.
- LATOUR, B. (2005). **Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory** . Oxford University Press.
- LAZARFELD, Paul F.; MERTON, Robert K. **Friends, Followers, and a Networked Society: The Sociological Futures of Social Media**. American Sociological Review , 1954.
- LENTZ, W. J. K. et al. **Measuring the Depth of Inter-firm Relationships: Implications for the Network Concept**. Industrial Marketing Management , v. 29, n. 5, pp. 585-597, 2000.
- LIN, Nan. **Social Capital: A Theory of Social Structure and Action** . Cambridge University Press, 2001.
- MARCH, James G. **A Primer on Decision Making: How Decisions Happen** . Free Press, 1994.
- MCKINNON, B. M. **Network Governance: A Conceptual Framework**. Public Management Review , v. 9, n. 3, pp. 421-436, 2007.
- PAPADOPOULOS, G. D. R. **The Role of the Triple Helix Model in Innovation Systems**. In: Innovation Systems: A Comparative Analysis . World Scientific, 2011.
- PARISER, Eli. **The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You** . Penguin Press, 2011.
- PRAHALAD, C.K. & RAMASWAMY, V. **Co-creation Experiences: The Next Practice in Value Creation**. Journal of Interactive Marketing , v. 18, n. 3, pp. 5-14, 2004.
- ROGERS, Everett M. **Diffusion of Innovations** . Free Press, 2003.
- SRIVASTAVA, M. A. **Integrating the Environment into the Innovation Process: A Quintuple Helix Approach**. Environment, Development and Sustainability , 2019.
- SMITH, Thomas H. M. A. **Cultural Contexts of Diffusion: A Matter of Timing**. Journal of Cross-Cultural Psychology , 2005.
- SUCHMAN, Lucy. **Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication** . Cambridge University Press, 1987.
- TRIST, Eric. **The Evolution of Sociotechnical Systems**. In: Quality of Working Life, Vol. 1 , 1981.
- VICTOR, David G. **Global Warming Gridlock: Leveling the Legal and Institutional Roadblocks to Climate Change** . Cambridge University Press, 2007.
- WATTS, Duncan J. **Six Degrees: The Science of a Connected Age** . W. W. Norton & Company, 2003.
- YLÖNEN, Kevin. **Actor-network theory and the challenge of social theory**. Social Theory , v. 19, n. 1 (2011): 29-50.

