

ARTIGOS

Submetido 25-03-2022. Aprovado 05-06-2023

Avaliado pelo sistema *double blind review*. Editora Associada ad hoc: Simone Galina

Os/as revisores/as não autorizaram a divulgação de sua identidade e relatório de avaliação por pares.

Versão traduzida | DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020230602x>

REDE DE CONHECIMENTO E APRENDIZAGEM AMBIDESTRA: QUAL É O IMPACTO NO DESEMPENHO DA INOVAÇÃO?

Knowledge networks and ambidextrous learning: What is the impact on innovation performance?

Redes de conocimiento y aprendizaje ambidiestro: ¿cuál es el impacto en el rendimiento de la innovación?

Xiaoli Li¹ | linderde@163.com | ORCID: 0000-0002-4220-1746

Kun Li^{*1} | 15713719136@163.com | ORCID: 0000-0002-7278-8621

*Autor correspondente

¹Wuhan Textile University, School of Management, Wuhan, Hubei Province, China

RESUMO

A rede de conhecimento tornou-se um fator crítico para o desenvolvimento da inovação. No entanto, a maioria dos estudos têm se concentrado nos benefícios da inovação derivados da incorporação de redes, mas há menos estudos sobre a rede de conhecimento da empresa do ponto de vista dos atributos de características. Este estudo visa analisar os efeitos diretos e interativos da diversidade de conhecimento e do potencial combinatório de conhecimento no desempenho da inovação, e como a complementaridade da aprendizagem ambidestra afeta a relação entre as redes de conhecimento e o desempenho da inovação. A análise empírica baseia-se em dados de painel de 116 empresas da indústria automobilística da China de 2010 a 2018. Os resultados processados pelo modelo de regressão binomial negativa de efeitos fixos indicam que o potencial combinatório de conhecimento tem uma relação invertida em forma de U com o desempenho da inovação empresarial, e a diversidade de conhecimento tem um efeito positivo no desempenho dessa inovação. Existe um efeito interativo entre o potencial combinatório do conhecimento e sua diversidade, sendo que a coordenação entre eles melhora o desempenho das empresas em matéria de inovação. A complementaridade da aprendizagem ambidestra modera positivamente e de maneira significativa a relação positiva entre o potencial combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação empresarial.

Palavras-chave: rede de conhecimento, complementaridade da aprendizagem ambidestra, potencial combinatório de conhecimento, diversidade de conhecimento, fabricação automotiva.

ABSTRACT

Knowledge networks have become a critical factor in the development of innovation. However, most studies focus on the innovation benefits derived from network embedding, and there are fewer studies on firms' knowledge networks from the perspective of feature attributes. This study analyzes the direct and interactive effects of knowledge diversity and the combination of knowledge potential on innovation performance. The research also explores how the complementarity of ambidextrous learning affects the relationship between knowledge networks and innovation performance. The empirical analysis is based on panel data from 116 firms in China's automotive manufacturing industry from 2010-2018. The results processed by the fixed effects negative binomial regression model indicate that the combinatorial potential of knowledge has an inverted U-shaped relationship with firm innovation performance, and knowledge diversity has a positive effect on firm innovation performance. There is an interactive effect between knowledge combination potential and knowledge diversity, and their mutual coordination improves firm innovation performance. The complementarity of ambidextrous learning significantly and positively moderates the positive relationship between the combination potential of knowledge and firm innovation performance.

Keywords: knowledge networks, complementarity of ambidextrous learning, combination potential of knowledge, knowledge diversity, automotive manufacturing.

RESUMEN

Las redes de conocimiento se han convertido en un factor crítico en el desarrollo de la innovación. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en los beneficios de la innovación derivados de la incorporación de redes, pero hay menos estudios sobre las redes de conocimiento de las empresas desde la perspectiva de los atributos de las características. Este estudio analiza los efectos directos e interactivos de la diversidad del conocimiento y el potencial de la combinación de conocimientos sobre el rendimiento de la innovación, y cómo la complementariedad del aprendizaje ambidiestro afecta a la relación entre las redes de conocimiento y el rendimiento de la innovación. El análisis empírico se basa en datos de panel de 116 empresas de la industria automotriz de China entre 2010 y 2018. Los resultados procesados por el modelo de regresión binomial negativa de efectos fijos indican que el potencial combinatorio del conocimiento tiene una relación en forma de U invertida con el rendimiento de la innovación de las empresas, y la diversidad del conocimiento tiene un efecto positivo en el rendimiento de la innovación de las empresas. Existe un efecto interactivo entre el potencial combinatorio del conocimiento y la diversidad del conocimiento, y su coordinación mutua mejora conjuntamente el rendimiento de la innovación empresarial. La complementariedad del aprendizaje ambidiestro modera significativa y positivamente la relación positiva entre el potencial de combinación de conocimientos y el rendimiento de la innovación empresarial.

Palabras clave: red de conocimiento, complementariedad del aprendizaje ambidiestro, potencial de combinación del conocimiento, diversidad del conocimiento, fabricación automotriz.

INTRODUÇÃO

Uma nova rodada de grandes transformações está em emergência na indústria. Aumentar a capacidade de inovação das empresas para promover seu desenvolvimento e manter sua competitividade central tem sido uma das preocupações fundamentais da comunidade acadêmica (Marín-Idárraga, Gonzalez, & Medina, 2016; Marín-Idárraga & Cuartas-Marin, 2019). A teoria da rede social afirma que a rede de conhecimento, como um importante meio de aquisição de conhecimento heterogêneo para as empresas, desempenha um papel essencial na promoção da inovação empresarial (Yayavaram & Ahuja, 2008). Uma rede de conhecimento é uma estrutura de relacionamento interorganizacional nele baseada, que lida com as interações das empresas na absorção e troca de conhecimentos (Dong & Yang, 2016). A maioria das pesquisas sobre rede de conhecimento tem se concentrado nas vantagens inovadoras de integrar-se a ela (Wang, Rodan, Fruin, & Xu, 2014), e são poucos os estudos que tratam da rede de conhecimento da empresa sob a perspectiva dos atributos relacionados a suas características. Foi demonstrado que a característica de rede de conhecimento indica a gama de oportunidades para estabelecer combinações no domínio tecnológico de uma empresa e seu potencial de fazê-lo com outros elementos que existem fora do seu estoque particular de conhecimento (Yayavaram & Chen, 2015), ou seja, diversidade e potencial combinatório de conhecimentos. Diversidade de conhecimento refere-se à medida em que os elementos de conhecimento de uma empresa estão dispersos em muitas subcategorias ou concentrados em algumas áreas de tecnologia (Guan Zhang, & Yan, 2017). O potencial combinatório de conhecimento de uma organização se reflete no histórico de seu portfólio, ou seja, no número de links diretos de elementos conectados à rede de conhecimento (Wang et al., 2014). Por um lado, a diversidade de conhecimento pode reduzir os custos de aprendizagem das empresas, acelerar a taxa de acumulação de conhecimento e melhorar o desempenho da inovação. Por outro lado, o potencial combinatório de conhecimento fornece às empresas experiência em combinações de tecnologia e elimina a dependência de trajetória. No entanto, alguns estudiosos argumentam que integrar-se a uma rede de conhecimento pode aumentar o risco de transbordamento de conhecimento em detrimento da inovação da empresa (Li, Lin, & Xie, 2020). Além disso, a existência de papéis complementares ou alternativos entre o potencial combinatório e a diversidade de conhecimento precisa ser mais explorada. Portanto, esclarecer a relação entre rede de conhecimento e inovação empresarial é de grande importância prática no aprimoramento da capacidade de inovação das empresas.

Em contraste com a teoria da rede social, que enfatiza a aquisição de recursos heterogêneos por meio da rede de conhecimento, a teoria da aprendizagem ambidestra sugere que os recursos adquiridos pelas empresas de fontes externas precisam ser utilizados, assimilados e integrados, melhorando seu desempenho para inovação (Jin, Wang, Chen, & Wang, 2015; Wang, Chen, & Fang, 2018). A aprendizagem ambidestra é a capacidade de buscar a aprendizagem tanto no sentido exploratório, de pesquisa, quanto no sentido de exploração, de uso da aprendizagem já obtida (March, 1991). Ao longo da literatura existente, os estudiosos examinaram principalmente os mecanismos do papel da aprendizagem ambidestra na inovação (Cheng, Xu, Li, & Zhang, 2022; Wu,

Chen, Shao, & Lu, 2021; Xie, Wu, & Devece, 2022), e poucos estudos fazem uma busca aprofundada por pesquisa de aprendizagem ambidestra (Cao, Gedajlovic, & Zhang, 2009). Venkatraman (1989) argumenta que existem efeitos complementares na aprendizagem ambidestra que revelam a capacidade de uma empresa de adquirir, integrar e utilizar recursos de conhecimento. No entanto, as pesquisas existentes falharam em incluir a complementaridade da aprendizagem ambidestra como um fator de ponderação na estrutura de pesquisa de uma rede de conhecimento e inovação empresarial, e persiste uma falta de compreensão dos mecanismos do processo de como a complementaridade dessa aprendizagem modera o relacionamento entre rede de conhecimento e inovação empresarial. Portanto, tornam-se necessárias mais pesquisas empíricas nesse campo.

Este estudo contribui de três formas para o entendimento da rede de conhecimento e a aprendizagem ambidestra. Primeiramente, desenvolvemos teoricamente e testamos empiricamente o impacto específico da rede de conhecimento no desempenho da inovação e examinamos mais a fundo a interação dos atributos de características da rede de conhecimento nesse desempenho. Em segundo lugar, propomos um modelo holístico ainda não explorado pela literatura existente que integra a rede de conhecimento e a complementaridade da aprendizagem ambidestra, e investiga seu impacto conjunto no desempenho da inovação. Em terceiro, este estudo considera a complementaridade da aprendizagem ambidestra como um fator de ponderação e explora os caminhos moderadores pelos quais tal complementaridade afeta a relação entre a rede de conhecimento e a inovação empresarial, fornecendo novos insights sobre a pesquisa de aprendizagem ambidestra.

Para atingir o objetivo deste estudo será apresentada, num primeiro momento, uma revisão da literatura, seguida da metodologia e mensuração das variáveis. Finalmente, serão apresentados os resultados e conclusões, sugestões para futuras pesquisas e as limitações da pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E HIPÓTESES

Potencial combinatório de conhecimento e desempenho da inovação empresarial

O potencial combinatório de conhecimento é um indicador chave dos atributos característicos de uma rede de conhecimento, refletindo o grau de ajuste dos elementos de conhecimento de uma empresa com os de outras dentro da rede (Wang et al., 2014). Um alto potencial combinatório de elementos de conhecimento significa que eles são mais visíveis na rede de conhecimento, indicando que a empresa tem mais experiência em combinar com sucesso os seus elementos de conhecimento com outras, o que é adequado para incremento do seu nível de inovação (Fleming, Mingo, & Chen, 2007). Além disso, empresas com portfólio de alto potencial têm mais oportunidades de colaborar com outras (Yayavaram & Ahuja, 2008). Em particular, a existência

de distância cognitiva das empresas parceiras garante a novidade do conhecimento e das fontes de informação, proporcionando condições favoráveis à inovação empresarial e promovendo a integração do conhecimento (Hu, Li, & Tang, 2019). No entanto, devido à incerteza da inovação, a distância cognitiva também pode impedir as empresas de colaborar, não aproveitando melhor as oportunidades e reduzindo sua produção de inovação (Granstrand, 1998). Além disso, há um limite natural para o potencial combinatório de conhecimento, ou seja, os elementos centrais do conhecimento podem eventualmente esgotar seu valor científico, tecnológico e comercial (Wang et al., 2014). Quando um elemento de conhecimento finalmente atinge esse ponto, sua combinação posterior com outros elementos de conhecimento não será mais válida (Carnabuci & Bruggeman, 2009; Sun & Gong, 2020). Portanto, um potencial combinatório de conhecimento muito alto também prejudicará o desempenho da inovação. Propomos assim a seguinte hipótese:

H1: O potencial combinatório de conhecimento tem um impacto em forma de U invertido no desempenho da inovação da empresa.

Diversidade de conhecimento e desempenho da inovação da empresa

Diversidade de conhecimento refere-se à extensão em que os elementos de conhecimento de uma empresa estão dispersos em um grande número de subcategorias ou concentrados em algumas áreas de tecnologia. Ela reflete a riqueza dos elementos de conhecimento contidos em uma empresa e é outro indicador crítico dos atributos característicos de uma rede de conhecimento (Guan et al., 2017). Carnabuci e Operti (2013) argumentam que quanto mais detentora de conhecimento é uma empresa, mais fácil é explorar potenciais áreas tecnológicas e adquirir novos elementos de conhecimento, e que o novo conhecimento adquirido por ela colide e se combina com o seu conhecimento atual, incrementando as chances de gerar novas ideias e novas abordagens para os problemas e desafios que surgem no processo de inovação. Além disso, do ponto de vista da distância cognitiva, ter uma base de conhecimento semelhante é um pré-requisito para que as empresas colaborem de forma eficaz (Ning & Guo, 2022). Torna-se mais fácil comunicar, colaborar e compartilhar conhecimento entre as empresas quando elas têm uma abundante base de conhecimento (Ensign, Lin, Chreim, & Persaud, 2014; Marrocu, Paci, & Usai, 2013). A formação e manutenção de relações colaborativas são facilitadas pelas semelhanças na base de conhecimento de cada empresa (Mancusi, 2008). Por outro lado, um corpo diversificado de conhecimento facilita a absorção efetiva de diferentes conhecimentos em uma empresa (Zahra, Ireland, & Hitt, 2000). A capacidade de uma empresa na absorção de conhecimento é limitada, a priori, pelo seu próprio conhecimento (Cohen & Levinthal, 1990). Uma base de conhecimento excessivamente homogênea afetará inevitavelmente a capacidade de uma empresa de absorver e utilizar novos conhecimentos, enfraquecendo assim sua habilidade de se adaptar ao ambiente competitivo e aos mercados futuros. Portanto, apresentamos a seguinte hipótese:

H2: A diversidade de conhecimento tem um efeito positivo no desempenho da inovação da empresa.

Impacto interativo da rede de conhecimento

Existem efeitos complementares entre o potencial combinatório e a diversidade de conhecimentos. Eles são observados principalmente no fato de que uma empresa com uma base de conhecimento diversificada terá um extenso portfólio de oportunidades de conhecimento. A grande diversidade promove a troca ativa entre os membros da rede, facilitando assim o fluxo e aumentando significativamente as oportunidades para novas combinações de conhecimento (Fleming, 2001). Assim, uma maior diversidade de conhecimento propicia às empresas uma melhor adequação de seus elementos a serem combinados com outros, mapeando o potencial do portfólio de conhecimento a ser aprimorado (Carnabuci & Bruggeman, 2009). Em contraste, há um limite natural para o potencial combinatório de conhecimento, ou seja, a diversidade de conhecimento ampliará o papel do potencial combinatório simultaneamente, tanto como um facilitador quanto como um obstáculo à inovação empresarial. Por outro lado, empresas com alto potencial combinatório de conhecimento atrairão outras para cooperar e, nesse processo, adquirirão uma diversidade de conhecimento tecnológico que enriquecerá sua atual base de conhecimento e facilitará sua inovação (Yayavaram & Ahuja, 2008). Assim, propomos a seguinte hipótese:

H3: O potencial combinatório de conhecimento e a diversidade de conhecimento têm efeitos interativos no desempenho da inovação da empresa.

Papel moderador da complementaridade da aprendizagem ambidestra

March (1991) propõe primeiramente a aprendizagem ambidestra, incluindo tanto a exploração quanto a aprendizagem exploratória. A aprendizagem de exploração, é uma aplicação mais ampla dos ativos de conhecimento existentes, enquanto a exploratória é uma atividade de aprendizado de diferentes elementos que ainda não fazem parte da atual base de conhecimento. Gupta, Smith and Shalley (2006) argumentam que esses tipos de aprendizagem estão inter-relacionados e podem coincidir em vez de serem mutuamente exclusivos. De fato, com base na teoria de correspondência estratégica de Venkatraman (1989), as empresas devem combinar a aprendizagem exploratória e de exploração para alcançar efeitos complementares. A aprendizagem ambidestra pode efetivamente alavancar o conhecimento e os recursos complementares entre a aprendizagem exploratória e a de exploração, e incrementar o desempenho da inovação empresarial.

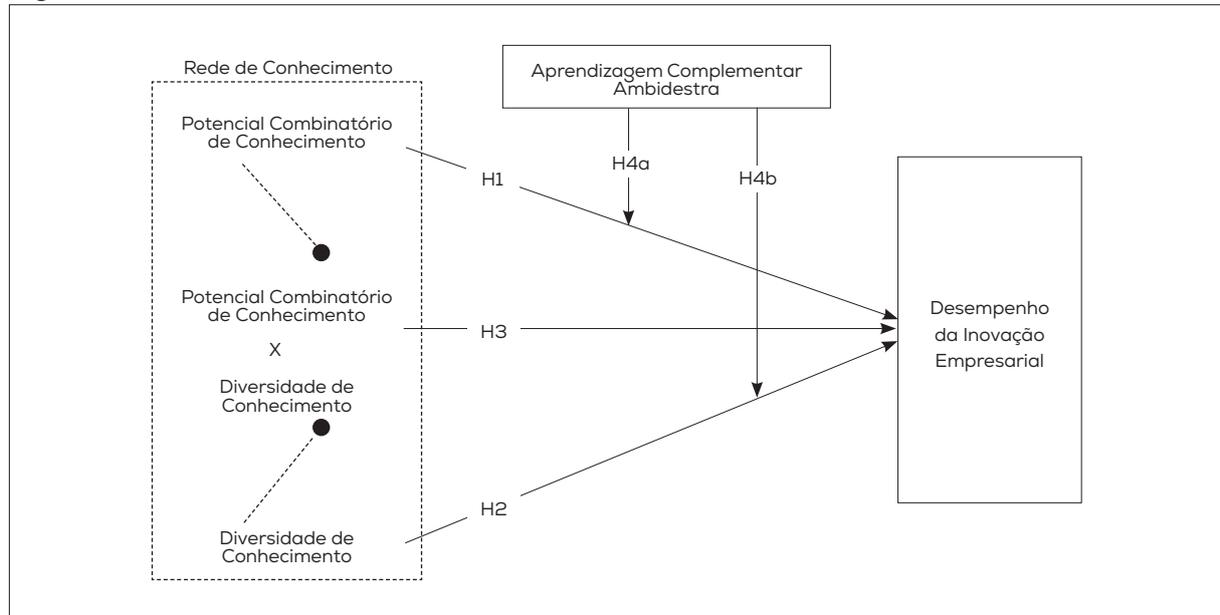
A complementaridade da aprendizagem ambidestra refere-se ao processo pelo qual a aprendizagem exploratória e de exploração se complementam e se reforçam, de forma que as empresas que buscam uma combinação das duas habilidades têm mais espaço de desenvolvimento para incremento de suas capacidades de inovação (Wei, Yi, & Guo, 2014). Por um lado, o potencial combinatório de conhecimento que não atingiu um ponto crítico indica que a empresa não foi capaz de absorver o conhecimento existente e capturar totalmente o seu valor total. A aprendizagem de exploração, de usar o conhecimento já existente se concentra na inovação incremental que atende às necessidades atuais do cliente e do mercado (Enkel, Heil, Hengstler, & Wirth, 2017). Nesse ponto, as empresas ajustam dinamicamente seus investimentos em aprendizado de desenvolvimento para otimizar o conhecimento existente, melhorar a consistência dele e facilitar a ampliação da prática tecnológica e o desempenho empresarial. Também pode gerar rapidamente um avanço de curto prazo (Phelps, 2010) e fornecer uma garantia financeira robusta para a aprendizagem exploratória, de busca de novos conhecimentos, da empresa. Além disso, tal aprendizagem também melhorará o uso da tecnologia existente e facilitará a aquisição de novos conhecimentos além-fronteiras. Assim, as empresas com alta complementaridade de aprendizagem ambidestra têm capacidades de integração consideráveis, e prontamente podem alavancar novos conhecimentos para conduzir a reconfiguração do conhecimento existente.

Por outro lado, se o potencial combinatório de conhecimento ainda não atingiu os níveis críticos, aumentar a complementaridade da aprendizagem ambidestra ajudará as empresas a melhorar sua capacidade de absorção, promover a busca do conhecimento no processo de desenvolvimento de novos produtos e ampliar tal potencial (Fang, Wang, & Chen, 2017). Ao mesmo tempo, o aumento da capacidade de absorção das empresas também melhorará a assimilação e aplicação do conhecimento heterogêneo externo, ajudando-as a usar efetivamente o conhecimento existente e a criar novos, além de aprimorar o papel da diversidade de conhecimento no desempenho da inovação empresarial. Percebe-se que a complementaridade da aprendizagem ambidestra não só ajuda as empresas a adquirir novos conhecimentos, reduzir o risco de instabilidade e custos altos durante o desenvolvimento de novos produtos, mas também as auxilia no controle total das tendências de desenvolvimento tecnológico e, assim, consolidar sua vantagem competitiva sustentável. Portanto, propomos a seguinte hipótese:

H4a: A complementaridade da aprendizagem ambidestra da empresa modera positivamente a relação entre o potencial combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação da empresa.

H4b: A complementaridade da aprendizagem ambidestra da empresa modera positivamente a relação entre a diversidade de conhecimento e o desempenho da inovação da empresa (ver Figura 1).

Figura 1. Quadro de Pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

MÉTODO

Ambiente de pesquisa, dados e amostras

Para análise empírica, optamos pela indústria automobilística chinesa como nossa amostra, primeiramente porque a fabricação de automóveis se trata de um vasto projeto de sistema socioeconômico. Diferente de outros produtos, os automotivos são produtos finais altamente integrados e pertencem a uma indústria específica de conhecimento intensivo. Sua necessidade de engendrar novos conhecimentos se intensificou no contexto da crescente busca de recursos e aprendizagem. Assim, estudar portfólios de conhecimento de fabricação automotiva e diversidade de conhecimento é de singular importância. Em segundo lugar, existe no setor de fabricação automotiva um forte incentivo para desenvolver e solicitar direitos de propriedade intelectual. As empresas geralmente estão dispostas a usar patentes para proteger seus esforços de inovação (Xu, Li, & Zhou, 2019), fornecendo uma riqueza de dados dessas patentes como evidências empíricas. Em terceiro lugar, desde o ano de 2009 a China detém o título de maior produtor mundial de automóveis. Atualmente, a fabricação de automóveis é a segunda maior indústria da China, logo atrás do setor imobiliário. Por último, uma nova rodada de inovações tecnológicas e novas indústrias está se desenvolvendo rapidamente. A indústria automobilística da China está acelerando a profunda transformação de “Produzido na China” (*Made in China*) para “Criado na China” (*Created in China*). As empresas desse setor também buscam se adaptar à nova revolução tecnológica e alcançar inovações revolucionárias.

Consideramos como amostra de pesquisa 116 empresas da indústria automobilística chinesa listadas na bolsa de valores, no intervalo entre os anos de 2010 a 2018. O método de seleção das empresas se baseou no estudo de Zhang e Luo (2020), e, como requisito, as empresas selecionadas precisaram manter os pedidos de patente por dois períodos consecutivos. Ao mesmo tempo, as empresas sob tratamento especial (ST ou *ST) foram excluídas, bem como descartadas as com dados ausentes de variáveis primárias. Por fim, foram obtidos 146.823 dados de patentes das 116 empresas. Além disso, este estudo constrói a rede de conhecimento de uma empresa em uma linha do tempo contínua de três anos, indica elementos de conhecimento específicos pelos primeiros quatro dígitos do número de classificação internacional de patentes (subclasses IPC) e, em seguida, calcula o valor de cada índice (Xu & Zeng, 2021). Os dados relevantes vêm principalmente do Banco de Dados de Pesquisa de Contabilidade e Mercado de Ações da China (CSMAR) (China Stock Market & Accounting Research Database) e do banco de dados de patentes do Escritório Governamental de Propriedade Intelectual (State Intellectual Property Office).

VARIÁVEIS

Variável Dependente

A variável dependente neste estudo será composta pelo nível de desempenho da Performance Empresarial (PE, sigla em Inglês: IP). Tal desempenho refere-se aos resultados científicos e tecnológicos obtidos pela empresa em suas atividades de inovação (Kash & Rycraft, 2000). Na literatura, os dados de patentes foram considerados como um indicador confiável do desempenho da inovação empresarial, considerando as atividades de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) da empresa. (Sampson, 2007). Apesar de algumas limitações aparentes, os dados de patentes se tornaram a métrica mais amplamente utilizada na comunidade acadêmica para medir o desempenho da inovação empresarial (Zhang, Zhang, Zhu, & Liu, 2020). A medição do desempenho das atividades de inovação é conduzida com um certo atraso, e, portanto, adotamos uma defasagem de um ano para reduzir possíveis problemas associados à endogeneidade (Yao, Li, & Li, 2020). Por exemplo, para medir o desempenho da inovação de uma empresa no intervalo entre os anos 2010 à 2012, são calculadas as variáveis explicativas usando dados sobre as patentes depositadas por ela no ano de 2013.

Variáveis Independentes

Para obtenção das medidas de diversidade de conhecimento (DC, sigla em inglês: KD), é comumente utilizado pelos pesquisadores o índice de Herfindahl ou método de entropia (Jiao, Xu, Li, & Yang, 2021; Jung, Kim, & Lee, 2021). O mais amplamente utilizado é o método do índice

de Herfindahl, portanto, também o aplicaremos para calcular a diversidade de conhecimento da empresa. Utilizamos então a seguinte fórmula:

$$KD = 1 - \sum_i^n p_i^2 \quad (1)$$

Onde DC significa diversidade de conhecimento e n denota a categoria de tecnologia envolvida com base nos quatro primeiros dígitos da Classificação Internacional de Patentes (IPC). P_i indica a razão entre o número de patentes da categoria de tecnologia i e o número total de patentes da empresa. Por exemplo, se uma empresa possui quatro dados de patente, os números de classificação de patentes serão mostrados na Tabela 1. A diversidade de conhecimento da empresa pode ser calculada como $DC = [1-(2/4)^2 - (2/4)^2 - (2/4)^2 - (1/4)^2] = 0,1875$. O valor de DC está entre 0 e 1, então, quanto mais próximo o resultado do cálculo estiver de 1, maior o grau de diversidade de conhecimento.

Tabela 1. Exemplos de diversidade de conhecimento empresarial

Patente	Número de classificação
1	G01M, G01B, G01B
2	G01M, G01F
3	B23K, G01B
4	B23K

Fonte: Elaborado pelos autores.

O potencial combinatório de conhecimento (PCC, sigla em Inglês: CPK) de uma empresa é medido pelo potencial médio do portfólio de todos os seus elementos de conhecimento (Brennecke & Rank, 2017). Ele é refletido por seu grau de centralidade na rede de conhecimento (Wang, Yang, & Guo, 2021). Se dois elementos de conhecimento aparecem juntos em uma patente, eles estão conectados em uma rede de conhecimento. A fórmula para o cálculo será:

$$C_D(i) = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{n} \quad (i \neq j) \quad (2)$$

Onde X_{ij} indica se os nós j e i estão diretamente conectados, apresentados por 0 e 1, e n indica o número de nós.

Variável Moderadora

De acordo com Venkatraman (1989), a correspondência estratégica pode ser expressa como uma relação complementar entre variáveis e é medida pelo termo multiplicativo delas. Com base nessa teoria, a complementaridade da aprendizagem ambidestra pode ser medida refletindo o status de correspondência e interação entre a aprendizagem exploratória e de exploração. Além disso, este

estudo usa subcategorias do IPC como uma variável substituta para elementos de conhecimento e compara os elementos de conhecimento organizacional no ano t com aqueles de $t-3$ a $t-1$ (Katila & Ahuja, 2002). Uma patente com uma subclasse IPC é definida como um aprendizado de exploração caso a empresa a possua no último estágio, caso contrário, será considerada uma aprendizagem exploratória (Li, Li, & Zhou, 2022). A fórmula para a complementaridade da aprendizagem ambidestra será então:

$$AMB_{IT} = Aprendizagem\ exploratória_{it} \times Aprendizagem\ de\ exploração_{it} \quad (3)$$

Variáveis de Controle

The control variables involved in this paper mainly include the firm's return on equity, scale, R&D intensity, and age. The firm's age (AGE) is measured using the difference between the firm's founding time and year t (Dai, Zeng, Qualls, & Li, 2018). Firm size (SIZE) is calculated by the logarithm of the firm's revenue (Ahuja & Katila, 2001). The return on net assets of the firm (ROE) is measured by calculating the ratio of net income to the average balance of shareholders' equity (Yao, Gao, & Sun, 2020). Firm R&D intensity (RD) is then measured by the ratio of R&D investment to operating revenue (Zhao, Shao, & Wu, 2019).

As variáveis de controle envolvidas neste estudo incluem, principalmente, o retorno sobre o patrimônio, tamanho, intensidade de P&D e idade da empresa. A idade da empresa (AGE) será medida usando a diferença entre o tempo de fundação dela e o ano t (Dai, Zeng, Qualls, & Li, 2018). O tamanho da empresa (SIZE) é calculado pelo logaritmo da receita da empresa (Ahuja & Katila, 2001). O retorno sobre os ativos líquidos da empresa (ROE) é medido pelo cálculo da relação entre o lucro líquido e o saldo médio do patrimônio líquido (Yao, Gao, & Sun, 2020). A intensidade de P&D (RD) da empresa é então medida pela razão entre o investimento em P&D e a receita operacional (Zhao, Shao, & Wu, 2019).

ANÁLISE E RESULTADOS

Modelos de regressão

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva das variáveis, utilizando o Software Stata 16.0. Ela demonstra que o grau de diversidade de conhecimento na indústria automotiva da China é alto, com um desvio padrão de 0,16, indicando que este grau varia menos entre diferentes empresas. O potencial médio de combinação de conhecimento foi de 2,65, com desvio padrão de 2,47, indicando que o valor médio da centralidade do grau dos elementos do conhecimento não foi diferente, de maneira significativa, entre as empresas. O fator de inflação de variância de cada variável é muito menor que o valor limite de 5, indicando a inexistência de problemas de

multicolinearidade. Os resultados da análise de regressão são apresentados na Tabela 3. Neste estudo, os resultados dos dados de desempenho da inovação mostram a característica de números inteiros não negativos discretos e em superdispersão; ou seja, a variância é muito maior que a média. Além disso, aplicamos o teste de Hausman finalmente selecionamos um modelo de regressão binomial negativo com efeitos fixos.

Tabela 2. Correlação e estatísticas descritivas

	Média	S.D.	1	2	3	4	5	6	7	8	VIF
IP	201,74	449,71	1								-
CPK	2,65	2,47	0,709***	1							1,60
KD	0,81	0,16	0,315***	0,201***	1						1,46
AMB	2,54	1,17	0,633***	0,543***	0,517***	1					2,24
ROE	0,08	0,12	0,043	0,003	-0,044	0,039	1				1,06
AGE	18,18	4,95	0,086***	0,112***	0,071*	0,115***	-0,028	1			1,10
SIZE	9,51	0,67	0,644***	0,497***	0,443***	0,661***	0,138***	0,290***	1		2,26
RD	4,32	1,93	0,025	0,140***	0,109***	0,102***	-0,184***	-0,053	-0,150***	1	1,18

Fonte: Elaborado pelos autores.

Seis modelos de regressão foram desenvolvidos com base nas hipóteses do estudo e as variáveis envolvendo termos de interação foram padronizadas, conforme apresentado na Tabela 3. O modelo 1 é o de fundação, que examina principalmente o impacto dos fatores de controle no desempenho da inovação empresarial. Como demonstrado, todas as variáveis de controle têm um impacto positivo considerável no desempenho da inovação empresarial. Isso indica, por um lado, que quanto mais tempo uma empresa está estabelecida e mais conhecimento acumulou, maior seu desempenho de inovação. Por outro lado, empresas maiores têm mais recursos, tecnologia e maiores esforços de P&D, o que pode melhorar o seu desempenho da inovação.

O modelo 2 adiciona os termos primário e secundário do potencial combinatório de conhecimento ao modelo 1 para testar a sua relação com o desempenho da inovação empresarial. Os resultados da regressão do modelo 2 mostram uma relação significativa em forma de U invertido entre os dois ($\beta = 0,4254$, $p < 0,01$; $\beta = -0,2824$, $p < 0,01$), portanto, a hipótese 1 foi suportada. O modelo 3 adiciona diversidade de conhecimento ao modelo 1 para testar a relação linear entre diversidade de conhecimento e desempenho da inovação. A partir do modelo 3, pode-se observar que existe uma relação positiva significativa entre a diversidade de conhecimento e o desempenho da inovação ($\beta = 0,1057$, $p < 0,01$), e, portanto, a hipótese 2 foi suportada.

O Modelo 4 foi projetado para testar o efeito da interação entre o potencial combinatório e a diversidade de conhecimento no desempenho da inovação empresarial. Os resultados mostraram que a interação entre o termo primário do potencial combinatório e a diversidade de conhecimento foi positiva ($\beta = 0,1220$, $p < 0,1$), e a interação entre o termo quadrático do potencial

combinatório e a diversidade de conhecimento foi negativa ($\beta = -0,1946$, $p < 0,01$). Isso sugere que a diversidade e o potencial combinatório de conhecimento se reforçam mutuamente, portanto, a hipótese 3 foi suportada. Especificamente, o potencial combinatório reforça o efeito positivo da diversidade de conhecimento no desempenho da inovação. Por outro lado, a diversidade de conhecimento aumenta a relação em forma de U invertido entre o potencial de combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação, fortalecendo o efeito de um sobre o outro. Também acelera a taxa de diminuição do efeito positivo do potencial combinatório de conhecimento. Os resultados da análise do Modelo 5 e do Modelo 6 indicam que a complementaridade da aprendizagem ambidestra tem um efeito moderador significativo na relação positiva entre o potencial combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação ($\beta = 0,0686$, $p < 0,01$), portanto, a hipótese 4a foi suportada. Em contraste, o efeito moderador da complementaridade da aprendizagem ambidestra na diversidade de conhecimento e no desempenho da inovação empresarial não foi significativo ($\beta = 0,0032$, $p > 0,1$), então, a hipótese 4b não foi suportada.

Tabela 3. Modelo binomial negativo com efeitos fixos para o desempenho da inovação

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
SIZE	0,2696*** (4,27)	0,2304*** (3,59)	0,2036*** (3,07)	0,1309* (1,87)	-0,2069*** (-3,88)	-0,2463*** (-4,19)
RD	0,1472*** (6,04)	0,1042*** (4,01)	0,1313*** (5,27)	0,0762*** (2,85)	0,0072 (0,47)	0,0116 (0,73)
AGE	0,3323*** (7,18)	0,2756*** (5,83)	0,3303*** (7,19)	0,2607*** (5,55)	0,2090*** (5,93)	0,3251*** (10,64)
ROE	0,0713*** (2,69)	0,0890*** (3,39)	0,0723*** (2,78)	0,0921*** (3,64)	0,0286*** (2,88)	0,0268** (2,56)
CPK		0,4254*** (5,63)		0,4190*** (5,55)	0,2500*** (3,60)	
CPK ²		-0,2824*** (-4,61)		-0,2000*** (-3,39)	-0,2460*** (-2,63)	
KD			0,1057*** (3,08)	0,1382*** (3,44)		0,0130 (0,44)
CPK*KD				0,1220* (1,78)		
CPK ² *KD				-0,1946*** (-3,20)		
AMB					0,9249*** (34,79)	0,9159*** (32,55)
CPK*AMB					0,0686*** (2,97)	
KD*AMB						0,0032 (0,12)
Constant	1,2657*** (20,24)	1,3058*** (21,01)	1,2776*** (20,45)	1,3458*** (21,37)	2,5859*** (36,11)	2,5466*** (36,01)
Log Likelihood	-2798,4801	-2783,1798	-2793,1616	-2770,3887	-2192,2899	-2210,4528
Wald chi2	175,27***	240,18***	181,61***	273,29***	1956,70***	1602,00***

Nota: Erros padrão de robustez entre parênteses. * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Teste de Robustez

Os resultados do teste de robustez podem ser observados na Tabela 4. Empregamos um modelo de efeitos aleatórios para validar a confiabilidade dos resultados. Como pode ser visto na tabela, a hipótese 4b não foi suportada no teste de robustez. A direção de todos os resultados da regressão é consistente e significativa com a regressão original, portanto, os resultados empíricos deste estudo apresentam boa robustez.

Tabela 4. Resultados dos Testes de Robustez

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
SIZE	0,4698*** (8,26)	0,4511*** (8,04)	0,4013*** (6,73)	0,3331*** (5,48)	0,1601*** (5,20)	0,0952** (1,97)
RD	0,1828*** (8,05)	0,1366*** (5,70)	0,1648*** (7,07)	0,1019*** (4,13)	0,0286** (2,30)	0,0463*** (3,20)
AGE	0,2151*** (5,02)	0,1313*** (3,03)	0,2132*** (5,04)	0,1112*** (2,65)	-0,0068 (-0,34)	0,1519*** (5,60)
ROE	0,0574** (2,27)	0,0748*** (3,04)	0,0582** (2,36)	0,0819*** (3,48)	0,0097 (1,12)	0,0086 (0,87)
CPK		0,5093*** (7,52)		0,5062*** (7,38)	0,4546*** (8,65)	
CPK ²		-0,3348*** (-6,12)		-0,2443*** (-4,51)	-0,4236*** (-5,82)	
KD			0,1288*** (3,65)	0,1941*** (4,81)		0,0208 (0,71)
CPK*KD				0,1686** (2,53)		
CPK ² *KD				-0,2261*** (-3,91)		
AMB					1,0009*** (41,81)	0,9795*** (35,08)
CPK*AMB					0,0641*** (3,46)	
KD*AMB						0,0178 (0,64)
Constant	1,2338*** (19,76)	1,2602*** (20,16)	1,2416*** (19,91)	1,2819*** (20,16)	2,4509*** (34,93)	2,4182*** (33,36)
Log Likelihood	-3647,8037	-3621,1659	-3640,1426	-3601,4826	-2897,9752	-2958,8797
Wald chi2	229,47***	353,45***	235,77***	401,93***	3463,07***	2036,95***

Nota: Erros padrão de robustez entre parênteses. * p < 0,1, ** p < 0,05, *** p < 0,01.

Fonte: Elaborado pelos autores.

DISCUSSÃO

Primeiramente, encontramos uma relação em forma de U invertido entre o potencial combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação empresarial (H1) entre as empresas da indústria automotiva chinesa selecionadas. Outros estudos existentes destacaram o impacto positivo do potencial combinatório de conhecimento no desempenho da inovação empresarial em vários setores na China, incluindo no de inteligência artificial (Zhang & Luo, 2020), comunicações de rádio (Li & Jian, 2022) e fabricação de equipamentos aeroespaciais (Zhu, Ning, & You, 2022). Este estudo confirma e sugere que as organizações com potencial de portfólio têm acesso a informações heterogêneas ou conhecimento propício à inovação (Yayavaram & Ahuja, 2008) e melhoram o desempenho da inovação empresarial, ajudando as empresas a explorar novas oportunidades tecnológicas (Rojas, Solis, & Zhu, 2018). Confirma ainda que empresas com alto potencial combinatório de conhecimento podem reduzir os custos de busca externa (Shi, Zhang, & Zheng, 2019). No entanto, à medida que as empresas aprimoram a forma como combinam elementos de conhecimento, se concentram mais na busca local e desenvolvem rigidez central, diminuindo os retornos marginais da tecnologia, que são prejudiciais ao desempenho da inovação (Xu, Li, & Zeng, 2017).

Em segundo, a diversidade de conhecimento afeta muito positivamente o desempenho da inovação empresarial (H2). Este resultado é consistente com as expectativas hipotéticas deste estudo, bem como com a literatura existente sobre a relação entre a diversidade de conhecimento e o desempenho da inovação (Quintana-García & Benavides-Velasco, 2008; Zhang & Luo, 2020). Sugerimos então que quanto maior a diversidade de conhecimento, ou seja, quanto mais amplo é o domínio de conhecimento abrangido pelas unidades de conhecimento, mais as empresas podem gerar novas conexões e ideias. Esse conhecimento permite que as empresas abordem de forma diferente os problemas tecnológicos específicos e promovam o seu desempenho inovador (Carnabuci & Operti, 2013).

Em terceiro lugar, há um efeito de interação entre a diversidade de conhecimento e o seu potencial combinatório, e a coordenação mútua entre eles promove a melhoria do desempenho da inovação empresarial (H3). Embora existam poucos estudos relevantes no nível micro, os achados deste estudo são consistentes com as opiniões de alguns autores (Carnabuci & Operti, 2013; Wang & Wang, 2018). A pesquisa mostra que a inovação vem da combinação ou reorganização dos elementos de conhecimento existentes, e a diversidade de conhecimento aumenta a possibilidade de isso ocorrer (Wanzenböck & Piribauer, 2018), o que melhora o desempenho da inovação empresarial. O potencial combinatório de conhecimento pode melhorar a absorção e transformação de diversas tecnologias pelas empresas, por exemplo, por transbordamento de tecnologia, e as duas dimensões da rede de conhecimento se reforçarão mutuamente.

Em quarto, a complementaridade da aprendizagem ambidestra modera afirmativamente a relação positiva entre o potencial combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação empresarial (H4a), enquanto o efeito moderador na relação entre a diversidade e o desempenho da inovação empresarial não é significativo (H4b). Os estudos existentes sobre

o efeito da aprendizagem ambidestra na inovação são mais aprofundados, mas ignoram o seu papel moderador (Colombo, Doganova, Piva, D'Adda, & Mustar, 2015). Para esse fim, analisamos ainda o papel moderador da complementaridade da aprendizagem ambidestra na rede de conhecimento e no desempenho da inovação. Os resultados mostram que a complementaridade da aprendizagem ambidestra promove melhor desenvolvimento do potencial combinatório de conhecimento e inovação. A natureza complementar da aprendizagem ambidestra ajuda as empresas a consolidar sua base de conhecimento, explorar novas áreas de conhecimento e aumentar seu potencial combinatório, melhorando assim seu desempenho da inovação. O efeito moderador da complementaridade da aprendizagem ambidestra entre a diversidade de conhecimento e o desempenho da inovação empresarial é insignificante. A razão para tal efeito pode ser explicada no caso de uma empresa possuir alta diversidade de conhecimento, ela então terá mais oportunidades de explorar a combinação ou reorganização de seus elementos de conhecimento (Guan et al., 2017), enfraquecendo assim a dependência de expandir sua base por meio da aprendizagem exploratória. O núcleo da dimensão complementar é o efeito mutuamente benéfico da aprendizagem exploratória e de exploração. Portanto, o efeito moderador passa a ser insignificante.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Este estudo desenvolveu teoricamente e examinou empiricamente os efeitos diretos e interativos do potencial combinatório e diversidade de conhecimento no desempenho da inovação empresarial a partir de uma perspectiva de rede de conhecimento, e investigou ainda mais o papel moderador da complementaridade da aprendizagem ambidestra neste processo. Os resultados confirmam uma relação em forma de U invertido entre o potencial combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação, um afetando ao outro positivamente. Além disso, existe um efeito interativo entre o potencial combinatório e a diversidade de conhecimento, e a coordenação mútua entre os dois contribui para a melhoria do desempenho da inovação. Além disso, a complementaridade da aprendizagem ambidestra moderou a relação positiva entre o potencial combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação, porém, não desempenhou um papel moderador na relação entre a diversidade de conhecimento e o desempenho da inovação.

Implicações teóricas

Este estudo oferece três contribuições significativas. A primeira, enriquece as teorias existentes de pesquisa em inovação e gestão de conhecimento. Ele combina a perspectiva da rede de inovação e a perspectiva de conhecimento, construindo uma estrutura de pesquisa sobre a influência da rede de conhecimento no desempenho da inovação empresarial, refinando e fornecendo evidências empíricas sobre as dimensões da rede de conhecimento, das redes de inovação e o desempenho da inovação empresarial. Além disso, revela ainda uma relação em

forma de U invertido entre o potencial combinatório de conhecimento e o desempenho da inovação empresarial, fornecendo novos insights sobre o uso da rede de conhecimento pelas empresas para aprimorar seu desempenho da inovação. Ao mesmo tempo, ao contrário da maioria dos estudos que se concentram na relação entre as características de incorporação da rede de conhecimento e o desempenho da inovação empresarial, este estudo também expande a análise dos fatores que influenciam o desempenho da inovação a partir de uma perspectiva de interação. Portanto, é um acréscimo essencial às teorias existentes de inovação e gestão de conhecimento.

Como segunda contribuição, analisamos aqui o papel moderador da complementaridade da aprendizagem ambidestra como uma rede de conhecimento sobre o desempenho da inovação das empresas. Pesquisas anteriores se concentraram mais no impacto direto e mediador da aprendizagem ambidestra no desempenho da inovação empresarial (Colombo et al., 2015; Wei et al., 2014). Diferentemente, este estudo fornece novas perspectivas sobre o controle da complementaridade da aprendizagem ambidestra para aumentar o potencial combinatório de conhecimento. Ele enriquece a aplicação da teoria de aprendizagem ambidestra em diferentes cenários, expande o mecanismo do efeito moderador dessa teoria e fornece uma referência teórica para a indústria de fabricação automotiva poder optar por uma abordagem apropriada.

Como terceira contribuição, usamos dados de painel da indústria automotiva chinesa para testar hipóteses que não apenas incorporam o tempo como um importante fator contextual na consideração do modelo teórico, mas também refletem a dinâmica da mudança da rede de conhecimento das empresas e mostra a natureza dinâmica do impacto da rede de conhecimento na inovação empresarial, ajudando a enriquecer os resultados de pesquisa sobre a relação entre a rede de conhecimento e a inovação empresarial no contexto chinês.

Implicações práticas

Quanto as implicações práticas e gerenciais, cabe ressaltar que o potencial combinatório e a diversidade de conhecimento são canais importantes para aprimorar o desempenho da inovação empresarial. Por um lado, as empresas devem pesar os custos e benefícios da combinação de elementos de conhecimento e alocar recursos e esforços internos, de forma razoável, para alcançar um arranjo ideal. Por outro lado, as empresas podem investir mais recursos no desenvolvimento de novos elementos de conhecimento e aumentar seu nível de diversidade.

Ainda, existe um aparente efeito interativo entre o potencial combinatório de conhecimento e a diversidade de conhecimento. Nesse sentido, as empresas devem atribuir importância à melhoria conjunta desses elementos. Elas podem fazer isso, por exemplo, fortalecendo a comunicação entre os membros da rede realizando uma sinergia estratégica de “1+1>2” e promovendo o seu desenvolvimento de inovação.

Também, com base no efeito moderador positivo da complementaridade da aprendizagem ambidestra, a indústria automotiva deve fortalecer o desenvolvimento da capacidade de tal aprendizagem. As empresas devem explorar novos elementos de conhecimento por meio da

aprendizagem exploratória para garantir suas futuras capacidades de inovação e aproveitar os elementos de conhecimento existentes por meio da aprendizagem de exploração, garantindo as vantagens competitivas atuais, promovendo o desenvolvimento da rede de conhecimento e melhorando o desempenho da inovação.

Limitações e pesquisas futuras

Este estudo traz algumas limitações significativas. Primeiro, o campo das redes de conhecimento ainda precisa ser mais bem desenvolvido. Embora tenhamos examinado o impacto específico do potencial combinatório e da diversidade de conhecimento na inovação empresarial, é importante ressaltar que as características de rede de conhecimento também podem ser desenvolvidas a partir da perspectiva de incorporação de rede, como coesão e densidade de rede, além de outros indicadores. A interação entre rede de colaboração e rede de conhecimento também pode ser estudada, obtendo assim um entendimento mais aprofundado.

Em segundo lugar, este estudo explora apenas o efeito moderador da complementaridade da aprendizagem ambidestra, mas a relação “rede de conhecimento-desempenho da inovação empresarial” pode ser influenciada por outros fatores externos. Por exemplo, os efeitos moderadores das capacidades dinâmicas e da busca de conhecimento para além das fronteiras ajudam as empresas a construir uma rede de conhecimento e, por fim, afetam o desempenho da inovação. Ou seja, pesquisas futuras podem explorar essas direções em profundidade.

Em terceiro lugar, testamos nossas hipóteses usando dados de patentes de empresas automotivas, e elas não podem ser generalizadas para outros campos. Portanto, estudos futuros podem incorporar diferentes indústrias no processo de amostragem para validar os resultados e identificar seus limites.

REFERÊNCIAS

- Ahuja, G., & Katila, R. (2001). Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study. *Strategic Management Journal*, 22(3), 197-220. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.157>
- Brennecke, J., & Rank, O. (2017). The firm's knowledge network and the transfer of advice among corporate inventors: A multilevel network study. *Research Policy*, 46(4), 768-783. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2017.02.002>
- Cao, Q., Gedajlovic, E., & Zhang, H. (2009). Unpacking organizational ambidexterity: Dimensions, contingencies, and synergistic effects. *Organization Science*, 20(4), 781-796. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.1090.0426>

- Carnabuci, G., & Bruggeman, J. (2009). Knowledge specialization, knowledge brokerage and the uneven growth of technology domains. *Social Forces*, 88(2), 607-641. <http://dx.doi.org/10.1353/sof.0.0257>
- Carnabuci, G., & Operti, E. (2013). Where do firms' recombinant capabilities come from? Intraorganizational networks, knowledge, and firms' ability to innovate through technological recombination. *Strategic Management Journal*, 34(13), 1591-1613. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.2084>
- Cheng, H., Xu, X., Li, Z., & Zhang, Z. (2022). The synergy of inventor cooperative network dual embeddedness and firm innovation: The mediating role of ambidextrous learning. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1-16. <http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2021.2021175>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 128-152. <http://dx.doi.org/10.2307/2393553>
- Colombo, M. G., Doganova, L., Piva, E., D'Adda, D., & Mustar, P. (2015). Hybrid alliances and radical innovation: The performance implications of integrating exploration and exploitation. *The Journal of Technology Transfer*, 40(4), 696-722. <http://dx.doi.org/10.1007/s10961-014-9363-x>
- Dai, H., Zeng, D., Qualls, W. J., & Li, J. (2018). Do social ties matter for the emergence of dominant design? The moderating roles of technological turbulence and IRP enforcement. *Journal of Engineering and Technology Management*, 47, 96-109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jengtecman.2018.01.002>
- Dong, J. Q., & Yang, C. H. (2016). Being central is a double-edged sword: Knowledge network centrality and new product development in US pharmaceutical industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 113(1), 379-385. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.07.011>
- Enkel, E., Heil, S., Hengstler, M., & Wirth, H. (2017). Exploratory and exploitative innovation: To what extent do the dimensions of individual level absorptive capacity contribute? *Technovation*, 60, 29-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2016.08.002>
- Ensign, P. C., Lin, C. D., Chreim, S., & Persaud, A. (2014). Proximity, knowledge transfer, and innovation in technology-based mergers and acquisitions. *International Journal of Technology Management*, 66(1), 1-31. <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2013.457>
- Fang, S. C., Wang, M. C., & Chen, P. C. (2017). The influence of knowledge networks on a firm's innovative performance. *Journal of Management & Organization*, 23(1), 22-45. <http://dx.doi.org/10.1017/jmo.2016.32>
- Fleming, L. (2001). Recombinant uncertainty in technological search. *Management Science*, 47(1), 117-132. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.47.1.117.10671>
- Fleming, L., Mingo, S., & Chen, D. (2007). Collaborative brokerage, generative creativity, and creative success. *Administrative Science Quarterly*, 52(3), 443-475. <http://dx.doi.org/10.2189/asqu.52.3.443>
- Granstrand, O. (1998). Towards a theory of the technology-based firm. *Research Policy*, 27(5), 465-489. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(98\)00067-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00067-5)

- Guan, J., Zhang, J., & Yan, Y. (2017). A dynamic perspective on diversities and network change: Partner entry, exit and persistence. *International Journal of Technology Management*, 74(1-4), 221-242. <http://dx.doi.org/10.1504/IJTM.2017.083613>
- Gupta, A. K., Smith, K. G., & Shalley, C. E. (2006). The interplay between exploration and exploitation. *Academy of Management Journal*, 49(4), 693-706. <http://dx.doi.org/10.5465/amj.2006.22083026>
- Hu, Q., Li, X., & Tang, W. (2019). Research on the influence mechanism of cognitive distance and social distance between supply chain enterprises on cooperative innovation performance. *Economic Survey*, 36(3), 110-117. <http://dx.doi.org/10.15931/j.cnki.1006-1096.20190416.008>
- Jiao, J., Xu, Y., Li, J., & Yang, R. (2021). The evolution of a collaboration network and its impact on innovation performance under the background of government-funded support: An empirical study in the Chinese wind power sector. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 915-935. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-020-10528-2>
- Jin, X., Wang, J., Chen, S., & Wang, T. (2015). A study of the relationship between the knowledge base and the innovation performance under the organizational slack regulating. *Management Decision*, 53(10), 2202-2225. <http://dx.doi.org/10.1108/MD-05-2014-0253>
- Jung, S., Kim, K., & Lee, C. (2021). The nature of ICT in technology convergence: A knowledge-based network analysis. *Plos One*, 16(7), e0254424. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0254424>
- Kash, D. E., & Rycroft, R. W. (2000). Patterns of innovating complex technologies: A framework for adaptive network strategies. *Research Policy*, 29(7-8), 819-831. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00107-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00107-4)
- Katila, R., & Ahuja, G. (2002). Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction. *Academy of Management Journal*, 45(6), 1183-1194. <http://dx.doi.org/10.5465/3069433>
- Li, N., Lin, R., & Xie, Z. (2020). Research on impact mechanism of exploratory innovation under multiple embedded in knowledge network and cooperation network. *Studies in Science of Science*, 38(1), 169-179. <http://dx.doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.2020.01.019>
- Li, P., & Jian, L. (2022). Network structure, knowledge base and enterprise innovation performance. *Complex Systems and Complexity Science*, 19(02), 31-38. <http://dx.doi.org/10.13306/j.1672-3813.2022.02.004>
- Li, X., Li, K., & Zhou, H. (2022). Impact of inventor's cooperation network on ambidextrous innovation in Chinese AI enterprises. *Sustainability*, 14(16), 9996. <http://dx.doi.org/10.3390/su14169996>
- Mancusi, M. L. (2008). International spillovers and absorptive capacity: A cross-country cross-sector analysis based on patents and citations. *Journal of International Economics*, 76(2), 155-165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinteco.2008.06.007>
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 71-87. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.2.1.71>

- Marín-Idárraga, D. A., & Cuartas-Marin, J. C. (2019). Relationship between innovation and performance: Impact of competitive intensity and organizational slack. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 59, 95-107. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020190203>
- Marín-Idárraga, D. A., Gonzalez, J. M. H., & Medina, C. C. (2016). The antecedents of Exploitation-Exploration and their relationship with innovation: A study of managers' cognitive maps. *Creativity and Innovation Management*, 25(1), 18-37. <http://dx.doi.org/10.1111/caim.12139>
- Marrocu, E., Paci, R., & Usai, S. (2013). Proximity, networking and knowledge production in Europe: What lessons for innovation policy? *Technological Forecasting and Social Change*, 80(8), 1484-1498. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.03.004>
- Ning, L., & Guo, R. (2022). Technological diversification to green domains: Technological relatedness, invention impact and knowledge integration capabilities. *Research Policy*, 51(1), 104406. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2021.104406>
- Phelps, C. C. (2010). A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 53(4), 890-913. <http://dx.doi.org/10.5465/amj.2010.52814627>
- Quintana-García, C., & Benavides-Velasco, C. A. (2008). Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification. *Research Policy*, 37(3), 492-507. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.002>
- Rojas, M. G. A., Solis, E. R. R., & Zhu, J. J. (2018). Innovation and network multiplexity: R&D and the concurrent effects of two collaboration networks in an emerging economy. *Research Policy*, 47(6), 1111-1124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.018>
- Sampson, R. C. (2007). R&D alliances and firm performance: The impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of Management Journal*, 50(2), 364-386. <http://dx.doi.org/10.5465/amj.2007.24634443>
- Shi, X., Zhang, Q., & Zheng, Z. (2019). The double-edged sword of external search in collaboration networks: Embeddedness in knowledge networks as moderators. *Journal of Knowledge Management*, 23(10), 2135-2160. <http://dx.doi.org/10.1108/JKM-04-2018-0226>
- Sun, Y., & Gong, X. (2020). Superior position equal to greater influence? The moderating role of technological complexity. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(7), 1457-1480. <http://dx.doi.org/10.1108/JMTM-07-2019-0269>
- Venkatraman, N. (1989). The concept of fit in strategy research: Toward verbal and statistical correspondence. *Academy of Management Review*, 14(3), 423-444. <http://dx.doi.org/10.5465/amr.1989.4279078>
- Wang, C., Rodan, S., Fruin, M., & Xu, X. (2014). Knowledge networks, collaboration networks, and exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 57(2), 484-514. <http://dx.doi.org/10.5465/amj.2011.0917>
- Wang, J., Yang, N., & Guo, M. (2021). How social capital influences innovation outputs: An empirical study of the smartphone field. *Innovation*, 23(4), 449-469. <http://dx.doi.org/10.1080/14479338.2020.1810580>

- Wang, M. C., Chen, P. C., & Fang, S. C. (2018). A critical view of knowledge networks and innovation performance: The mediation role of firms' knowledge integration capability. *Journal of Business Research*, 88, 222-233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.03.034>
- Wang, P., & Wang, Y. (2018). The characteristics of knowledge components and its effect on inventors' knowledge combination behavior: From the knowledge network perspective. *Business and Management Journal*, 40(05), 92-107. <http://dx.doi.org/10.19616/j.cnki.bmj.2018.05.006>
- Wanzenböck, I., & Piribauer, P. (2018). R&D networks and regional knowledge production in Europe: Evidence from a space-time model. *Papers in Regional Science*, 97, S1-S24. <http://dx.doi.org/10.1111/pirs.12236>
- Wei, Z., Yi, Y., & Guo, H. (2014). Organizational learning ambidexterity, strategic flexibility, and new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 31(4), 832-847. <http://dx.doi.org/10.1111/jpim.12126>
- Wu, T., Chen, B., Shao, Y., & Lu, H. (2021). Enable digital transformation: Entrepreneurial leadership, ambidextrous learning and organisational performance. *Technology Analysis & Strategic Management*, 33(12), 1389-1403. <http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2021.1876220>
- Xie, X., Wu, Y., & Devece, C. (2022). Is collaborative innovation a double-edged sword for firms? The contingent role of ambidextrous learning and TMT shared vision. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121340. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121340>
- Xu, L., Li, J., & Zeng, D. (2017). How does knowledge network affect a firm's explorative innovation? The contingent role of R&D collaborations. *Technology Analysis & Strategic Management*, 29(9), 973-987. <http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2016.1260105>
- Xu, L., Li, J., & Zhou, X. (2019). Exploring new knowledge through research collaboration: The moderation of the global and local cohesion of knowledge networks. *The Journal of Technology Transfer*, 44(3), 822-849. <http://dx.doi.org/10.1007/s10961-017-9614-8>
- Xu, L., & Zeng, D. (2021). When does the diverse partnership of R&D alliances promote new product development? The contingent effect of the knowledge base. *Technology in Society*, 65, 101590. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101590>
- Yao, L., Li, J., & Li, J. (2020). Urban innovation and intercity patent collaboration: A network analysis of China's national innovation system. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120185. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120185>
- Yao, Y., Gao, H., & Sun, F. (2020). The impact of dual network structure on firm performance: The moderating effect of innovation strategy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(9), 1020-1034. <http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2020.1739263>
- Yayavaram, S., & Ahuja, G. (2008). Decomposability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge-base malleability. *Administrative Science Quarterly*, 53(2), 333-362. <http://dx.doi.org/10.2189/asqu.53.2.333>
- Yayavaram, S., & Chen, W. R. (2015). Changes in firm knowledge couplings and firm innovation performance: The moderating role of technological complexity. *Strategic Management Journal*, 36(3), 377-396. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.2218>

- Zahra, S. A., Ireland, R. D., & Hitt, M. A. (2000). International expansion by new venture firms: International diversity, mode of market entry, technological learning, and performance. *Academy of Management Journal*, 43(5), 925-950. <http://dx.doi.org/10.5465/1556420>
- Zhao, X., Shao, F., & Wu, C. (2019). Do stakeholder relationships matter? An empirical study of exploration, exploitation and firm performance. *Management Decision*, 59(4), 764-786. <http://dx.doi.org/10.1108/MD-01-2019-0058>
- Zhang, S., Zhang, N., Zhu, S., & Liu, F. (2020). A foot in two camps or your undivided attention? The impact of intra-and inter-community collaboration on firm innovation performance. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(7), 753-768. <http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2019.1709636>
- Zhang, Z., & Luo, T. (2020). Knowledge structure, network structure, exploitative and exploratory innovations. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(6), 666-682. <http://dx.doi.org/10.1080/09537325.2019.1693534>
- Zhu, J., Ning, H., & You, J. (2022). The influence of the structural features of patent cooperation network on enterprise exploratory innovation: A case study of the aviation equipment manufacturing enterprises. *Science and Technology Management Research*, 42(9), 128-135. <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1000-7695.2022.9.017>

AGRADECIMENTOS

A pesquisa recebeu apoio financeiro da Fundação Nacional de Ciências Sociais da República Popular da China 19BGL040.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores não têm conflitos de interesse a declarar.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Xiaoli Li: Conceituação; Metodologia; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.
Kun Li: Conceituação; Curadoria de Dados; Metodologia; Validação; ; Redação – rascunho original; Redação – revisão e edição.