



## RUMO A UMA MELHOR COMPREENSÃO DA COLABORAÇÃO NO DOMÍNIO DA INVESTIGAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO (I&D&I) - EXPLORAR AS ESTRUTURAS VIRTUAIS, FÍSICAS E COGNITIVAS

 Jukka Kääriäinen<sup>1</sup>

 Katri Valkokari<sup>2</sup>

 Erkki Siira<sup>3</sup>

 Jukka Hemilä<sup>4</sup>

 Marko Jurvansuu<sup>5</sup>

Cite as – American Psychological Association (APA)

Kääriäinen, J., Valkokari, K., Siira, E., Hemilä, J., & Jurvansuu, M. (2023, set./dez.). Rumo a uma melhor compreensão da colaboração no domínio da Investigação, Desenvolvimento e Inovação (I&D&I) - explorar as estruturas virtuais, físicas e cognitivas. *International Journal of Innovation - IJI*, São Paulo, 11(3), 1-47, e22836. <https://doi.org/10.5585/2023.22836>

### Resumo

**Objectivo do estudo:** A investigação apresentada neste artigo contribui para a compreensão de como as estruturas físicas, virtuais e cognitivas servem de apoio à colaboração entre múltiplos actores envolvidos nas diferentes etapas de investigação, desenvolvimento e inovação (I+D+I), no contexto de ecossistemas de inovação.

**Metodologia Enfoque:** A metodologia de investigação baseia-se numa estratégia de estudo de caso qualitativo. A investigação é realizada explorando três casos de ecossistemas de inovação. Os dados do estudo de caso incluem documentação referente aos ecossistemas, complementada com recurso a cinco entrevistas semiestruturadas.

**Originalidade/ Relevância:** Com base nos resultados do estudo, é possível explorar de que forma parceiros industriais e investigadores colaboram através de estruturas virtuais, físicas e cognitivas. Os casos analisados fornecem evidência empírica acerca de como sítios industriais físicos podem ser usados como contextos para o desenvolvimento de trabalho colaborativo I+D+I entre a indústria e a investigação.

**Resultados Principais:** Como resultados, o artigo apresenta lições aprendidas a partir de três casos distintos de ecossistemas de inovação envolvendo parceiros industriais, tecnológicos e de investigação envolvidos em casos de uso industriais, através de estruturas virtuais, físicas e cognitivas. Um exemplo das lições aprendidas refere-se à constituição de equipas dinâmicas para a resolução de problemas industriais.

**Contributos Teóricos/ Metodológicos:** O artigo expande o entendimento acerca de como estruturas virtuais, físicas e cognitivas servem de apoio à colaboração entre diferentes participantes, enquanto desenvolvem trabalho I+D+I no contexto de colaboração entre indústria e investigação. O artigo também fornece e explica exemplos práticos, fazendo uso de casos de ecossistemas de inovação.

**Contributos para a Gestão Sociedade:** Os resultados do estudo contribuem para as práticas de profissionais e gestores com interesse em compreender trabalho colaborativo I+D+I, e em particular de que forma as estruturas físicas, virtuais e cognitivas podem apoiar esse trabalho. Os resultados contribuem ainda meios e experiências que os gestores de ecossistemas de inovação podem mobilizar para a definição de modelos operacionais adequados ao trabalho colaborativo em ecossistemas de inovação.

**Palavras-chave:** Inovação, Colaboração indústria-investigação, Ecossistema de inovação, Estruturas para colaboração

<sup>1</sup> Ph.D. VTT Technical Research Centre of Finland. Oulu, Finland. [jukka.kaariainen@vtt.fi](mailto:jukka.kaariainen@vtt.fi)

<sup>2</sup> Ph.D. VTT Technical Research Centre of Finland. Tampere, Finland. [katri.valkokari@vtt.fi](mailto:katri.valkokari@vtt.fi)

<sup>3</sup> M.Sc. VTT Technical Research Centre of Finland. Oulu, Finland. [erkki.siira@vtt.fi](mailto:erkki.siira@vtt.fi)

<sup>4</sup> M.Sc. VTT Technical Research Centre of Finland. Espoo, Finland. [jukka.hemila@vtt.fi](mailto:jukka.hemila@vtt.fi)

<sup>5</sup> Ph.D. VTT Technical Research Centre of Finland. Oulu, Finland. [marko.jurvansuu@vtt.fi](mailto:marko.jurvansuu@vtt.fi)

## TOWARD A BETTER UNDERSTANDING OF COLLABORATIVE RESEARCH, DEVELOPMENT, AND INNOVATION (R&D&I) — EXPLORING VIRTUAL, PHYSICAL, AND COGNITIVE STRUCTURES

### Abstract

**Objective of the study:** The research in this paper contributes to the understanding of how physical, virtual, and cognitive structures support innovation ecosystems' multi-actor research, development, and innovation (R&D&I) collaboration in its different phases.

**Methodology/Approach:** The research's methodological approach is based on a qualitative case study research strategy. It is done by exploring three innovation ecosystem cases. The case data comprises the case ecosystems' existing documentation that was supplemented with five semi-structured interviews.

**Originality/Relevance:** Based on the findings of this research, it was possible to explore how industry and academy partners are collaborating through virtual, physical, and cognitive structures. Our cases also provide empirical evidence on how physical industrial sites can be used as environments for collaborative industry-academy R&D&I work.

**Main Results:** As a result, the paper presents lessons learned from three different innovation ecosystem cases that involve industrial, technology, and academy partners to tackle industrial use cases through virtual, physical, and cognitive structures. An example of such lessons learned is assembling dynamic teams to solve industrial problems.

**Theoretical/Methodological Contributions:** This article builds an understanding of how virtual, physical, and cognitive structures support collaboration between different participants in their joint R&D&I work covering industry-academy collaboration. The article also explains practical examples of this using innovation ecosystem cases.

**Management/Social Contributions:** The findings of this study may benefit professionals and managers who have an interest in understanding collaborative R&D&I and how physical, virtual, and cognitive structures can support it. Furthermore, the results provide means and experiences for innovation ecosystem managers to facilitate the definition of operational models suitable for the context of their innovation ecosystems.

**Keywords:** Innovation, Industry-Academy collaboration, Innovation ecosystem, Collaboration structures

## CONTRIBUCIONES A UNA MEJOR COMPRENSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, EL DESARROLLO Y LA INNOVACIÓN (I&D&I) COLABORATIVOS – EXPLORACIÓN DE ESTRUCTURAS VIRTUALES, FÍSICAS Y COGNITIVAS

### Resumen

**Objetivo del estudio:** La investigación de este artículo contribuye a comprender cómo las estructuras físicas, virtuales y cognitivas apoyan la colaboración multiactor en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de los ecosistemas de innovación en sus diferentes etapas.

**Metodología/Enfoque:** El enfoque metodológico de la investigación se basa en una estrategia de investigación cualitativa de estudio de casos. Esta investigación se realiza explorando tres casos de ecosistemas de innovación. Los datos del caso comprenden la documentación existente de los ecosistemas de cada caso que se complementó con cinco entrevistas semiestructuradas.

**Originalidad/relevancia:** Con base en los hallazgos de esta investigación, fue posible explorar cómo la industria y los socios de investigación están colaborando a través de estructuras virtuales, físicas y cognitivas. Nuestros casos también proporcionan evidencia empírica sobre cómo los sitios industriales físicos pueden usarse como entornos para el trabajo colaborativo de I+D+i entre la industria y la investigación.

**Resultados principales:** Como resultado, el documento presenta lecciones aprendidas de tres casos diferentes de ecosistemas de innovación que involucran socios industriales, tecnológicos y de investigación para abordar casos de uso industrial a través de estructuras virtuales, físicas y cognitivas.

Un ejemplo de tales lecciones aprendidas es ensamblar equipos dinámicos para resolver problemas industriales.

**Contribuciones teóricas/metodológicas:** Este artículo desarrolla la comprensión de cómo las estructuras virtuales, físicas y cognitivas apoyan la colaboración entre los diferentes participantes en su trabajo conjunto de I+D+i que abarca la colaboración entre la industria y la investigación. El artículo también explica ejemplos prácticos de esto utilizando casos de ecosistemas de innovación.

**Gestión/Contribuciones Sociales:** Los hallazgos de este estudio pueden beneficiar a los profesionales y gerentes que tengan interés en entender la I+D+i colaborativa y cómo las estructuras físicas, virtuales y cognitivas pueden apoyarla. Además, los resultados proporcionan medios y experiencias para que los gestores de ecosistemas de innovación faciliten la definición de modelos operativos adecuados para el contexto de sus ecosistemas de innovación.

**Palabras Claves:** Innovación, Colaboración industria-investigación, Ecosistema de innovación, Estructuras de colaboración.

## 1 INTRODUÇÃO

A colaboração entre diferentes intervenientes é necessária para o sucesso da inovação (Bogers, Zobel, Afuah, Almirall, Brunswicker, e Dahlander, 2017; Lee, Olson, e Trimi, 2012; Miller, McAdam, e McAdam, 2018). Esta evolução está em consonância com o surgimento e desenvolvimento de modelos de inovação «aberta» (Chesbrough e Garman, 2009), em que o enfoque da inovação aberta está a transitar de abordagens centradas na empresa para uma ênfase numa colaboração mais abrangente com intervenientes externos (Dahlander, Gann, e Wallin, 2021). Por outras palavras, as fontes de conhecimento externas não são consideradas como substitutas ou complementos da Investigação, Desenvolvimento e Inovação (I&D&I) interna. Contrariamente, a inovação colaborativa é destacada como uma necessidade (Lee *et al.*, 2012; Dahlander *et al.*, 2021) e um reforço de capacidades baseadas no conhecimento com vista à vantagem concorrencial (Robertson, Caruana, e Ferreira, 2023).

Gerir a continuidade da investigação, desenvolvimento e inovação partindo da exploração de novos conhecimentos para a comercialização da inovação num ambiente colaborativo, não é tarefa fácil. O trabalho colaborativo no domínio da investigação, desenvolvimento e inovação (I&D&I) é particularmente desafiante, pois requer a coordenação de uma série de intervenientes. Os interesses e os papéis dos participantes podem sofrer alterações durante o processo, afetando a sua motivação e interesse em participar em atividades colaborativas no domínio da I&D&I (Paasi, Valkokari, e Rantala, 2013; Valkokari, 2015; Oh, Phillips, Park, e Lee, 2016). Deste modo, a investigação sobre as estruturas adequadas em que múltiplos intervenientes colaboram num processo de I&D&I que se altera ao longo do tempo é ainda escassa (Leminen, Nyström, e Westerlund, 2020; Simeone, Secundo, e Schiuma, 2017;

McAdam e Debackere, 2018; Miller *et al.*, 2018; Hannah e Eisenhardt, 2018). Verifica-se uma compreensão limitada das práticas de interação que permitem a colaboração no domínio da I&D&I (Bürger e Fiates, 2021; Faccin, Balestrin, Martins, e Bitencourt, 2019). Por conseguinte, é necessário reforçar a investigação sobre a dinâmica dos acordos de colaboração no domínio da I&D&I, ou seja, i) investigação (I) para definir os problemas e gerar conhecimento; ii) desenvolvimento (D) através de pilotos e demonstrações para a difusão do conhecimento; e iii) inovação (I), que se refere aqui, nomeadamente, à exploração do conhecimento para o meio empresarial.

O objetivo deste estudo é compreender de que forma as estruturas virtuais, físicas e cognitivas apoiam o trabalho de colaboração no domínio da I&D&I. Para o efeito, serão analisados três casos diferentes de ecossistemas de inovação. Os ecossistemas de inovação são apresentados como mecanismos de integração entre a exploração de novos conhecimentos e a sua exploração para a cocriação de valor nas empresas (Ketonen-Oksi e Valkokari, 2019; Ritala e Almpantopoulou, 2017). Seguindo a perspetiva de Adner (2016) do ecossistema enquanto estrutura e a definição conexas de «ecossistema» como uma *estrutura de alinhamento* de um conjunto multilateral de parceiros que precisam de interagir, centramo-nos no estudo da forma como diferentes *estruturas físicas, virtuais e cognitivas* reúnem os intervenientes e reforçam a colaboração. Além disso, os nossos casos fornecem evidências empíricas de como os espaços industriais físicos podem estar no cerne do trabalho colaborativo no domínio da I&D&I, em que a indústria, os parceiros tecnológicos e o meio académico resolvem em conjunto problemas industriais práticos ligados à vida quotidiana dos trabalhadores e criam novas empresas com base nessas soluções inovadoras. O funcionamento neste contexto destaca a importância de uma colaboração frutífera entre parceiros dos setores industrial, tecnológico e académico. Por conseguinte, formulamos a questão de investigação do seguinte modo: de que forma as estruturas virtuais, físicas e cognitivas apoiam a colaboração entre os diferentes participantes nas diferentes etapas do trabalho de I&D&I?

O presente documento está organizado da forma que a seguir se apresenta. Em primeiro lugar, compilámos a investigação conexas e definimos a base para a necessidade de realização da investigação. Segue-se a apresentação da metodologia de investigação, dos casos e dos métodos utilizados para a recolha e análise dos dados. A secção 4 apresenta os resultados do estudo e a secção 5 analisa os resultados e faz uma síntese das lições extraídas.

## 2 INVESTIGAÇÃO CONEXA

Os processos de I&D&I colaborativos são altamente contextualizados e contingentes (Pavitt, 2005) apresentando ligações entre intervenientes, organizações e as diferentes configurações de rede entre si. Todos os intervenientes num contexto de múltiplos elementos necessitam de colaborar em redes formais e informais, não só para explorar e aproveitar os novos conhecimentos, mas também para criar e moldar estrategicamente as práticas de apoio. Os intervenientes reúnem-se e trabalham em conjunto através de diferentes estruturas virtuais, físicas e cognitivas, em que os espaços industriais e os problemas práticos ligados à vida quotidiana dos trabalhadores são o ponto de partida e a força motriz dos processos de I&D&I colaborativos. Os espaços industriais podem ser considerados como o núcleo da I&D&I colaborativos (Khan, Kauppila, Iancu, Jurmu, Jurvansuu, Pirttikangas, Lilius, Koho, Marjakangas, e Majava, 2022). Por conseguinte, as nossas evidências empíricas descrevem a forma como diferentes espaços industriais funcionam como o núcleo da I&D&I colaborativa e como a colaboração em torno deste tipo de ambiente é organizada e apoiada.

### 2.1 Da inovação aberta à inovação colaborativa

Compreender as contribuições dos recursos dos intervenientes em contextos dinâmicos e interdependentes de múltiplos intervenientes é um fator crucial para a I&D&I colaborativos. De acordo com a literatura existente sobre a inovação aberta, uma das principais dificuldades pode ser o desfasamento entre as soluções propostas pelos peritos e a capacidade das empresas para implementar tais soluções (Vanhaverbeke, Chesbrough, e West, 2014; Enkel, Gassmann, e Chesbrough, 2009). Neste sentido, destaca-se a necessidade de integrar a colaboração intersetorial nas etapas iniciais do processo de inovação (p. ex., Gassmann, Enkel, e Chesbrough, 2010; Bullinger, Neyer, Rass, e Moeslein 2010; Dahlander *et al.*, 2021). No entanto, ainda não é claro de que forma as empresas o podem fazer numa perspetiva de processo (Simeone *et al.*, 2017). Por conseguinte, os ecossistemas de inovação foram recentemente referidos como um mecanismo adequado para integrar uma série de intervenientes na resolução conjunta de problemas (Ketonen-Oksi e Valkokari, 2019). No presente estudo, os ecossistemas de inovação são definidos como «ambientes dinâmicos e coprodutivos para atividades de I&D&I colaborativos que são caracterizadas por um elevado nível de interdependência e coevolução de valor entre a indústria e os intervenientes do ecossistema baseado na investigação» (Jacobides, Cennamo, e Gawer, 2018; Ketonen-Oksi e Valkokari, 2019). Os

ecossistemas de inovação reúnem e integram dois componentes principais: 1) a exploração de novos conhecimentos para a inovação e 2) a sua exploração através da comercialização (Valkokari, 2015; Oh *et al.*, 2016). No entanto, a gestão do conhecimento disperso é determinante para o sucesso dos ecossistemas (de Vasconcelos Gomes, de Faria, Borini, Chaparro, dos Santos, e Gurgel Amaral, 2021a), sendo necessárias práticas de interação que permitam atividades de I&D&I colaborativos (Bürger & Fiates, 2021; Faccin *et al.*, 2019).

A colaboração entre a indústria e o meio académico tem sido extensivamente estudada. A investigação anterior já proporciona conhecimentos relacionados com a colaboração da indústria e do meio académico sob a forma de lições aprendidas, melhores práticas, modelos, desafios e recomendações (p. ex., Valkokari, Valkokari, Rantala, e Nyblom, 2021; Garousi, Shepherd, e Herkiloglu, 2020a; Garousi *et al.*, 2020b; Runeson e Minör, 2014; Marijan e Gotlieb, 2021). Por exemplo, Valkokari *et al.* (2021) analisaram quatro estudos de caso de colaboração entre a indústria e o meio académico e apresentaram as melhores práticas, os pontos fracos e os pontos fortes de três mecanismos de inovação colaborativa. Garousi *et al.* (2020a) apresentam experiências de colaboração entre a indústria e o meio académico e lições aprendidas com base em 26 projetos. Além disso, formulam recomendações para os profissionais, ajudando a promover a colaboração entre a indústria e o meio académico. Apresentam também cinco níveis de maturidade da proximidade entre a indústria e o meio académico. Runeson e Minör (2014) apresentam um modelo que pode ser utilizado para a caracterização de projetos de colaboração entre a indústria e o meio académico a partir das perspetivas de tempo, espaço, atividade, domínio e cenário. Apresentam também um caso que demonstra o modelo. O modelo destaca uma visão dualista dos benefícios, dos benefícios imediatos e de uma investigação de maior alcance para a indústria. Sandberg *et al.* (2011) apresentam os resultados de um estudo sobre uma experiência de oito anos com um trabalho de Investigação Prática Colaborativa (IPC) entre uma empresa de telecomunicações e um instituto universitário de investigação. O estudo apresenta dez fatores para o sucesso dos projetos e dez princípios de ação para ajudar a estabelecer a colaboração entre a indústria e o meio académico. No entanto, podem também surgir problemas relacionados com a cooperação ou questões que impedem a colaboração. Com base numa revisão da literatura, Garousi *et al.* (2020b) identificam as causas profundas da baixa relevância e utilidade da investigação. As principais causas são: (1) os investigadores têm uma visão simplista (ou pressupostos errados) sobre a ES (Engenharia de Software) na prática, (2) a falta de ligação à indústria e (3) a incorreta identificação dos problemas de investigação. Deste modo, a escolha de um tema de investigação constitui um desafio e requer tempo e confiança entre os parceiros (Misirli, Erdogmus, Juristo,

e Dieste, 2014). Poderá também verificar-se uma falta de interesse e de empenho na colaboração por parte do setor industrial ou da investigação (Marijan e Gotlieb, 2020). A recente pandemia de COVID-19 veio também colocar desafios à colaboração entre a indústria e o meio académico, tendo esta questão sido estudada, por exemplo, por Rioux e Kajikawa (2020).

## 2.2 O processo de trabalho colaborativo no domínio da I&D&I

A literatura anterior apresenta definições diversas e contraditórias de processos (Leminen *et al.*, 2020). Aqui, seguimos a definição de Van de Ven (1992) e estudamos um processo como «uma sequência de eventos ou atividades que descreve a forma como as coisas mudam ao longo do tempo, ou que representa um padrão subjacente de transições cognitivas por parte de uma entidade ao abordar uma questão». Neste caso, as atividades conjuntas de I&D&I baseiam-se nas necessidades de conhecimento da vida profissional (ou seja, a resolução de problemas industriais práticos ligados à vida quotidiana dos trabalhadores). Abordamos a construção do conhecimento (Nonaka e Takeuchi, 1995) e a aprendizagem organizacional (Crossan, Lane e White, 1999) como atividades interligadas e complementares, sem entrar no debate pormenorizado das suas raízes teóricas [para esse efeito, ver, por exemplo, Brix (2017)]. O processo coletivo de I&D&I no contexto de um ecossistema de inovação gera conhecimento que é utilizável tanto pelo meio académico e educativo como pelos profissionais da indústria, geralmente sob a forma de novas práticas ou soluções modernizadas, bem como conhecimento de investigação a longo prazo (Valkokari *et al.*, 2021).

A construção, distribuição e aprendizagem do conhecimento ocorrem através da interação, o que é essencial para o sucesso dos ecossistemas (de Vasconcelos Gomes *et al.* 2021a). Assim, a estrutura através da qual uma variedade de intervenientes interage influencia a conversão coletiva do conhecimento com sentido (Nonaka e Krogh, 2009) e, por conseguinte, o âmbito da divulgação. Por conseguinte, a criação de conhecimento no ambiente de I&D&I envolve normalmente diferentes participantes que representam, por exemplo, a indústria, o meio académico e o financiamento (Khan *et al.*, 2022). Embora a colaboração entre investigadores e profissionais tenha sido amplamente discutida na literatura, a literatura atual oferece uma visão limitada sobre a coprodução de conhecimento dentro dos ecossistemas (de Vasconcelos Gomes *et al.*, 2021a). Concretamente, é necessário ter uma visão longitudinal de todas as etapas da criação e distribuição do conhecimento, desde a investigação até à comercialização da inovação (em consonância com o objetivo principal dos ecossistemas de

inovação de integrar a exploração e o aproveitamento). Por exemplo, Marijan e Gotlieb (2021) referiram um modelo de colaboração entre a indústria e o meio académico (denominado Certus), em que os representantes da indústria e do meio académico formam uma equipa conjunta para resolver um problema industrial e o problema de investigação a ele associado, mediante uma série de etapas. Do mesmo modo, identificámos três etapas principais no âmbito da colaboração entre a indústria e o meio académico: i) investigação, que visa a construção de novos conhecimentos orientados para a prática (fundamentalmente diferente da investigação de base tradicional realizada no setor universitário); ii) desenvolvimento, que se centra no ensaio e demonstração da utilização dos conhecimentos gerados; e iii) inovação, que se refere à comercialização destes conhecimentos. Esta é a primeira dimensão do nosso quadro conceptual apresentado no ponto 2.4.

### *2.3 Estruturas de colaboração para um processo de I&D&I com múltiplos intervenientes*

O processo de I&D&I colaborativos nos ecossistemas consiste em ações coletivas (Thomas e Ritala, 2022), ou seja, sequências repetitivas de cooperação, conflito e compromisso (Pellikka e Ali-Vehmas, 2016; Adner, 2016; Leminen *et al.*, 2020; Carayannis, Grigoroudis, Campbell, Meissner e Stamati, 2018). Assim, o alinhamento refere-se ao acordo mútuo que visa equilibrar as interdependências entre os intervenientes e as suas atividades (Adner, 2016). Os papéis dos intervenientes e as estruturas de colaboração não são estratificados a montante, mas sim reorganizados e negociados em cada uma das etapas da I&D&I conjunta (Etzkowitz e Ledesdroff, 2000). Durante o processo colaborativo de I&D&I, várias *estruturas físicas, virtuais e cognitivas* podem incentivar uma série de intervenientes a trabalhar em conjunto, ou seja, possibilitando o processo de construção de conhecimento partilhado necessário (Peschl e Fundneider, 2012) ao permitir a dinâmica entre as posições dos intervenientes e os fluxos de conhecimento.

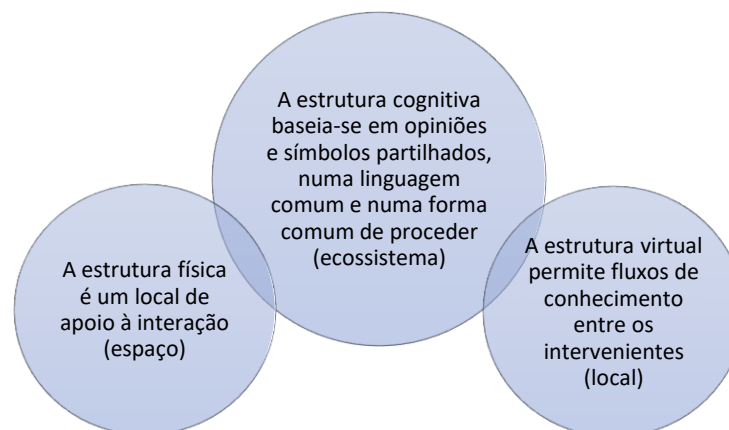
As três estruturas de colaboração desempenham o seu papel na viabilização de processos de I&D&I colaborativos (Figura 1). Esta divisão de três estruturas de alinhamento (física, virtual e cognitiva) baseia-se no conhecido conceito japonês de «*Knowledge Ba*», que se refere a um espaço partilhado para fluxos e relações de conhecimento emergentes, podendo o referido espaço ser físico, virtual ou mental (Nonaka e Konno, 1998). Do mesmo modo, a teoria dos movimentos sociais identifica três fatores interrelacionados que constituem as ações coletivas: uma estrutura de oportunidades que consiste nas oportunidades e restrições que confrontam o movimento, uma estrutura de mobilização que inclui as formas formais e informais de



organização e processos de enquadramento que levam à formação de significados partilhados (Davis e McAdam, 2000; Thomas e Ritala, 2022). Assim, a literatura anterior explora frequentemente um destes três elementos em separado. Além disso, a literatura anterior indicou que os fluxos de conhecimento são frequentemente de natureza bidirecional, o que contrasta com a necessidade identificada de compromissos cocriativos mais amplos (Arnkil, Järvensivu, Koski, e Piirainen, 2010).

### Figura 1

*As estruturas virtuais, físicas e cognitivas para a I&D&I colaborativa*



A estrutura física reúne os intervenientes e permite a interação, ao passo que a estrutura virtual apoia os fluxos de conhecimento entre os mesmos. As empresas prestam, desde há algum tempo, uma atenção crescente aos ambientes físicos em que decorrem as atividades criativas e inovadoras (Moultrie, Nilsson, Dissel, Haner, Janssen, e Van der Lugt, 2007). Assim, a literatura anterior sobre os impactos das estruturas físicas centrou-se principalmente na forma como a criatividade dos indivíduos pode ser reforçada (Oksanen e Stähle, 2013) ou como os diferentes centros de inovação e laboratórios vivos potenciam a casualidade dos encontros no âmbito dos processos de inovação aberta. No âmbito da I&D&I em rede, permitir fluxos de conhecimento (ou seja, a construção de *Knowledge Ba*) entre os intervenientes é crucial para a continuidade do processo (Valkokari, Paasi, e Rantala 2012), e as diferentes estruturas virtuais (como as plataformas de reuniões virtuais) têm um papel crítico. Por último, a estrutura cognitiva é considerada o terceiro facilitador da partilha e da construção do conhecimento (Clark, 2008), sendo necessária para a inovação colaborativa. Os académicos ligados à gestão do

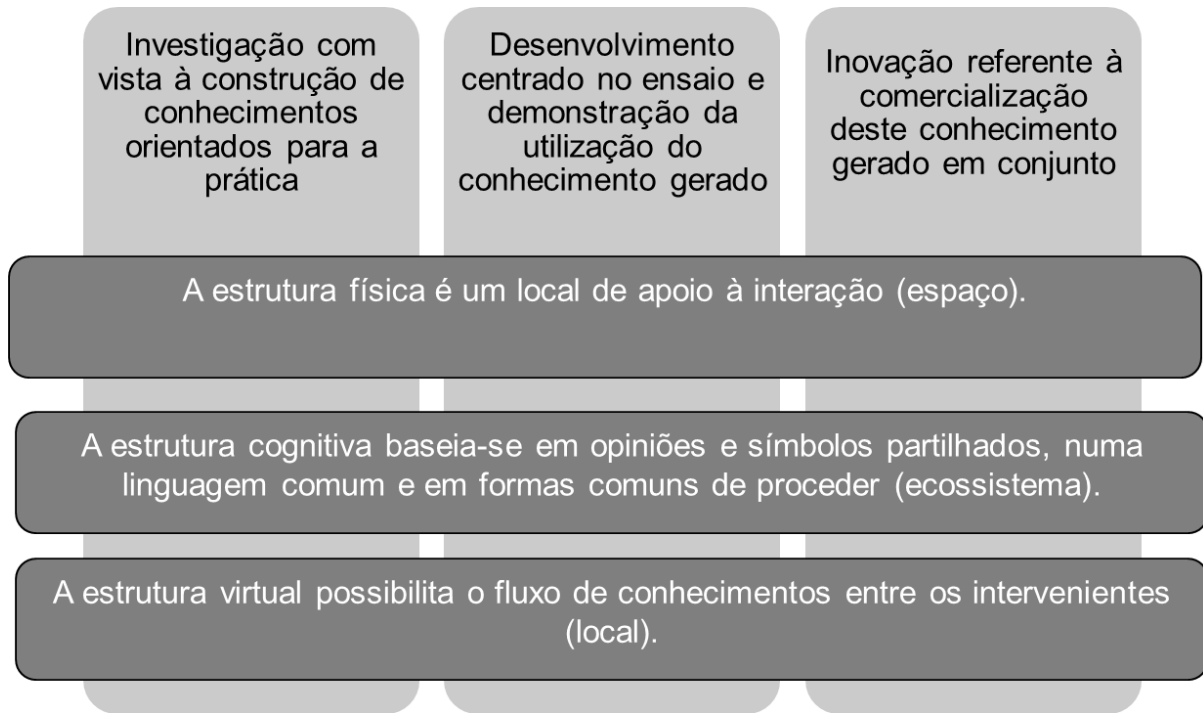
conhecimento destacaram particularmente a importância das capacidades cognitivas (de Vasconcelos Gomes, Lopez-Vega, e Facin, 2021b) na aprendizagem e na construção do conhecimento. A cognição consiste em antecipar a necessidade de ação e desenvolver a capacidade de prever o resultado dessas ações; está estreitamente associada aos processos de enquadramento que levam à produção de significados partilhados (Davis e McAdam, 2000). Através de um processo de criação de sentido, esta estrutura cognitiva é estabelecida através de experiências e opiniões partilhadas, bem como de uma linguagem e identidade comuns de um ecossistema. Peverelli (2000) introduziu o conceito de teoria da organização, que define dois elementos de uma estrutura cognitiva: o elemento social, os intervenientes no processo, e o elemento cognitivo, a sua matéria cognitiva partilhada (opiniões e símbolos partilhados, utilização de uma linguagem comum, formas comuns de proceder, etc.). No presente estudo, utilizamos o conceito de estrutura cognitiva com o significado mais amplo de um sistema interligado de intervenientes e respetivas atividades, incluindo a opinião partilhada sobre o resultado dessas ações para além das fronteiras da indústria e do meio académico.

#### *2.4 O nosso quadro conceptual*

A fim de orientar a investigação e as análises empíricas, elaborámos um quadro conceptual que reúne as três etapas identificadas da inovação colaborativa e as três estruturas de alinhamento dos ecossistemas de inovação (Figura 2). Embora a literatura sobre inovação aberta e colaborativa seja abundante, é necessária uma compreensão mais aprofundada das práticas de interação que permitem a I&D&I colaborativa (Bürger e Fiates, 2021; Faccin *et al.*, 2019). O nosso quadro conceptual visa colmatar esta lacuna e fornecer perspetivas de apoio à gestão do conhecimento nos ecossistemas (de Vasconcelos Gomes *et al.*, 2021a).

## Figura 2

O quadro conceptual das estruturas virtuais, físicas e cognitivas para a I&D&I colaborativa



Tal permite apoiar a identificação de processos e estruturas adequados em que colaboram múltiplos intervenientes e está no cerne da nossa contribuição para o debate sobre ambientes de I&D&I colaborativa que se alteram ao longo do tempo (Leminen *et al.*, 2020; Simeone *et al.*, 2017; McAdam e Debackere, 2018; Miller *et al.*, 2018; Hannah e Eisenhardt, 2018).

### 3 ESTRUTURA DA INVESTIGAÇÃO

O objetivo deste estudo é esclarecer de que forma as estruturas virtuais, físicas e cognitivas partilhadas apoiam o processo de I&D&I num contexto de múltiplos intervenientes. A questão da investigação é a seguinte: de que forma as estruturas virtuais, físicas e cognitivas apoiam a colaboração entre os diferentes participantes nas diferentes etapas do trabalho de I&D&I conjunta? Este trabalho de investigação é realizado através da exploração de três casos de ecossistemas de inovação, sendo uma das suas características únicas o facto de todos eles terem ocorrido durante o período da COVID-19. Seguimos a estrutura apresentada em (de Vasconcelos Gomes, Facin, Leal, de Senzi Zancul, Salerno, e Borini, 2022) para organizar a secção relativa à estrutura da investigação.

A abordagem metodológica da investigação baseia-se numa estratégia de investigação qualitativa de estudo de caso. Uma vez que o tema não se encontra amplamente estudado, foi selecionada uma abordagem de estudo de caso com uma abordagem abductória (Dubois e Gadde, 2002).

### *3.1 Recolha de dados*

Os casos de ecossistemas de inovação foram selecionados com base na sua adequação ao estudo da questão de investigação, na sua disponibilidade para os investigadores (acesso aos casos) e no facto de representarem diferentes indústrias (Tabela 1). Os autores eram também membros ativos nestes ecossistemas e, por conseguinte, dispõem de um conhecimento prévio aprofundado sobre o funcionamento dos ecossistemas. No entanto, pode argumentar-se que os autores foram influenciados pelas experiências internas dos ecossistemas. Para além disso, todos os casos de ecossistemas de inovação são do mesmo país. O primeiro caso, o ecossistema de inovação «A», oferece um mercado de inovação aberta para associar os desafios do setor florestal finlandês às ofertas inovadoras das empresas de TI (Tecnologia da Informação) finlandesas. O segundo caso, o ecossistema de inovação «B», desenvolve um ecossistema empresarial e uma plataforma digital de experimentação para promover o desenvolvimento de serviços inteligentes baseados em dados no contexto dos edifícios inteligentes. O terceiro caso de ecossistema de inovação, «C», liga unidades fabris finlandesas, instituições académicas e PME (Pequenas e Médias Empresas) numa célere cocriação e partilha de experiências em ambientes de produção reais. Todos estes casos visavam a participação de empresas fornecedoras de soluções inovadoras (normalmente empresas em fase de arranque ou PME), empresas industriais e parceiros académicos para resolverem em conjunto os casos de utilização definidos pelos parceiros industriais. Por conseguinte, os casos proporcionam uma boa base para o estudo da atividade de I&D&I com múltiplos intervenientes. Neste contexto, os parceiros industriais (ou seja, empresas de casos de utilização, parceiros de base e unidades fabris) forneceram casos de utilização. As PME (ou seja, solucionadoras, promotoras e catalisadoras) criaram soluções PdC para resolver os casos de utilização. O funcionamento dos ecossistemas de inovação está organizado em projetos financiados por investidores nacionais.

**Tabela 1**

*Descrições dos casos*

<b>Características</b>	<b>Caso A</b>	<b>Caso B</b>	<b>Caso C</b>
<i>Domínio</i>	Setor florestal	Edifícios inteligentes	Indústria transformadora
<i>Objetivo</i>	Um mercado de inovação orientado para as empresas para que o setor florestal, os seus fornecedores finlandeses e o setor digital aprendam e inovem em conjunto de modo a serem líderes a nível mundial.	Uma empresa de inovação que cria um ecossistema dinâmico e de elevado desempenho que define o futuro do ambiente construído.	Um ecossistema de inovação que gere provas de conceito de tecnologia, centrando-se na produção entre os parceiros do ecossistema, e que conta com um vasto programa de partilha de experiências – Projeto da etapa 2.
<i>Âmbito de implementação</i>	Prova de conceitos de soluções digitais inovadoras para o setor florestal	Prova de conceitos de serviços inteligentes para edifícios inteligentes	Prova de conceitos de soluções digitais para uma produção mais eficiente
<i>Tipo de ecossistema</i>	Ecossistema de inovação	Ecossistema de inovação baseado numa plataforma digital	Ecossistema de inovação
<i>Número de parceiros</i>	22 empresas + 3 instituições académicas	6 empresas + 1 instituição académica	8 empresas + 4 instituições académicas
<i>Número de empresas participantes</i>	12 grandes empresas, 9 PME	8 PME	49 PME
<i>Tipos de parceiros</i>	Empresas de casos de utilização, Solucionadoras, Catalisadoras, Investigação, Financiamento	Parceiros de base, Promotores, Investigação, Financiamento	Unidades fabris, Solucionadoras, Investigação, Financiamento
<i>Coordenador (orquestrador)</i>	Parceiro académico	Parceiro académico com forte orientação por parte dos parceiros de base	Parceiro académico

O objetivo de todos os casos de ecossistemas era permitir o trabalho de I&D&I com múltiplos intervenientes. A fim de compreender de que forma as estruturas partilhadas poderiam apoiar este processo de I&D&I com múltiplos intervenientes, era necessário compreender em pormenor os modelos operacionais dos ecossistemas de casos. Por conseguinte, os dados dos casos incluem a documentação existente nos ecossistemas, que foi complementada com cinco entrevistas semiestruturadas (Tabela 2). A documentação existente foi recolhida junto dos gestores de projeto dos ecossistemas de inovação. O modelo operacional dos ecossistemas foi

caracterizado em diferentes documentos. Estes documentos incluíam desde os planos de projeto e outros documentos, nomeadamente guias práticos do ecossistema, documentos sobre métodos de trabalho, etc. Estes documentos foram primeiramente lidos para se compreender os conceitos e modelos operacionais dos ecossistemas. Foram utilizadas cinco entrevistas semiestruturadas para reforçar a compreensão dos dados relativos aos casos. A intenção era complementar a compreensão dos modelos operacionais dos ecossistemas. Além disso, no âmbito das entrevistas, foi analisada a forma como as práticas de colaboração (por exemplo, reuniões, equipas, eventos, ferramentas, workshops (WS), ambientes de codesenvolvimento) foram implementadas na prática em diferentes etapas do processo de I&D&I e que tipo de experiências os inquiridos tiveram relativamente à colaboração. Uma particularidade foi o facto de, no decurso de todos os projetos de casos, terem começado as restrições relacionadas com a COVID-19, o que teve repercussões na forma como a colaboração se podia concretizar.

## Tabela 2

### Fontes dos dados dos casos

Caso	Documentos	Papel dos inquiridos
<i>Caso A</i>	Documento do guia prático (apresentação em PowerPoint: 65 diapositivos) Acordos (documentos Word: Acordo de consórcio (34 páginas), Modelo de NDA para casos de utilização [7 páginas]) Plano do projeto (documento Word: 50 páginas)	Coordenador do projeto do ecossistema de inovação Coordenador do pacote de trabalho do ecossistema de inovação
<i>Caso B</i>	Documento sobre a visão e o método de trabalho (apresentação em PowerPoint: 13 diapositivos) Acordos (documentos Word: Acordo de consórcio (15 páginas) com anexo: Acordo de tratamento de dados da plataforma de experimentação (6 páginas); Contrato de aluguer do espaço de demonstração [19 páginas]) Documento do modelo de participação das PME (apresentação em PowerPoint: 45 diapositivos) Plano de Projeto do Consórcio (documento Word: 50 páginas)	Coordenador do projeto do ecossistema de inovação
<i>Caso C</i>	Plano de governação (Documento Word: 11 páginas) Acordos (documentos Word: Acordo de consórcio [31 páginas]) Plano do projeto (documento Word: 85 páginas)	Coordenador do projeto do ecossistema de inovação Coordenador do projeto do ecossistema de inovação para as PME e para a expansão

Os ecossistemas descreveram o seu modelo de funcionamento em vários documentos. Estes documentos definem, por exemplo, os valores, funções e responsabilidades do ecossistema, a forma de adesão a um ecossistema, os acordos, os modelos de processos de

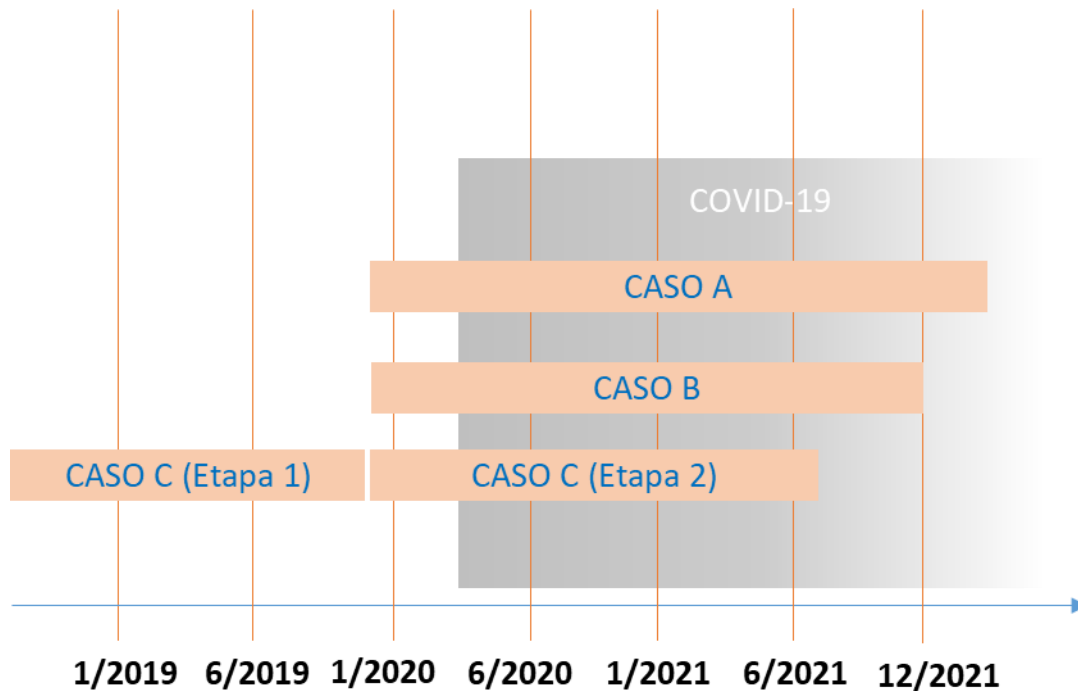
desenvolvimento, as práticas de coordenação, a comunicação e as ações de colaboração. Comum a todos os ecossistemas é o facto de a tomada de decisões do ecossistema e o acompanhamento dos progressos terem lugar através de um conselho diretivo e outros conselhos (p. ex., Grupo Central do Caso A e Equipa de Gestão de Projeto do Caso B). As decisões e os limites estabelecidos por estes conselhos formaram um palco para o funcionamento diário dos ecossistemas. Todos os ecossistemas tinham um papel de coordenador (orquestrador) a quem cabia coordenar e participar no funcionamento diário do ecossistema de acordo com os limites estabelecidos pelo conselho diretivo e pelos outros conselhos. Em todos os ecossistemas, o parceiro académico desempenhou o papel de coordenador. No entanto, no Caso B, os parceiros de base influenciaram as atividades do coordenador, pois o coordenador foi subcontratado pelos parceiros de base.

A característica fundamental do modelo de funcionamento de todos os ecossistemas é o facto de estes estarem a desenvolver soluções inovadoras de Prova de Conceito (PdC) para problemas industriais concretos. Por conseguinte, o modelo de desenvolvimento prático foi participativo em todos os casos. Envolveu empresas do setor industrial (Caso A «empresas de casos de utilização», Caso B «parceiros de base»; Caso C «unidades fabris»), empresas de tecnologia (Caso A «solucionadoras»; Caso B «promotoras»; Caso C «solucionadoras»), e parceiros académicos para construir e ensaiar as PdC bem como partilhar experiências sobre problemas de origem industrial num ambiente industrial (por exemplo, no Caso B no edifício físico da empresa de construção e no local de construção). No entanto, cada um dos casos do ecossistema tinha as suas práticas de colaboração específicas no que respeita à forma como participaram na operação em ambientes industriais (descrita no modelo de funcionamento do ecossistema de inovação). Para além disso, a era da COVID-19 (período de restrições decorrentes da COVID-19 na Finlândia) teve uma influência específica na colaboração entre os ecossistemas (Figura 3). O caso C representa um caso com uma história mais longa. A «Etapa 1» foi o primeiro projeto que iniciou o funcionamento do ecossistema (Khan *et al.*, 2022), e a «Etapa 2» foi um projeto sucessivo que deu continuidade ao funcionamento do ecossistema com um novo quadro de financiamento. No presente documento, o Caso C centra-se na Etapa 2.

**Figura**

**3**

*Calendário dos ecossistemas dos casos*



*3.2 Análise de dados*

Para a análise dos dados qualitativos, utilizámos a análise de conteúdo (Burnard, Gill, Steward, Treasure, e Chadwick, 2008) com o enquadramento preliminar definido na secção anterior. A nossa análise é de natureza abductiva (Dubois e Gadde, 2002). O fenómeno em análise na investigação e a questão de investigação estão relacionados com o tema de investigação já existente e previamente estudado e com o quadro conceptual nele baseado. Este quadro cria uma estrutura para a realidade que o material empírico da nossa investigação examina. Assim, não se ensaia diretamente uma teoria já existente; ao invés disso, o objetivo é encontrar uma nova visão e compreensão do assunto em apreço. Os dados do caso foram primeiramente codificados e organizados utilizando as etapas do processo (I&D&I). Em seguida, foram identificadas práticas de colaboração mais específicas a partir dos dados de cada etapa. Foram identificados os intervenientes de cada etapa do processo e foi feito o levantamento das estruturas (virtuais, físicas, cognitivas) para as práticas de colaboração.

Os desafios e «os aspetos que funcionaram bem» relativamente à colaboração em I&D&I com múltiplos intervenientes foram extraídos dos dados das entrevistas. Dois temas



principais surgiram dos dados dos casos, nomeadamente «o ambiente industrial para o trabalho colaborativo» e «a utilização de equipas conjuntas com múltiplos intervenientes», que foram destacados pelos inquiridos de todos os casos. Estes temas emergentes levaram-nos a incluir no estudo a literatura relativa à colaboração entre a indústria e o meio académico. Além disso, os impactos da COVID-19 foram evidenciados pelos dados.

Recorreu-se à triangulação para aumentar a qualidade da investigação. A documentação existente nos ecossistemas dos casos foi utilizada como dados primários, os quais foram complementados com cinco entrevistas semiestruturadas com a duração de uma hora, como dados secundários. As entrevistas foram utilizadas para debater e complementar as práticas do ecossistema, através da verificação das informações apresentadas nos documentos, bem como para adicionar informações que estavam em falta. Por conseguinte, as entrevistas foram utilizadas como um forma de compreender melhor os dados e reduzir as distorções de informação. Além disso, os dados dos casos foram analisados por um investigador e um colega de investigação procedeu à revisão dos resultados da análise. Os resultados foram igualmente revistos pelos inquiridos, que representavam diferentes ecossistemas de casos. Este facto aumentou a qualidade da análise.

## 4 RESULTADOS

Este trabalho de investigação visa compreender de que forma as estruturas virtuais, físicas e cognitivas partilhadas apoiam o processo de I&D&I num contexto com múltiplos intervenientes. Iremos considerar de que forma a I&D&I colaborativa com múltiplos intervenientes é apoiada por estruturas virtuais, físicas e cognitivas nos casos de ecossistema. Além disso, serão considerados os efeitos da COVID-19 nos casos de ecossistema, uma vez que esta caracterizou o ambiente de funcionamento dos casos de ecossistema durante o seu ciclo de vida.

### *4.1 Estruturas virtuais, físicas e cognitivas que apoiam a colaboração no processo de I&D&I*

Nesta secção, identificamos de que forma as estruturas virtuais, físicas e cognitivas partilhadas foram utilizadas para apoiar o trabalho de I&D&I colaborativa com múltiplos intervenientes. Os guias práticos, os modelos de funcionamento do ecossistema e os acordos contribuem para as estruturas cognitivas, uma vez que pretendem criar um entendimento e regras comuns para todo o ecossistema – uma espécie de cenário mental para o funcionamento

do ecossistema. Com base nestes limites e orientações, cada equipa de casos de utilização define a sua abordagem prática de funcionamento, nomeadamente métodos de trabalho, linguagem comum e objetivos partilhados que são gradualmente estabelecidos nas interações entre os intervenientes.

De seguida, apresentamos uma análise da forma como o trabalho de I&D&I colaborativa foi realizado em cada caso. Utilizamos as etapas definidas no capítulo relativo à investigação (investigação, desenvolvimento, inovação). A etapa de inovação inclui atividades relacionadas com a adoção de PdC para a indústria (numa nova unidade fabril do mesmo parceiro industrial ou para um novo parceiro [aqui designada como expansão – *Scale-Up*]) e atividades de comercialização. Além disso, dividimos a análise em atividades, o papel do local da indústria e das equipas conjuntas, e descrevemos as estruturas físicas e virtuais que foram utilizadas para apoiar a colaboração em cada etapa.

**Tabela 3**

Análise do trabalho de I&D&I do Caso A (IN = Indústria; T = empresa tecnológica; I = Investigação) (F = Físico; V = Virtual)

	<b>Investigação: investigação e problema prático</b>	<b>Desenvolvimento: participação de terceiros, codesenvolvimento e partilha de experiências</b>	<b>Inovação: expansão e comercialização</b>
<i>Atividades</i>	<p>Visão:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicação de casos de utilização industrial pré-definidos (IN&amp;I&amp;T)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o WS específicos do caso de utilização conjunta para todos os membros do ecossistema interessados no caso de utilização em apreço (F)</li> </ul> </li> <li>- Enquadramento de problemas (I&amp;IN&amp;T):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Entrevistas com parceiros industriais e casos de utilização específicos (V) e WS (V)</li> </ul> </li> </ul> <p>Investigação tecnológica (I)</p>	<p>Definição da visão (T&amp;IN&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visão WS (V)</li> </ul> <p>Participação (IN&amp;T&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisões de Lotes (Bazar) (F, V)</li> </ul> <p>Desenvolvimento de conceitos (T&amp;IN&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reuniões / sprints de desenvolvimento de PdC/MVP (V)</li> </ul> <p>Partilha de experiências (IN&amp;T&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisões de lotes (F, V)</li> </ul> <p>Praças de reunião (V)</p> <p>Investigação a mais longo prazo (I&amp;IN&amp;T)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- WS e entrevistas relacionadas com a investigação para além do PdC (V)</li> </ul>	<p>Ações de comercialização para além dos PdC (T)</p>
<i>Papel do espaço industrial</i>	As unidades fabris como a fonte de necessidades/problemas específicos (F)	Unidades fabris como ambientes de ensaio de PdC (F)	
<i>Equipas conjuntas</i>	Formação de equipas conjuntas de casos de utilização	Atualização das equipas conjuntas de casos de utilização Trabalho conjunto do ecossistema	Colaboração bilateral dos parceiros do ecossistema

No Caso A (Tabela 3), o ecossistema utilizou casos de utilização industriais predefinidos como base para a colaboração em I&D&I. Os casos de utilização tiveram origem em parceiros industriais e refletiram os seus problemas práticos nas unidades fabris, que procuravam soluções digitais para os solucionar. Cada caso de utilização passou pelo mesmo processo de etapas Ideias-Visão-Conceito. A formação de uma equipa conjunta de casos de utilização teve início com um workshop presencial em que o responsável pelo caso de utilização (parceiro industrial) apresentou o caso de utilização. Posteriormente, os parceiros académicos e outros

parceiros industriais manifestaram o seu interesse em integrar a equipa do caso de utilização. O responsável pelo caso de utilização (parceiro industrial) foi incumbido de nomear os parceiros da equipa de casos de utilização. O enquadramento pormenorizado do problema durante a etapa de insight foi conduzido por um parceiro académico da equipa conjunta de casos de utilização, e o trabalho foi realizado em colaboração com o parceiro industrial (eventos específicos do caso de utilização). Este trabalho começou por identificar os intervenientes industriais relevantes (trabalhadores fabris), que foram selecionados para entrevistas e convidados a participar nos workshops para formular e compreender o problema industrial prático a resolver. Tal ajudou os parceiros académicos a debater os problemas e a compreendê-los de forma mais aprofundada. Os parceiros académicos realizaram estudos tecnológicos de ponta relacionados com problemas industriais para compreender o potencial problema de investigação e as soluções tecnológicas para o problema industrial identificado, bem como para encontrar potenciais fornecedores de tecnologia do ecossistema de inovação para o caso de utilização. Os problemas de investigação e industriais estavam relacionados. Os problemas industriais eram de ordem prática para os quais se sabia que existia tecnologia consolidada. Os problemas de investigação indicavam objetivos mais abrangentes, em que os problemas industriais eram considerados como um subconjunto dos problemas de investigação e como soluções a curto prazo para o objetivo de investigação a longo prazo.

Os workshops de visão foram utilizados para definir a visão da solução a longo prazo (relacionada com o problema de investigação) e a visão da solução a curto prazo que seria o primeiro passo para a visão da solução a longo prazo. Potenciais parceiros tecnológicos adicionais (normalmente empresas PME) foram convidados a apresentar as suas ofertas numa análise de Lote para empresas de casos de utilização do setor florestal. Além disso, realizaram-se sessões em separado no âmbito da análise de Lote, nas quais os potenciais novos parceiros tecnológicos podiam ter debates informais sobre casos de utilização específicos com empresas de casos de utilização (o denominado «Bazar»). Verificámos que os parceiros tecnológicos das PME são muito céleres e procuram problemas bem definidos e um processo simples sobre como proceder. Isto é compreensível devido aos seus recursos limitados. No ecossistema de inovação do Caso A, o coordenador do pacote de trabalho afirmou que é mais difícil envolver os parceiros tecnológicos das PME na etapa de investigação. Por conseguinte, devem ser envolvidos principalmente no debate de possíveis conceitos de soluções durante o início da etapa de desenvolvimento, quando já tiverem sido identificados os problemas industriais. O desenvolvimento da PdC decorreu em sprints rápidos, em que os parceiros académicos observaram e recolheram experiências. Os parceiros académicos lideraram a linha de

investigação e os parceiros industriais e tecnológicos foram utilizados como fonte de informação para definir conceitos de soluções baseados na investigação e submetê-los a ensaio (por exemplo, as entrevistas foram utilizadas principalmente para verificar os conceitos de soluções com os parceiros industriais e tecnológicos dos casos de utilização). O processo de desenvolvimento e ensaio da PdC foi rápido, e a vertente de investigação levou mais tempo a continuar o seu trabalho após a PdC. As unidades fabris do parceiro industrial do caso de utilização funcionaram como base para todas as atividades realizadas pela equipa do caso de utilização (origem das necessidades/problemas, cooperação na etapa de desenvolvimento entre o pessoal da fábrica e as empresas de tecnologia, ambiente de ensaio da PdC). As experiências do desenvolvimento da PdC e os conceitos de investigação a longo prazo foram partilhados com os outros membros do ecossistema de forma iterativa em revisões de lotes e reuniões (reuniões virtuais regulares de todo o ecossistema). Os parceiros tecnológicos procederam à comercialização das soluções para além das PdC. Quando o projeto foi iniciado, a intenção era realizar principalmente reuniões físicas, workshops e eventos. No entanto, a COVID-19 levantou problemas neste domínio e obrigou o ecossistema de casos a utilizar eventos virtuais.

**Tabela 4**

Análise do trabalho de I&D&I do Caso B (IN = Indústria; T = Empresa tecnológica; I = Investigação) (F = Físico; V = Virtual)

	<b>Investigação: investigação e problema prático</b>	<b>Desenvolvimento: participação de terceiros, codesenvolvimento e partilha de experiências</b>	<b>Inovação: expansão e comercialização</b>
<i>Atividades</i>	<p>Workshops de experiência do utilizador (EU) para definição dos casos de utilização (IN&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Workshops de EU para obter um inventário de casos de utilização (F)</li> <li>- WS de definição de prioridades para o inventário de casos de utilização (V)</li> </ul> <p>Desenvolvimento da visão do ecossistema da plataforma de experimentação e do problema de investigação (I&amp;IN):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigação de ponta (pontos de vista académicos e práticos) (V)</li> <li>- WS sobre o ecossistema da plataforma (F)</li> <li>- Consultor externo facilitou a visão WS (F)</li> </ul> <p>Debates bilaterais FaF entre um parceiro académico e um parceiro industrial. (F)</p>	<p>Participação (IN&amp;T):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concursos de desafios facilitados por empresas externas facilitadoras (F, V)</li> </ul> <p>Desenvolvimento (IN&amp;T&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reuniões Epic/PdC (V)</li> <li>- Plataforma de experimentação e portal para criadores(V)</li> <li>- Slack para comunicação com os promotores (V)</li> </ul> <p>Partilha de experiências (IN&amp;T&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reunião semanal sobre o ponto de situação (V)</li> </ul>	<p>Possibilidades empresariais (IN&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- WS de previsão (V)</li> <li>- WS empresariais (V)</li> <li>- WS de entrada no mercado (V)</li> </ul> <p>Debates bilaterais sobre ofertas conjuntas (IN&amp;T)</p> <p>Investigação a mais longo prazo (I&amp;IN&amp;T)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- WS e entrevistas relacionadas com a criação de plataformas e modelos empresariais (V)</li> </ul>
<i>Papel do espaço industrial</i>	<p>Os edifícios e respetivos utilizadores enquanto fonte de necessidades/casos de utilização (F)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espaço de demonstração no campus da empresa em fase de arranque para demonstração das PdC (F)</li> <li>- Edifícios e estaleiros de construção enquanto ambientes de PdC (plataformas) (F)</li> </ul>	
<i>Equipas conjuntas</i>	<p>Trabalho conjunto do ecossistema</p> <p>Formação de equipas de casos de utilização</p>	<p>Atualização das equipas conjuntas de casos de utilização</p> <p>Trabalho conjunto do ecossistema</p>	<p>Colaboração bilateral dos parceiros do ecossistema</p> <p>Trabalho conjunto do ecossistema</p>

No Caso B (Tabela 4), os casos de utilização dos utilizadores reais e dos funcionários dos edifícios e estaleiros de construção foram especificados no início do projeto em workshops conjuntos frente a frente (FaF) sobre a experiência do utilizador (EU) com os parceiros do ecossistema. Os parceiros académicos participaram ativamente nesta etapa. Os casos de utilização foram então classificados por ordem de prioridade num workshop conjunto do ecossistema (para o primeiro conjunto de PdC). Com base nos casos de utilização prioritários, foram formadas equipas de PdC que incluíam parceiros industriais e académicos. Os parceiros académicos realizaram debates bilaterais FaF com cada parceiro industrial para permitir aos parceiros académicos uma melhor compreensão dos casos de utilização e do seu contexto e para os poderem enquadrar em ideias de investigação. Além disso, todo o ecossistema formou uma visão do ecossistema da plataforma e chegou a acordo quanto ao problema de investigação relativo à vertente de investigação do ecossistema. Os parceiros industriais coordenaram as equipas de PdC.

Os parceiros tecnológicos (PME para a resolução de problemas industriais) foram convidados a participar no processo através de concursos de desafios para estudar os casos de utilização prioritários e encontrar conceitos de soluções inovadoras para os mesmos. Nos concursos de desafios, o ecossistema anuncia o concurso no seu sítio Web e publicita-o em diferentes meios de comunicação. As PME interessadas no tema enviam ao ecossistema um texto explicativo de como resolveriam o caso de utilização industrial. Com base no conteúdo recebido, o ecossistema selecionou várias PME para apresentarem as suas propostas de solução em reuniões de mentoria realizadas para apresentar a plataforma de experimentação às PME e analisar as propostas de solução em conjunto. Posteriormente, estas propostas foram apresentadas ao ecossistema, que decidiu então que fornecedores de soluções continuariam para a etapa de PdC (integrando a equipa de casos de utilização). As equipas de casos de utilização implementaram PdC em edifícios físicos, estaleiros de construção e espaços de demonstração comuns (instalações alugadas pelo campus das empresas em fase de arranque) para demonstrar a funcionalidade das soluções. Os parceiros académicos participaram ativamente na etapa de recolha de experiências. Uma vez que o Caso B representa um ecossistema de inovação baseado numa plataforma, foram necessários recursos delimitadores para permitir que os programadores de aplicações de terceiros (PME) pudessem trabalhar através da plataforma de experimentação do ecossistema (plataforma SW). Na prática, estes recursos incluíam um portal aberto para programadores externos com API, documentação e tutoriais, bem como o Slack para a

comunicação com os programadores. O ecossistema utilizou as reuniões de ponto de situação semanais (todo o ecossistema) para partilhar experiências de PdC no ecossistema.

Durante a etapa de inovação, o ecossistema organizou vários workshops conjuntos em que todos os parceiros do ecossistema efetuaram um trabalho conjunto de tempestade de ideias sobre o que seria o futuro comercial do ecossistema do Caso B. A estreita interação e a aprendizagem (PdC) entre os parceiros do ecossistema resultaram em ofertas conjuntas inovadoras testadas e comprovadas, passíveis de serem executadas e aperfeiçoadas. Estas prosseguiram em debates bilaterais com vista à comercialização. A cooperação das empresas do ecossistema e das equipas de casos de utilização facilitou a concretização destas ofertas conjuntas. As empresas já começavam a conhecer-se e a estabelecer relações de confiança entre si. Isto teria sido difícil de alcançar sem práticas sistemáticas e sem o apoio do ecossistema. A característica particular do Caso B foi o facto de ter utilizado um campus de empresas em fase de arranque localizado em Helsínquia como um espaço físico de colaboração para o ecossistema. O ambiente e as instalações do campus de empresas em fase de arranque foram considerados inspiradores. Por conseguinte, o grupo coordenador do Caso B decidiu alugar, na primavera de 2020, uma sala de demonstração com 300 m<sup>2</sup> no campus de empresas em fase de arranque, com o objetivo de a dotar de um ambiente técnico que permitisse a demonstração e o ensaio de aplicações para edificios inteligentes num ambiente colaborativo a que todos os membros do ecossistema tivessem acesso. Infelizmente, a COVID-19 obrigou o ecossistema a alterar o edificio de PdC e os planos de demonstração.



**Tabela 5**

Análise do trabalho de I&D&I do Caso C (IN = Indústria; T = Empresa tecnológica; I = Investigação) (F = Físico; V = Virtual)

	<b>Investigação: investigação e problema prático</b>	<b>Desenvolvimento: participação de terceiros, codesenvolvimento e partilha de experiências</b>	<b>Inovação: expansão e comercialização</b>
<i>Atividades</i>	<p>Casos de utilização baseados nas necessidades do setor (IN)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Previstos no arranque</li> <li>- Novos casos identificados após a resolução dos anteriores</li> </ul> <p>Apresentação e aceitação de casos de utilização (IN&amp;I)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação mútua da indústria e para fins de investigação (F, V)</li> <li>- Debate sobre o que já foi feito por outros no terreno e que pode ajudar (F, V)</li> </ul> <p>Aperfeiçoamento do caso de utilização (IN&amp;I)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos de execução: debates (F, V)</li> <li>- Plano de investigação pormenorizado e definição de objetivos: debates (F, V)</li> </ul>	<p>Participação (I&amp;IN&amp;T):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reuniões da equipa de expansão e das PME (V)</li> <li>- Workshops com as PME (V)</li> </ul> <p>Desenvolvimento (IN&amp;T&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reuniões da equipa de PdC (V)</li> </ul> <p>Partilha de experiências (IN&amp;T&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Workshops de PME sobre casos de utilização na unidade fabril (F, V)</li> <li>- Revisões de ciclo nas instalações da unidade fabril (F, V)</li> </ul>	<p>Expansão e comercialização comuns (IN&amp;T&amp;I):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reuniões da equipa de expansão e das PME (V)</li> <li>- Debates com investidores de capital de risco (F, V)</li> </ul> <p>Expansão interna da indústria (I)</p>
<i>Papel do espaço industrial</i>	<p>As unidades fabris enquanto fonte de necessidades/problemas pormenorizados (F)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidades fabris enquanto ambientes de ensaio PdC (plataformas) (F)</li> <li>- Laboratórios dos institutos de investigação (F)</li> <li>- Instalações de empresas que fazem parte da cadeia de abastecimento (F)</li> </ul>	<p>Outras unidades fabris de parceiros industriais (F)</p>
<i>Equipas conjuntas</i>	<p>Trabalho conjunto do ecossistema</p> <p>Formação de equipas conjuntas de casos de utilização</p>	<p>Atualização das equipas conjuntas de casos de utilização</p> <p>Equipa conjunta de expansão e PME</p> <p>Trabalho conjunto do ecossistema</p>	<p>Equipa conjunta de expansão e PME</p> <p>Debates bilaterais com os parceiros do ecossistema e possíveis parceiros externos</p>

No Caso C (Tabela 5), os parceiros industriais proporcionaram casos de utilização predefinidos como base para a colaboração em matéria de I&D&I. Os casos de utilização foram predefinidos pelos parceiros industriais (no âmbito de grandes desafios industriais comuns mais abrangentes) e correspondiam a problemas de ordem prática nas unidades fabris para as quais

procuravam soluções digitais. Estes casos de utilização foram debatidos em reuniões conjuntas no âmbito do ecossistema. Por outro lado, os parceiros académicos definiram problemas de investigação conexos de maior abrangência a abordar como uma vertente de investigação paralela e atribuíram recursos adequados para os casos de utilização (PdC), permitindo deste modo que os investigadores entrassem num contexto industrial concreto (unidades fabris). Os casos de utilização foram aperfeiçoados em reuniões bilaterais FaF presenciais (indústria-meio académico) e virtuais. Do ponto de vista da investigação, o gestor do projeto do Caso C afirmou que quando um investigador visita o espaço da unidade fabril (fisicamente) e conversa ou entrevista os trabalhadores e observa os verdadeiros problemas industriais no seu ambiente natural, os seus olhos abrem-se. É difícil obter um entendimento análogo dos problemas industriais e do seu contexto de qualquer outro modo. Cada caso de utilização passou um processo de PdC idêntico. Foi formada uma equipa de PdC com parceiros industriais e académicos, coordenada por um parceiro industrial.

Na etapa de participação, os potenciais parceiros tecnológicos (PME) foram selecionados (coordenador PME e workshops PME) para participarem no trabalho do ecossistema. A equipa de expansão e PME chefiada pelo coordenador das PME (parceiro académico) tinha como principal responsabilidade facilitar este processo. As unidades fabris dos parceiros industriais ofereceram-se como espaços de teste para encontrar casos de utilização comercial e investigar e implementar PdC. Proporcionaram um ambiente do mundo real com profissionais no terreno da unidade fabril para resolver problemas de curto prazo. Não é possível obter este tipo de ambiente nos laboratórios das universidades ou de outros institutos de investigação. A proximidade com a indústria garantiu a relevância das PdC e permitiu associar os trabalhadores da fábrica ao processo, bem como a investigação ao contexto industrial da vida real. Tal proporcionou melhores hipóteses de continuidade devido a um compromisso já existente com o «posto no terreno». Os laboratórios de investigação foram utilizados para uma investigação de maior abrangência quando foi necessário dispor de mais infraestruturas de investigação do que as proporcionadas pelo ambiente da utilização final. O modelo de funcionamento do Caso C também resultou em soluções conjuntas (várias PME) em que cada PME se concentrou na sua especialidade e uma delas funcionou como entidade integradora, proporcionando a solução integrada. As experiências das PdC e da investigação foram partilhadas em eventos organizados nas instalações fabris. Uma equipa conjunta de expansão e de PME coordenou a expansão da solução PdC. Foi debatido se as PdC deviam ser expandidas e se havia unidades fabris interessadas da parte dos parceiros industriais do

ecossistema que gostariam de adaptar a PdC também às suas empresas e prosseguir com esse processo internamente.

#### *4.2 Base comum para a colaboração em matéria de I&D&I – instalações industriais físicas*

No cerne de todos os casos de utilização estiveram as instalações industriais físicas, no contexto das quais foi realizado trabalho de I&D&I em equipas conjuntas em evolução que incluíam parceiros industriais, parceiros tecnológicos e parceiros académicos (ver Figura 4). O processo de I&D&I abrangeu a totalidade do período, desde a formulação de um problema relevante tanto para a indústria como para a investigação, o desenvolvimento conjunto das PdC, até à adoção mais ampla da solução no contexto da empresa industrial ou comercialização visada. Em cada caso, os modelos de funcionamento específicos do ecossistema (guias práticos, etc.) forneceram às equipas conjuntas um quadro comum de práticas que foram aplicadas ao trabalho de I&D&I através da utilização de práticas como modelos de processo de PdC colaborativas com equipas conjuntas de casos de utilização e eventos partilhados (Bazar, revisões de ciclo) com o restante ecossistema. Os ecossistemas forneceram modelos sistemáticos para a participação de novos parceiros do setor das PME na resolução de problemas industriais em ambientes industriais. Em todos os casos, os parceiros académicos tiveram um papel fundamental no início do processo de I&D&I no sentido de compreender as necessidades industriais e identificar a sua relevância para a comunidade académica (ou seja, os desafios sistemáticos a longo prazo que exigiam investigação para apoiar a criação de vantagens concorrenciais estratégicas futuras da indústria para além dos problemas a curto prazo). A colaboração prática no domínio da I&D&I concretizou-se em vários eventos físicos e virtuais, tais como workshops e reuniões. No decurso do processo de I&D&I, as equipas de casos de utilização constituíram um elemento essencial das estruturas cognitivas no âmbito do ecossistema. Tal incluía um entendimento comum da solução em desenvolvimento e do seu contexto, terminologia comum e formas de trabalho baseadas num modelo de funcionamento normalizado do ecossistema.

Ao combinar os modelos de funcionamento dos três ecossistemas na perspetiva do desenvolvimento da PdC de base industrial, podem ser identificadas as seguintes etapas ao longo do processo de I&D&I que têm lugar no âmbito dos limites dos ecossistemas (Figura 4). A etapa de investigação centra-se na recolha e análise das necessidades industriais, relacionando-as com o atual debate em matéria de investigação e, com base nesse trabalho,

enquadrando os problemas (quer os problemas em termos práticos a curto prazo, quer os problemas académicos a longo prazo). A etapa de desenvolvimento inclui a participação sistemática de parceiros tecnológicos (PME) para resolver PdC industriais, bem como a realização de ensaios e a partilha de experiências. Paralelamente a estes processos, está em curso uma investigação a mais longo prazo, em que o desenvolvimento prático de PdC é considerado como um passo na via da investigação para a resolução do problema de maior abrangência. Após o desenvolvimento no âmbito da etapa de inovação, procede-se à expansão e à comercialização da PdC, e a investigação prossegue orientada para problemas de investigação a mais longo prazo que podem gerar novos ciclos de desenvolvimento de PdC práticas a curto prazo.

**Figura 4**

*Espaços industriais como o centro da colaboração em matéria de I&D&I*



No decurso do processo de I&D&I, as estruturas virtuais, físicas e cognitivas podem ajudar os diferentes intervenientes a trabalharem em conjunto. Os três casos apresentados neste documento indicam que todas estas estruturas apoiam a operação, mas o ambiente operacional não é imutável. O ecossistema de inovação também requer a capacidade de adaptar o seu modelo de funcionamento com base em situações mutáveis. Um exemplo deste tipo de situação foi a COVID-19, que obrigou os ecossistemas dos casos a alterar a sua configuração e demonstrou que a ausência de uma estrutura física pode dificultar a interação em algumas situações. Por exemplo, no Caso A, o ecossistema começou a organizar eventos como as revisões de Lotes como reuniões virtuais através da plataforma de comunicação Teams complementada com ferramentas de workshop (por exemplo, o Miro). A transição para reuniões virtuais dificultou os debates informais nas revisões de Lotes (especialmente ao nível do Bazar) entre novos potenciais parceiros tecnológicos e empresas de casos de utilização industrial. Por outro lado, a comunicação mais formal das experiências de PdC funcionou bem no ambiente virtual. O consórcio do Caso B não pôde utilizar uma instalação de experimentação comum num campus da empresa em fase de arranque durante a COVID-19, o que levou a que as demonstrações de PdC fossem levadas a cabo apenas nas instalações dos parceiros (edifícios, estaleiros de construção). Este facto limitou a transparência das demonstrações em todo o ecossistema. No Caso C, a nova situação desafiou a antiga forma de realizar uma revisão de ciclo na unidade fabril, em que foi organizada uma visita às instalações da fábrica (apresentação das PdC na prática). Estes eventos passaram a ser virtuais, mas as visitas físicas à unidade fabril foram de tal modo apreciadas que foram planeadas visitas virtuais para cada unidade fabril anfitriã, para que todos pudessem ver, através de imagens de vídeo remotas, a forma de organização da produção e de implementação das PdC. A visita virtual foi um sucesso, uma vez que pode ser replicada noutras partes para além do Caso C.

No Caso C, algumas provas de conceito não puderam avançar conforme previsto porque as partes externas necessitavam de acesso às instalações da unidade fabril e o acesso a esses locais estava limitado apenas ao pessoal devido à COVID-19. Em alguns casos, o pessoal da fábrica teve de realizar a prova de conceito autonomamente, sendo que os investigadores apenas participaram virtualmente na prova de conceito e analisaram os resultados a posteriori. Esta situação fragilizou a cooperação entre o meio académico e a indústria. O coordenador das PME e da expansão referiu que algumas das PdC tiveram mesmo de ser canceladas por não ter sido encontrada uma solução de colaboração virtual ou híbrida adequada.

## 5 DEBATE

A investigação realizada neste estudo contribui para a compreensão da forma como as estruturas físicas, virtuais e cognitivas apoiam a colaboração da I&D&I com múltiplos intervenientes nas suas diferentes etapas. Este trabalho de investigação foi realizado através da exploração de três casos de ecossistemas de inovação, que tiveram como uma das características especiais o facto de terem sido afetados pelo período da COVID-19.

Permitir uma colaboração fluida e evitar o efeito de silo (Marijan e Gotlieb, 2020) entre parceiros é essencial, uma vez que diferentes organizações – indústria, tecnologia e meio académico – trabalham em conjunto para alcançar objetivos comuns. Este objetivo pode ser alcançado através da disponibilização de um espaço físico e virtual para a interação entre os parceiros (Marijan e Gotlieb, 2020). Nos nossos casos de ecossistema, esta conclusão proveniente de estudos anteriores foi corroborada por equipas de casos de utilização conjunta que recorreram a várias estruturas físicas e virtuais para permitir a colaboração. Nos casos de ecossistema, o funcionamento das equipas de casos de utilização conjunta e do ecossistema transitou de eventos físicos para virtuais devido à COVID-19, o que originou alguns desafios. O efeito da COVID-19 que obrigou a que o modelo de funcionamento passasse a ser virtual no âmbito da colaboração entre a indústria e o meio académico foi também abordado por Rioux e Kajikawa (2020). Estes autores salientam a utilização de facilitadores em eventos virtuais para incentivar a participação ativa. Os nossos casos empíricos demonstraram que, especialmente na primeira etapa do processo de colaboração no domínio da I&D&I, ou seja, na etapa de investigação, foi importante começar com eventos físicos e reuniões FaF para permitir que os participantes se conhecessem (ou seja, criassem uma estrutura cognitiva entre si) e, assim, facilitar a transição para eventos virtuais em virtude da COVID-19. Além disso, Misirli et al. (2014) referem no seu estudo que os parceiros industriais preferiam reuniões FaF de menor dimensão para debater possíveis temas de interesse na colaboração entre a indústria e o meio académico. Referem também que o estabelecimento de uma relação de confiança entre parceiros leva tempo, o que também verificámos durante a etapa de investigação da colaboração no domínio da I&D&I.

As equipas conjuntas de casos de utilização com múltiplos intervenientes reuniram parceiros dos setores industrial, tecnológico e académico que trabalharam em conjunto em torno de problemas relevantes tanto para a indústria como para o meio académico. Do mesmo modo, Marijan e Gotlieb (2021) e Garousi et al. (2020a) propuseram a utilização de equipas conjuntas

da indústria e do meio acadêmico para resolver problemas industriais. Marijan e Gotlieb (2021) afirmam ainda que as equipas não têm de estar totalmente constituídas desde o início, mas têm de ser ajustadas com base nas necessidades em termos de competências. Nos nossos casos, as equipas de casos de utilização iniciaram com uma combinação de parceiros da indústria e do meio acadêmico (na etapa de investigação), tendo essa combinação sido depois enriquecida com parceiros tecnológicos. Do mesmo modo, Marijan e Gotlieb (2020) afirmaram que a participação de ambas as partes desde o início dos trabalhos de colaboração atenua a falta de interesse e de empenhamento por parte da indústria e do meio acadêmico.

A participação dos parceiros tecnológicos (principalmente PME) no início da segunda etapa, ou seja, a etapa de desenvolvimento, ocorreu de várias formas. Por exemplo, o Caso B utilizou concursos de desafios para integrar os parceiros tecnológicos nas equipas de casos de utilização conjunta destinadas a resolver problemas da indústria. Por outro lado, o Caso A convidou potenciais parceiros tecnológicos para debater com parceiros industriais (detentores de casos de utilização) nas revisões de Lotes (sessão Bazar), e novos parceiros integraram a equipa de casos de utilização sempre que necessário. No entanto, esta situação causou problemas quando as referidas atividades transitaram do contexto físico para o virtual (COVID-19). Os debates informais (sessões Bazar), necessários para a entrada de novos parceiros no funcionamento de um ecossistema e na equipa de casos de utilização, revelaram-se mais difíceis no ambiente virtual. O forte envolvimento dos parceiros tecnológicos (empresas PME) no início da etapa de desenvolvimento para compreender e resolver problemas da indústria como parte das equipas de casos de utilização foi importante. Neste modelo de cooperação, as grandes empresas industriais disponibilizaram as suas instalações como núcleo para compreender o contexto dos problemas industriais predefinidos e encontrar soluções para os mesmos. As PME estavam em melhores condições de compreender o contexto industrial e de confiar que os problemas a resolver tinham uma necessidade e um potencial comerciais – o que já foi indicado na primeira etapa do Caso C (Khan *et al.*, 2022). Para os investigadores, o ambiente industrial facilitou a compreensão das necessidades industriais e do seu contexto e, por conseguinte, permitiu uma cooperação profícua entre a indústria e o meio académico e a resolução de problemas de fraca relevância e utilidade para a investigação (ver, por exemplo, Garousi *et al.*, 2020b).

Com base no estudo empírico, identificámos as tarefas críticas no âmbito do modelo de processo de colaboração no domínio da I&D&I (Figura 4). Este modelo é muito semelhante ao modelo de processo para a construção de conhecimento e tecnologia colaborativos (modelo Certus) apresentado por Marijan e Gotlieb (2021) – a definição do âmbito do problema e a conceção do conhecimento do modelo Certus correspondem à etapa de investigação do nosso modelo. Em seguida, o desenvolvimento e a transferência de Conhecimento e Tecnologia (C&T) estão ligados à etapa de desenvolvimento do nosso modelo. No entanto, o nosso modelo também se estende a mecanismos de partilha de experiências entre casos de utilização numa etapa de desenvolvimento colaborativo. Assim, esta importância da partilha de experiências e conhecimentos está em consonância com a teoria do movimento social, salientando os processos de enquadramento que conduzem à formação de significados partilhados (Davis e McAdam, 2000; Thomas e Ritala, 2022). Em harmonia com a literatura já existente, estas capacidades baseadas no conhecimento (Robertson *et al.*, 2023) e cognitivas (de Vasconcelos Gomes *et al.*, 2021a) foram identificadas como necessárias para a criação de vantagens concorrenciais futuras para os intervenientes abrangidos. Finalmente, a terceira etapa do nosso modelo, ou seja, a etapa de inovação, destaca tarefas semelhantes à exploração de C&T no modelo Certus, ou seja, a adaptação organizacional e a prospeção de mercado. Deste modo, a nossa atenção centrou-se no nível do ecossistema e não numa empresa individual, e a terceira etapa da I&D&I conjunta foi especialmente desafiante ao nível do ecossistema, uma vez que exigiu uma transição da inovação para as operações empresariais.

O nosso estudo evidenciou que era importante que este modelo de colaboração no domínio da I&D&I tivesse início com uma interação ativa entre a indústria e o meio académico (reuniões, workshops e entrevistas para encontrar os problemas práticos e académicos certos) e constituísse uma equipa conjunta com objetivos comuns para resolver – necessidades da indústria e necessidades do meio académico. Este facto é também destacado por Garousi *et al.* (2020a), bem como por Faccin *et al.* (2019). As equipas conjuntas de casos de utilização formaram gradualmente uma terminologia comum, formas comuns de trabalhar e objetivos práticos e de investigação comuns no âmbito do trabalho no ecossistema. Isto formou um quadro e um entendimento comum para os elementos da equipa de casos de utilização funcionarem e compreenderem o que pretendiam alcançar e, por conseguinte, formou gradualmente a estrutura cognitiva das equipas como um sistema interligado de intervenientes e respetivas atividades através das fronteiras dos parceiros da indústria, da tecnologia e do meio académico. Esta estrutura não poderia ser formada pelas equipas de casos de utilização sem uma base comum ao nível do ecossistema, ou seja, sem os guias práticos e acordos, bem como



sem o debate e a aprendizagem mútua. Cada equipa podia afinar as suas práticas internas e decidir sobre a utilização de eventos físicos ou virtuais, mas a forma como as equipas trabalhavam ao nível do ecossistema encontrava-se definida e era comum a todos os casos de utilização (por exemplo, revisões de ciclo, concursos de desafios, revisões de Lotes). Posteriormente, na etapa de inovação, houve uma transição do nível da equipa do caso de utilização para a atividade interna dos parceiros industriais individuais e para os debates bilaterais entre os parceiros industriais e tecnológicos. De igual modo, no modelo Certus, aquando da adoção da solução e da pré-comercialização, o enfoque passa para a equipa de coordenação industrial e para a utilização de recursos externos (como os promotores empresariais) (Marijan e Gotlieb, 2021).

Se analisarmos os problemas de investigação académica e os problemas industriais de ordem prática definidos nos casos do ecossistema, verificamos que apresentam diferentes horizontes temporais. Este facto é compreensível, uma vez que a indústria procura benefícios imediatos, enquanto os interesses académicos vão além disso (Garousi *et al.*, 2020b). Estas conclusões estão bem alinhadas com a perspetiva temporal do modelo apresentado por Runeson e Minör (2014). Estes autores afirmam que a cooperação a curto prazo é coordenada por empresas de consultoria (no nosso caso, orientadas para a indústria) com tecnologias consolidadas. O trabalho de investigação de base a mais longo prazo é coordenado pelo meio académico, em que é necessário um ritmo mais ponderado dos processos académicos para complementar o ritmo mais acelerado da indústria. Tal pode incluir também as tecnologias menos consolidadas. Nos nossos casos, tal significa que os percursos de investigação a longo prazo foram divididos em etapas práticas de PdC a mais curto prazo para a indústria.

A Tabela 6 abaixo apresenta uma síntese das lições aprendidas com os resultados relativos à forma como as estruturas físicas, virtuais e cognitivas apoiaram o trabalho de colaboração no domínio da I&D&I com múltiplos intervenientes nos casos de ecossistemas de inovação nas suas diferentes etapas. Com base nos casos de ecossistema, na estrutura cognitiva do ecossistema e no caso de utilização, as equipas são constituídas gradualmente através de conceitos e objetivos comuns, experiências partilhadas e trabalho conjunto. A cooperação variou consoante a etapa do processo de I&D&I. Os parceiros do meio académico desempenharam um papel significativo na etapa de investigação, enquanto os parceiros dos setores industrial e tecnológico desempenharam um papel significativo na etapa de desenvolvimento e inovação. Durante o ciclo de vida dos ecossistemas, a situação do mundo circundante também pode alterar-se. Por conseguinte, a agilidade de funcionamento é também

um fator importante na colaboração em matéria de I&D&I. A COVID-19 obrigou os casos a adaptarem-se às situações e a encontrarem formas alternativas de cooperação e de trabalho. Este facto foi observado em todos os casos ao longo do seu ciclo de vida.

**Tabela 6**

*Lições aprendidas*

Lições aprendidas	Físico	Virtual	Cognitivo
Os ambientes industriais físicos (por exemplo, unidades fabris e estaleiros de construção) fornecem o contexto operacional para a compreensão dos problemas industriais e para o desenvolvimento e ensaio de PdC. Estes devem ser utilizados já na etapa de investigação como um veículo para estabelecer um entendimento comum do problema industrial e do seu contexto para a indústria e o meio académico – o que garante que as atividades subsequentes sigam o rumo adequado e profícuo nas etapas de desenvolvimento e inovação.	X		X
Início da etapa de investigação com reuniões/workshops FaF presenciais para permitir o entendimento mútuo entre a indústria e a investigação e facilitar as reuniões virtuais, uma vez que os diferentes intervenientes já se reuniram presencialmente nesta etapa.	X		
O modelo de funcionamento do ecossistema tem de ser suficientemente ágil para permitir que as equipas de casos de utilização se adaptem à evolução das situações do ambiente de funcionamento durante o processo de I&D&I. A COVID-19 é um excelente exemplo disto – a transformação de eventos presenciais em virtuais (por exemplo, visitas virtuais a unidades fabris em vez de visitas presenciais revelou-se uma prática bem sucedida. Por outro lado, os debates informais foram dificultados devido à COVID-19, uma vez que não era possível realizar eventos presenciais).	X	X	
Constituição de equipas de casos de utilização em torno de problemas individuais baseados na indústria já na etapa de investigação. Estas equipas evoluirão à medida que surjam novas necessidades em termos de competências (por exemplo, novas PME) durante a etapa de desenvolvimento (ou seja, são dinâmicas). As equipas de casos de utilização desenvolvem a sua estrutura cognitiva de forma gradual, sendo que uma equipa constituída por múltiplas organizações forma um entendimento comum da solução que está a ser desenvolvida e investigada, além de estabelecer uma terminologia e formas de trabalho comuns com base no modelo de funcionamento do ecossistema.			X
O parceiro académico desempenha um papel essencial na definição dos problemas industriais e de investigação na etapa de investigação. O parceiro académico deve sair da sua zona de	X		X

conforto e aproximar-se da indústria, de preferência deslocando-se às instalações da unidade fabril e debatendo os problemas a solucionar com os trabalhadores da indústria.			
Envolver as PME tecnológicas no início da etapa de desenvolvimento para solucionar os problemas industriais identificados. As PME requerem um problema industrial e um contexto existentes para compreenderem de que forma a sua oferta pode resolver o problema e os requisitos do contexto. Utilizar uma abordagem/processo simples e coerente apoiado por estruturas físicas ou virtuais no ecossistema para levar as PME parceiras a participar no funcionamento das equipas de casos de utilização.	X	X	X
Na etapa de inovação do processo de I&D&I, houve uma transição do nível da equipa de casos de utilização para a atividade interna dos parceiros industriais individuais ou para debates bilaterais entre a indústria e os parceiros tecnológicos. No entanto, o Caso C também coordenou este processo com uma equipa específica para coordenar a expansão das soluções antes dos debates bilaterais ou da implementação interna das soluções. O estabelecimento destas relações bilaterais foi facilitado pela cooperação das empresas do ecossistema durante as etapas de investigação e desenvolvimento, quando estas já se conheciam e tinham alcançado um nível de confiança mútua. As práticas sistemáticas de colaboração do ecossistema durante as anteriores etapas de I&D&I contribuíram para estabelecer estas relações bilaterais na etapa de inovação.			X

## 6 CONCLUSÕES

O objetivo do presente estudo é compreender de que forma as estruturas virtuais, físicas e cognitivas apoiam o trabalho colaborativo no domínio da I&D&I entre os diferentes participantes. O estudo foi realizado através da análise e apresentação de três casos de ecossistemas de inovação, bem como do relatório das lições aprendidas. Ao considerar os casos de ecossistemas como um todo, é possível notar que os guias práticos/modelos de funcionamento bem definidos permitem processos comuns e a partilha de experiências entre as equipas dos casos de utilização. As práticas e acordos bem definidos a nível do ecossistema permitem uma cooperação proveitosa entre as partes no decurso do trabalho de I&D&I. Todas as equipas de casos de utilização funcionaram de acordo com o mesmo processo de ecossistema, assegurando a colaboração entre o meio académico e a indústria e objetivos comuns, a participação significativa das PME no desenvolvimento conjunto e a partilha de experiências entre as PdC, para que os outros parceiros do ecossistema pudessem aprender mutuamente e compreender as capacidades e ofertas dos outros parceiros.

Os resultados do presente estudo não podem ser interpretados sem ter em conta as limitações do mesmo. O nosso estudo baseia-se em três casos de ecossistemas de inovação com contextos de colaboração específicos de cada ecossistema. Este facto limita naturalmente a generalização das nossas conclusões, sendo necessários mais casos para aprofundar os resultados. Para além disso, o número de entrevistados foi limitado e, como tal, podemos ter uma visão limitada da situação dos ecossistemas de caso. No entanto, os autores desempenharam um papel ativo nos ecossistemas de caso e, conseqüentemente, já possuem uma compreensão significativa do seu funcionamento.

Os resultados deste estudo podem beneficiar profissionais e gestores que tenham interesse em compreender a colaboração no domínio da I&D&I e a forma como as estruturas físicas, virtuais e cognitivas a podem apoiar. Além disso, os resultados fornecem meios e experiências para que os gestores da I&D&I possam comparar o seu ambiente de funcionamento com o ambiente dos nossos casos e utilizar os resultados para facilitar a definição de modelos de funcionamento adequados ao contexto das suas atividades de colaboração no domínio da I&D&I. Mesmo que os resultados forneçam um corpo de conhecimento sobre a colaboração no domínio da I&D&I em contextos com múltiplos intervenientes, devem ser realizados estudos intersectoriais em diferentes contextos para avaliar a generalização dos resultados. Tal é essencial para o avanço contínuo do corpo de conhecimentos sobre a literatura relativa à colaboração entre a indústria e o meio académico, bem como para os estudos emergentes sobre os ecossistemas. Além disso, como a unidade de análise no nosso trabalho foi o ecossistema e centrámo-nos em contextos de I&D&I, considerámos a literatura sobre inovação colaborativa mais conveniente do que a literatura sobre redes de intervenientes ou redes sociais. No entanto, tanto a Teoria do Interveniente-Rede (TIR) como a Teoria da Troca Social (TTS) podem constituir uma via interessante para trabalhos de Investigação futuros, provavelmente com base num estudo de caso único com uma abordagem longitudinal, a fim de aprofundar a formação de estruturas cognitivas entre os intervenientes no ecossistema.

A estrutura cognitiva poderia ser estudada a diferentes níveis, desde o ecossistema e a organização até ao espaço cognitivo do próprio indivíduo, o que resulta numa categorização única das suas ideias, pensamentos e memórias. Este último é um tema de investigação cativante, embora desafiante, uma vez que a «mentalidade» dos indivíduos é frequentemente mencionada como um fator crítico para a colaboração no domínio da I&D&I que cruza as fronteiras organizacionais. Ambas as perspetivas acima mencionadas reconhecem a

importância da inovação e, simultaneamente, colocam uma forte ênfase na partilha através da colaboração.

### CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Contribuição	Kääriäinen, Jukka	Valkokari, Katri	Siira, Erkki	Hemilä, Jukka	Jurvansuu, Marko
Contextualização	X	X	----	----	----
Metodologia	X	X	----	----	----
Software	----	----	----	----	----
Validação	X	X	----	----	----
Análise formal	X	X	----	----	----
Investigação	X	X	X	X	X
Recursos	X	X	X	X	X
Curadoria de dados	X	X	X	X	X
Original	X	X	----	----	----
Revisão e edição	X	X	X	X	X
Visualização	X	X	----	----	----
Supervisão	----	X	----	----	----
Administração do projeto	X	----	----	----	----
Aquisição de financiamento	X	----	----	X	----

### REFERENCES

Adner, R. (2016). Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy, *Journal of Management*. 43(1), pp. 39–58. <https://doi.org/10.1177/0149206316678451>

Arnkil, R., Järvensivu, A., Koski, P., & Piirainen, T. (2010) *Exploring Quadruple Helix: Outlining user-oriented innovation models. Final Report on Quadruple Helix Research for the CLIQ project*, Tampere: The CLIQ. <https://urn.fi/urn:isbn:978-951-44-8209-0>

Bogers, M. Zobel, A.K, Afuah, A, Almirall, E., Brunswicker, S., & Dahlander, L. (2017). The open innovation research landscape: Established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, 24(1), pp. 8-40. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1240068>

- Brix, J. (2017). Exploring knowledge creation processes as a source of organizational learning: A longitudinal case study of a public innovation project. *Scandinavian Journal of Management*, 33(2), pp. 113–127.  
<https://doi.org/10.1016/j.scaman.2017.05.001>
- Bürger, R. & Fiates, G.G.S. (2021). Fundamental elements of university-industry interaction from a grounded theory approach, *Innovation & Management Review*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/INMR-08-2021-0156>
- Bullinger, A., Neyer, A., Rass, M., & Moeslein, K. (2010). Community-based innovation contests: Where competition meets cooperation. *Creativity and Innovation Management*, 19(3), pp. 290–303. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2010.00565.x>
- Burnard, P., Gill, P., Stewart, K., Treasure, E. & Chadwick, B. (2008). Analysing and presenting qualitative data, *British Dental Journal*, 204(8), pp. 429–432, 2008, <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.292>
- Carayannis, E., Grigoroudis, E., Campbell, D., Meissner, D., & Stamati, D. (2018). The ecosystem as helix: an exploratory theory-building study of regional co-opetitive entrepreneurial ecosystems as Quadruple/Quintuple Helix Innovation Models. *R and D Management*, 48(1), pp. 148–162. <https://doi.org/10.1111/radm.12300>
- Chesbrough, H., & Garman, A. (2009). Use open innovation to cope in a downturn. *Harvard Business Review*, June 2009

Clark, A. (2008), *Supersizing the mind. Embodiment, action, and cognitive extension*. Oxford, New York: Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195333213.001.0001>

Crossan, M., Lane, H., & White, R. (1999). An organizational learning framework: From intuition to institution. *Academy of Management Review*, 24(3), pp. 522-537.

<https://doi.org/10.5465/amr.1999.2202135>

Dahlander, L., Gann, D. M., & Wallin, M. W. (2021). How open is innovation? A retrospective and ideas forward. *Research Policy*. Elsevier B.V., 50(4),

<https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104218>

Davis, G. F., & McAdam, D. (2000). Corporations, classes, and social movements after managerialism. *Research in Organizational Behavior*, 22: pp. 193-236.

[https://doi.org/10.1016/S0191-3085\(00\)22006-6](https://doi.org/10.1016/S0191-3085(00)22006-6)

de Vasconcelos Gomes, L.A., de Faria, A., Borini, F.M., Chaparro, X.A., dos Santos, M.G., & Gurgel Amaral, G.S. (2021a). Dispersed knowledge management in ecosystems, *Journal of Knowledge Management*, 25(4), pp. 796–825.

<https://doi.org/10.1108/JKM-03-2020-0239>

de Vasconcelos Gomes, L. A., Lopez-Vega, H., & Facin, A. L. F. (2021b). Playing chess or playing poker? Assessment of uncertainty propagation in open innovation projects, *International Journal of Project Management*, 39(2), pp. 154–169.

<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.07.002>

de Vasconcelos Gomes, L.A., Facin, A.L.F., Leal, L.F., de Senzi Zancul, E., Salerno, M.S., & Borini, F.M. (2022). The emergence of the ecosystem management function in B2B companies. *Industrial Marketing Management*, 102, pp. 465-487.

<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.12.015>

Dubois, A., & Gadde, L-E. (2002). Systematic combining: an abductive approach to case research. *Journal of Business Research*, 55(7), pp. 553-560.

[https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(00\)00195-8](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(00)00195-8)

Enkel, E., Gassmann, O., & Chesbrough, H. (2009). Open R&D and open innovation: Exploring the phenomenon. *R and D Management*, 39(4), pp. 311–316.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00570.x>

Etzkowitz, H., & Leydesdroff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29: pp. 109–124. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)

Faccin, K., Balestrin, A., Martins, B.V., & Bitencourt, C.C. (2019). Knowledge-based dynamic capabilities: a joint R&D project in the French semiconductor industry, *Journal of Knowledge Management*, 23(3), pp. 439–465.

<https://doi.org/10.1108/JKM-04-2018-0233>

Garousi, V., Shepherd, D., & Herkiloglu, K. (2020a). Successful Engagement of Practitioners



and Software Engineering Researchers: Evidence From 26 International Industry–  
Academia Collaborative Projects. *IEEE Software*, vol. 37, no. 6, pp. 65-75, Nov.-Dec.  
2020. <https://doi.org/10.1109/MS.2019.2914663>

Garousi, V., Borg, M., & Oivo, M. (2020b). Practical relevance of software engineering  
research: synthesizing the community’s voice. *Empir Software Eng*, 25: pp. 1687–  
1754. <https://doi.org/10.1007/s10664-020-09803-0>

Gassmann, O., Enkel, E., & Chesbrough, H. (2010). The future of open innovation. *R&D  
Management*, 40(3), pp. 213–221. <https://doi.org/10.1080/08956308.2017.1255054>

Hannah, D. P., & Eisenhardt, K. M. (2018). How firms navigate cooperation and competition  
in nascent ecosystems, *Strategic Management Journal*, 39(12), pp. 3163–3192.  
<https://doi.org/10.1002/smj.2750>

Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems.  
*Strategic Management Journal*, 39(8), pp. 2255–2276.  
<https://doi.org/10.1002/smj.2904>

Ketonen-Oksi, S., & Valkokari, K. (2019). Innovation Ecosystems as Structures for Value  
Co-Creation. *Technology Innovation Management Review*, 9(2), pp. 25–35.  
<https://doi.org/10.22215/timreview/1216>

Khan, I., Kauppila, O., Iancu, B., Jurmu, M., Jurvansuu, M., Pirttikangas, S., Lilius, J., Koho,  
M., Marjakangas, E., & Majava, J. (2022). Triple Helix Collaborative Innovation and

Value Co-creation in an Industry 4.0 Context. *International Journal of Innovation and Learning*. 32(2), pp. 125-147, <https://doi.org/10.1504/IJIL.2022.125029>

Lee, S. M., Olson, D. L., & Trimi, S. (2012). Co-Innovation: Convergenomics, Collaboration, and Co-Creation for Organizational Values. *Management Decision*, 50(5), pp. 817-831. <https://doi.org/10.1108/00251741211227528>

Leminen, S., Nyström, A.-G., & Westerlund, M. (2020). Change processes in open innovation networks - exploring living labs. *Industrial Marketing Management*. 91: pp. 701-718 <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.01.013>

McAdam, M., & K. Debackere. (2018). Beyond ‘Triple Helix’ toward ‘Quadruple Helix’ Models in Regional Innovation Systems: Implications for Theory and Practice. *R&D Management* 48(1): pp. 3–6. <https://doi.org/10.1111/radm.12309>

Marijan, D., & Gotlieb, A. (2020). Lessons Learned on Research Co-Creation: Making Industry-Academia Collaboration Work. *46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, pp. 272-275. <https://doi.org/10.1109/SEAA51224.2020.00053>

Marijan, D., & Gotlieb, A. (2021). Industry-Academia research collaboration in software engineering: The Certus model. *Information and Software Technology*, 132, 106473. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106473>

Miller, K., McAdam, R., & McAdam, M. (2018). A Systematic Literature Review of

University Technology Transfer from a Quadruple Helix Perspective: Toward a Research Agenda. *R&D Management*, 48(1), pp. 7-24, 2018, <https://doi.org/10.1111/radm.12228>

Misirli, A., Erdogmus, H., Juristo, N., & Dieste, O. (2014). Topic selection in industry experiments. *In Proceedings of the 2nd International Workshop on Conducting Empirical Studies in Industry (CESI 2014)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 25–30. <https://doi.org/10.1145/2593690.2593691>

Moultrie, J., Nilsson, M., Dissel, M., Haner, U., Janssen, S., & Van der Lugt, R. (2007). Innovation Spaces: Towards a Framework for Understanding the Role of the Physical Environment in Innovation. *Creativity and Innovation Management*, 16(1), pp. 53–65. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2007.00419.x>

Nonaka, I., & Konno, N. (1998). The Concept of “Ba”: Building a Foundation for Knowledge Creation. *Californian Management Review*, 40(3). <https://doi.org/10.2307/41165942>

Nonaka, I., & Krogh, G. (2009). Perspective-tacit knowledge and knowledge conversion: Controversy and advancement in organizational knowledge creation theory. *Organization Science*, 20(3), pp. 635-652. <https://doi.org/10.1287/orsc.1080.0412>

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995), *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.

Oh, D., Phillips, F., Park, S., & Lee, E. (2016). Innovation ecosystems: A critical

examination. *Technovation*, 54, pp. 1–6.

<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.004>

Oksanen, K., & Ståhle, P. (2013). Physical environment as a source for innovation:

Investigating the attributes of innovative space. *Journal of Knowledge Management*, 17(6), pp. 815–827. <https://doi.org/10.1108/JKM-04-2013-0136>

Paasi, J., Valkokari, K., & Rantala, T. (2013). Openness in developing inter-organizational innovation. *Prometheus: Critical Studies in Innovation*, 31(2).

<https://doi.org/10.1080/08109028.2013.818789>

Pavitt, K. (2005). Innovation process, in Fagerberg, J., Mowery, D. C., and Nelson, R. R. (eds) *The Oxford handbook of innovation*. Oxford University Press

Pelikka, J., & Ali-Vehmas, T. (2016). Managing Innovation Ecosystems to Create and Capture Value in ICT Industries. *Technology Innovation Management Review*, 6(10): pp. 17–24. <https://doi.org/10.22215/timreview/1024>.

Peschl, M.F., & Fundneider, T., (2012). Spaces enabling game-changing and sustaining innovations: Why space matters for knowledge creation and innovation. *Journal of Organisational Transformation & Social Change*, 9(1), pp. 41-61

Pepperelli, P. (2000), *Cognitive Space - A Social-Cognitive approach to Sino-Foreign Cooperation*. Eburon, Delft

- Rioux, M., & Kajikawa, Y. (2020). Enhancing Engagement in Remote Collaboration: A Case Study at the MIT Media Lab, *ISPIM Connects Global 2020: Celebrating the World of Innovation - Virtual*, 6-8 December 2020. Event Proceedings: LUT Scientific and Expertise Publications
- Ritala, P., & Almpantopoulou, A. (2017). In defense of “eco” in innovation ecosystem. *Technovation*, 60–61(January), pp. 39–42.  
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.01.004>
- Robertson, J., Caruana, A., & Ferreira, C. (2023). Innovation performance: The effect of knowledge-based dynamic capabilities in cross-country innovation ecosystems, *International Business Review*. 32(2), <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2021.101866>
- Runeson, P., & Minör, S. (2014). The 4+1 view model of industry--academia collaboration. *Proceedings of the 2014 international workshop on Long-term industrial collaboration on software engineering*. <https://doi.org/10.1145/2647648.2647651>
- Sandberg, A., Pareto, L., & Arts, T. (2011). Agile Collaborative Research: Action Principles for Industry-Academia Collaboration. *IEEE Software*, vol. 28, no. 4, pp. 74-83.  
<https://doi.org/10.1109/MS.2011.49>
- Simeone, L., Secundo, G., & Schiuma, G. (2017). Knowledge translation mechanisms in open innovation: The role of design in r&d projects. *Journal of Knowledge Management*, 21(6), pp. 1406–1429. <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2016-0432>

- Thomas, L. D. W., & Ritala, P. (2022). Ecosystem Legitimacy Emergence: A Collective Action View. *Journal of Management*, 48(3), pp. 515–541.  
<https://doi.org/10.1177/0149206320986617>
- Valkokari, K. (2015). Business, Innovation, and Knowledge Ecosystems: How They Differ and How to Survive and Thrive within Them. *Technology Innovation Management Review*, 5(8), pp. 17–24
- Valkokari, K. Paasi, J., & Rantala, T. (2012). Managing knowledge within networked innovation. *Knowledge Management Research & Practice*. Palgrave Macmillan. Vol. 10 (1), pp. 27-40. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2011.39>
- Valkokari, K. Valkokari, P., Rantala, T., & Nyblom, J. (2021). Exploring the Best Practices for Co-innovation in Industry and Academy Collaboration – Four Practical Case Examples. *Proceedings of PRO-VE 2021: Smart and Sustainable Collaborative Networks 4.0*. Springer, IFIP Advances in Information and Communication Technology, 22nd IFIP/SoColnet Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2021, Saint Etienne, France, 22/11/21. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5\\_71](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85969-5_71)
- Van de Ven, A. (1992). Suggestions for studying strategy processes: A research note. *Strategic Management Journal*, 13 (S1) (1992), pp. 169-188.  
<https://doi.org/10.1002/smj.4250131013>

Vanhaverbeke, W., Chesbrough, H., & West, J. (2014). Surfing the New Wave of Open

Innovation Research. in Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., and West, J. (eds) *New*

*Frontiers in Open Innovation*. Oxford Scholarship Online, pp. 281–294.

<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199682461.003.0015>