

FuturEng

FuturENG: Metodologia de Cooperação do Triângulo do Conhecimento

Cofinanciado pela União Europeia

Financiado pela União Europeia. Os pontos de vista e as opiniões expressas são, no entanto, da exclusiva responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência de Execução Europeia da Educação e da Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por eles.

Projeto nº: 2023-1-RO01-KA220-HED-000155387

Índice

1. Visão Geral da Abordagem de Cooperação em Triângulo 6
   1.1 Por que motivo a cooperação entre educação, investigação e indústria é importante 6
   1.2 O que é o Triângulo do Conhecimento? 7
   1.3 Os Três Atores e os Seus Papéis 7
2. Dar Vida ao Triângulo do Conhecimento no FuturENG: Lições Aprendidas 9
   2.1 De um triângulo no papel a um triângulo em ação 9
   2.2 Boas Práticas e Facilitadores da Cooperação 11
      2.2.1 Fundações da Cooperação: Construir a relação antes de construir o resultado 11
      2.2.2 Governação e Colaboração: Complementaridade por conceção 13
      2.2.3 Atividades Práticas e Colaborativas: Onde o triângulo ganhou vida 16
3. Diretrizes e Estratégias para Identificar Objetivos Comuns e Promover uma Comunicação Aberta 21
   3.1 O Papel da Comunicação na Colaboração 21
      3.1.1 Por que Motivo a Comunicação é Importante 21
   3.2 Facilitadores da Comunicação 21
      3.2.1 Comunicação Contínua e Estruturada 22
      3.2.2 Tirar Partido de Redes e Elementos de Ligação Informais 22
      3.2.3 Comunicação Multicanal 23
      3.2.4 Comunicação Adaptada 23
   3.3 Estratégias de Alinhamento 24
      3.3.1 Principais Abordagens de Alinhamento 24
   3.4 Boas Práticas para uma Cooperação Eficaz 25
4. Alinhar o Ensino de Engenharia do Ensino Superior com as Necessidades do Mercado de Trabalho 27
   4.1 Contexto e Importância 27
   4.2 Estratégias Práticas para Alinhar o Ensino de Engenharia com as Necessidades do Mercado de Trabalho 27
      4.2.1 Como Identificar Tendências Emergentes de Engenharia e Tecnológicas 27
      4.2.2 Consultas à Indústria e Necessidades do Mercado de Trabalho 28
      4.2.3 Desenvolver uma Oferta Formativa Orientada para o Futuro com Relevância para a Indústria 5.0 28
   4.3 Abordagens de Cocriação 29

4.3.1 Como as IES e a indústria cocriam uma oferta educativa relevante 29
4.3.2 O Ciclo de Codesenho 29
4.3.3 Formatos Práticos de Cocriação 31
4.3.4 Como a Cooperação do Triângulo do Conhecimento Apoia a Aprendizagem Orientada para a Indústria 5.0 31
4.3.5 Lista de Verificação de Implementação para as IES 32
4.3.6 Exemplo prático: "Gémeo Digital para o Fabrico Sustentável" 32
5 Ferramentas e Recursos para Facilitar a Transferência e Partilha de Conhecimento 34
5.1 Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento 34
5.1.1 Recursos Educativos Abertos (REA), MOOCs e Plataformas de Aprendizagem Aberta 35
5.1.2 Micro-credenciais e micro-módulos 36
5.1.3 Aprendizagem em contexto de trabalho e plataformas de estágio 36
5.1.4 Formatos de aprendizagem baseada em desafios e em problemas 37
5.1.5 Palestrantes convidados, especialistas visitantes e papéis de docência dupla 37
5.1.6 Sistemas de mentoria e aprendizagem entre pares 38
5.1.7 Design thinking e metodologias de inovação 38
5.1.8 Programas de formação conjunta e comunidades de prática 39
5.1.9 Plataformas digitais de colaboração e ecossistemas de partilha de conhecimento .39
5.1.10 Utilizar a Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento na Prática 40
5.2 Atividades de Cooperação e Inovação 40
5.2.1 Conceber um Portefólio de Cooperação para o Triângulo do Conhecimento 41
5.2.2 Portefólio de Atividades de Cooperação 41
5.2.3 Combinar Atividades de Cooperação 42
5.2.4 Recomendações Práticas 43
6 Medir o Impacto e a Eficácia da Cooperação no Triângulo do Conhecimento 44
6.1 Quadro de KPI e Abordagens de Avaliação 44
6.2 Impacto Prático e Evidência de Implementação 46
6.2.1 Exemplos Ilustrativos de Impacto Prático 46
6.2.2 Evidência de Adoção e Utilização 47
6.2.3 Dos Indicadores à Evidência 48
7 Direções Futuras e Oportunidades de Desenvolvimento 49
7.1 Sustentabilidade e Transferibilidade 49

7.1.1 Institucionalizar a Cooperação no Triângulo do Conhecimento 50
7.1.2 Governação, Aprendizagem Organizacional e Troca de Conhecimento 51
7.1.3 Valorização do Conhecimento e Melhoria Contínua 51
7.1.4 Escalabilidade e Transferibilidade 52
7.1.5 Perspetivas de Sustentabilidade 52
7.2 Modelos de Cooperação Orientados para o Futuro 53
7.2.1 Da Cooperação Baseada em Projetos aos Ecossistemas de Inovação 53
7.2.2 A Indústria 5.0 como Motor de Novos Modelos de Cooperação 54
7.2.3 Educação 5.0 e Parcerias de Aprendizagem ao Longo da Vida 54
7.2.4 Transformação Digital dos Ecossistemas de Cooperação 55
7.2.5 Rumo à Cooperação em Hélice Quádrupla e Quíntupla 56
7.2.6 Construir Redes de Cooperação Resilientes 57
7.2.7 Internacionalização e Cooperação Transfronteiriça 58
8 Considerações Finais e Recomendações 60
Referências 62

Índice de Imagens

Imagem 1 – Triângulo do Conhecimento 7
Imagem 2 – Modelo de cooperação FuturENG 10
Imagem 3 – FuturENG implementation experience 10
Imagem 4 – Facilitadores de comunicação 22
Imagem 5 – Estratégias de alinhamento de stakeholders 24
Imagem 6 – O ciclo de cocriação 30
Imagem 7 – Exemplo do método de cocriação 30
Imagem 8 – Toolbox de Transferência de Conhecimento 355
Imagem 9 - Valor acrescentado para instituições de ensino, indústria e investigação ao integrarem a cooperação do Triângulo do Conhecimento 444
Imagem 10 – Facilitadores organizacionais que apoiam uma cooperação sustentável do Triângulo do Conhecimento 499

Tabela 1 – Riscos e lições da colaboração FuturENG 20
Tabela 2 - Boas práticas de comunicação e alinhamento para parcerias no Triângulo do Conhecimento 266
Tabela 3 - Métodos e ações para identificar tendências de engenharia e tecnológicas 277
Tabela 4 - Ferramentas de consulta à indústria 288
Tabela 5 - Formatos práticos de cocriação 31
Tabela 6 - Lista de verificação de implementação 332

Tabela 7 - Portefólio de atividades de cooperação 42
Tabela 8 - Tabela-resumo de KPI do KTM 455
Tabela 9 - Exemplos de evidências de KPI 488

1. Visão Geral da Abordagem de Cooperação em Triângulo

1.1 Por que motivo a cooperação entre educação, investigação e indústria é importante

Os sistemas de ensino atuais, em grande medida baseados em modelos do século XX, revelam-se cada vez mais inadequados para preparar os diplomados em engenharia para as exigências de um mercado de trabalho em rápida evolução. O mercado de trabalho exige cada vez mais competências relacionadas com a transformação digital, a sustentabilidade e competências transversais, como a criatividade, a comunicação, o pensamento sistémico e o raciocínio ético. Estas competências não podem ser adquiridas apenas através de aulas expositivas e exames tradicionais. Resultam do contacto com problemas reais, do trabalho interdisciplinar e do contacto com a indústria.

Isto significa que os currículos universitários e do EFP precisam de traduzir estas exigências em prática. As instituições de ensino têm de estar mais próximas da indústria, mais próximas do mercado de trabalho. As instituições de ensino superior, as organizações de investigação e a indústria contribuem, cada uma, com conhecimentos, perspetivas e recursos únicos, mas os seus esforços permanecem frequentemente fragmentados.

O Triângulo do Conhecimento oferece um quadro de referência para responder a este desafio, ligando a educação, a investigação e a inovação. Na metodologia FuturENG, este conceito é operacionalizado através de uma colaboração estruturada entre instituições de ensino, organizações de investigação e parceiros da indústria. A cooperação entre estes três grupos de parceiros pode ajudar a colmatar esta desarticulação, e é essa a premissa em que assentou o projeto FuturENG. Ao integrar os três grupos de parceiros na parceria, o projeto ficou em melhor posição para cumprir o seu propósito: responder às necessidades do ensino da engenharia, em linha com as exigências da Indústria 5.0.

Esta metodologia parte da experiência do projeto FuturENG e traduz essa experiência num quadro prático que outras organizações podem adotar e adaptar.

O documento explica por que motivo a cooperação do Triângulo do Conhecimento é importante, apresenta depois as lições aprendidas com a sua implementação no FuturENG, para em seguida delinear como essa cooperação pode ser gerida, aplicada, apoiada através de ferramentas práticas, avaliada e sustentada ao longo do tempo.

Combinando lições aprendidas, ferramentas práticas, modelos de cooperação e abordagens de avaliação, fornece orientações para estabelecer, gerir e sustentar parcerias do Triângulo do Conhecimento que apoiem um ensino da engenharia orientado para a Indústria 5.0. Destina-se a instituições de ensino superior, prestadores de ensino e formação profissional, organizações de investigação, empresas e outras partes interessadas que procurem desenvolver formas de colaboração mais eficazes e orientadas para o futuro.

1.2 O que é o Triângulo do Conhecimento?

O Triângulo do Conhecimento refere-se à interação sistemática entre educação, investigação e inovação. O conceito foi formalizado pelo Instituto Europeu de Inovação e Tecnologia (EIT) em 2006 (Comissão Europeia, 2006) e continua a ser central na política educativa da UE.

Este conceito sublinha uma abordagem sistemática e integrada da interligação entre educação, investigação e inovação. Está estreitamente relacionado com conceitos como a terceira missão, a universidade empreendedora e a hélice tripla, cada um dos quais realça diferentes atores e dimensões desta mesma interação (Unger & Polt, 2017).

O seu princípio central é o de que ligar a educação, a investigação e a inovação cria valor acrescentado. Ao trabalharem em conjunto, estes setores asseguram que o conhecimento se mantém alinhado com as necessidades sociais e económicas presentes e futuras (Unger & Polt, 2017). O Triângulo do Conhecimento amplia o impacto destas três atividades através de uma interação sistemática e contínua.

Mais recentemente, o conceito expandiu-se para incluir um conjunto mais amplo de intervenientes. O modelo da Hélice Tripla, por exemplo, destaca a interação entre a academia, a indústria e o governo (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Este modelo foi posteriormente alargado à Hélice Quádrupla, que inclui a sociedade civil (Carayannis & Campbell, 2009), e à Hélice Quíntupla, que incorpora também o ambiente (Carayannis & Campbell, 2010).

1.3 Os Três Atores e os Seus Papéis

Para efeitos desta metodologia, o Triângulo do Conhecimento é implementado através de três grupos-chave de parceiros:



Imagem 1 – Triângulo do Conhecimento

Estes três grupos de parceiros desempenham papéis distintos, mas complementares:

- **As instituições de ensino (IES, EFP)** contribuem com rigor académico, capacidade pedagógica e conceção de ambientes de aprendizagem. Trazem acesso a populações estudantis e a capacidade de incorporar os contributos da indústria em currículos formais, transformando palestras pontuais de convidados da indústria em experiências de aprendizagem coerentes e creditadas. Fornecem contributos para cada um dos vértices do Triângulo do Conhecimento e incorporam frequentemente os seus princípios na organização interna e nas missões institucionais (Unger & Polt, 2017).

- **Os parceiros da indústria e das empresas** asseguram a participação da indústria na conceção curricular. Os empregadores comunicam lacunas emergentes de competências, mudanças tecnológicas (nomeadamente nos domínios digital e verde) e expectativas de contratação, de modo a que a oferta formativa reflita as necessidades reais do local de trabalho. Os parceiros da indústria proporcionam também vias de estágio, oportunidades de mentoria e acesso a desafios do mundo real.
- **As organizações de investigação** traduzem os desenvolvimentos tecnológicos emergentes em materiais pedagógicos e métodos práticos.

Uma colaboração eficaz exige estruturas claras, objetivos partilhados e responsabilização. É isso que este documento pretende transmitir.

Porque é importante: uma cooperação eficaz no Triângulo do Conhecimento exige estruturas claras, objetivos partilhados e responsabilização.

Compreender os princípios do Triângulo do Conhecimento é apenas o primeiro passo. O projeto FuturENG oferece um exemplo concreto de como estes atores podem trabalhar em conjunto para cocriar recursos educativos, alinhar o ensino da engenharia com as necessidades da Indústria 5.0 e gerar valor para todas as partes interessadas. O capítulo seguinte apresenta esta experiência, destacando tanto as conquistas como as lições aprendidas que informaram a metodologia proposta neste guia.

2. Dar Vida ao Triângulo do Conhecimento no FuturENG: Lições Aprendidas

2.1 De um triângulo no papel a um triângulo em ação

O FuturENG foi concebido em torno de um princípio simples mas exigente: o ensino da engenharia não consegue acompanhar a Indústria 5.0 se as universidades, as empresas e as organizações de investigação trabalharem isoladamente. Por isso, o consórcio não tratou o Triângulo do Conhecimento como um modelo abstrato. Transformou o triângulo numa estrutura de cooperação efetiva, em que o conhecimento circulava continuamente entre educação, investigação e indústria.

A parceria reuniu três instituições de ensino superior orientadas para a engenharia, uma organização tecnológica de investigação e formação, uma consultora de engenharia, um prestador de ensino e formação, e uma fundação que atua na interface entre a educação e as empresas. Esta composição garantiu que o desenvolvimento dos recursos FuturENG fosse informado simultaneamente por padrões académicos, tecnologias emergentes, realidades do mercado de trabalho e práticas pedagógicas inovadoras.

Cada parceiro contribuiu com uma parte distinta do quadro geral:

- **A George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Science, and Technology of Târgu Mureș (UMFST), a Kaunas University of Technology (KTU) e a FH Joanneum University of Applied Science** trouxeram conhecimento académico, acesso a estudantes de áreas STEM e experiência na integração de novos conteúdos no ensino superior.
- **A ISQ (prestador de EFP e instituto de investigação)** contribuiu com investigação, conhecimento tecnológico e acesso a laboratórios avançados de engenharia.
- **A MECB Ltd.,** enquanto empresa de engenharia, trouxe a perspetiva das empresas de engenharia, da prática industrial e das competências esperadas dos futuros profissionais técnicos.
- **A EDITC Education and Information Technology Centre (prestador de EFP)** contribuiu com conhecimento em aprendizagem digital, plataformas de formação e desenvolvimento de formadores.
- **A Acta Foundation (ONG)** apoiou a aprendizagem baseada em desafios, o desenvolvimento de WebQuests e a integração das dimensões social, ética e ambiental no ensino da tecnologia.

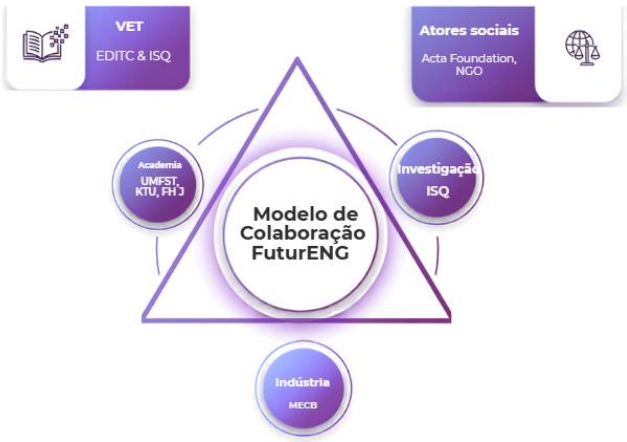


Figura 2 – Modelo de cooperação FuturENG

A força deste modelo não residiu simplesmente na diversidade das organizações envolvidas. O seu real valor resultou da forma como os respetivos conhecimentos foram interligados através de desenvolvimento conjunto, testagem, mentoria, avaliação e reflexão.

O FuturENG mostrou que a cooperação do Triângulo do Conhecimento se torna real quando **o conhecimento passa da investigação para a aprendizagem, da indústria para os desafios, e dos estudantes de volta para a conceção da educação.**

A experiência de implementação do projeto - incluindo os testes-piloto, o hackathon digital, a LTTA na ISQ e as atividades de cocriação associadas - fornece lições práticas para outras instituições que procurem estabelecer parcerias semelhantes.



Figura 3 – Experiência de implementação FuturENG

2.2 Boas Práticas e Facilitadores da Cooperação

2.2.1 Fundações da Cooperação: Construir a relação antes de construir o resultado

Uma missão partilhada criou um rumo comum

Os parceiros entraram no FuturENG com prioridades institucionais diferentes. As universidades centravam-se na qualidade educativa e na aprendizagem dos estudantes; as organizações orientadas para o negócio preocupavam-se com a aplicabilidade e a relevância para o mercado de trabalho; os parceiros de investigação focavam-se no avanço tecnológico e na credibilidade científica.

Estas perspetivas nem sempre se traduziam na mesma linguagem, mas estavam unidas por uma ambição comum: preparar os estudantes de engenharia para as transições digital e verde e para a lógica centrada no ser humano, sustentável e resiliente da Indústria 5.0.

Esta missão partilhada constituiu um ponto de referência sempre que os parceiros precisaram de resolver diferenças de abordagem. As decisões podiam ser avaliadas face a uma pergunta comum:

- ➔ *Isto tornará a experiência de aprendizagem mais relevante e útil para os futuros engenheiros?*

Um propósito partilhado não elimina o desacordo. Torna o desacordo produtivo, ao dar aos parceiros uma base comum para escolher entre alternativas.

As relações pré-existentes aceleraram a confiança

Os parceiros identificaram o valor de construir sobre relações desenvolvidas em cooperações anteriores. Onde as organizações já se conheciam mutuamente nos seus estilos de trabalho, a tomada de decisão era mais rápida, a comunicação era mais aberta e os problemas emergentes podiam ser discutidos sem formalismo desnecessário.

No entanto, a experiência do FuturENG mostrou também que a cooperação anterior deve ser tratada como uma vantagem de partida, e não como um substituto da governação. A confiança facilitou a colaboração, mas continuaram a ser necessárias responsabilidades claras, prazos e procedimentos de qualidade.

Boa prática: Sempre que possível, construir sobre relações de confiança, mas documentar papéis e expectativas como se os parceiros estivessem a trabalhar juntos pela primeira vez.

Uma mentalidade de longo prazo mudou a qualidade da participação

A cooperação foi mais forte quando os parceiros encararam o projeto não como um conjunto de tarefas contratuais, mas como uma oportunidade para criar recursos, relações e modelos que pudessem continuar depois do período de financiamento.

Esta perspetiva de longo prazo incentivou os parceiros a pensar para além dos resultados imediatos e a considerar:

- como o MOOC e a Toolbox poderiam ser reutilizados;
- como os educadores poderiam aplicar os recursos em diferentes currículos;
- como a colaboração com empresas e organizações de investigação poderia continuar;
- e como a metodologia poderia ser transferida para outras instituições e países.

A lição é clara: os projetos de curto prazo produzem resultados mais fortes quando os parceiros os iniciam com intenções de longo prazo.

O envolvimento contínuo manteve o triângulo ligado

A cooperação no Triângulo do Conhecimento enfraquece quando a interação se concentra em torno de reuniões formais ou de prazos de reporte. O FuturENG beneficiou de um contacto contínuo através de reuniões online, documentos colaborativos, revisão por pares, trocas técnicas e resolução informal de problemas.

A comunicação regular permitiu à parceria:

- detetar atrasos e mal-entendidos precocemente;
- comparar experiências de implementação nacional;
- adaptar os recursos em resposta ao feedback;
- e manter um entendimento comum das prioridades do projeto.

O grupo focal da parceria confirmou que o diálogo contínuo, os pontos de situação regulares, os ciclos de feedback e as redes profissionais informais estavam entre as condições mais importantes para uma cooperação eficaz.

Lição para replicação: A cooperação deve ser concebida como um ritmo, e não como uma sequência de eventos isolados.

2.2.2 Governação e Colaboração: Complementaridade por conceção

O consórcio foi construído como um Triângulo do Conhecimento em funcionamento. Uma das boas práticas mais importantes do FuturENG foi o equilíbrio deliberado dos perfis organizacionais. O consórcio não era composto apenas por universidades, com empresas externas convidadas a comentar no final. As perspetivas empresarial, de investigação, educativa e da sociedade civil estavam representadas na própria parceria de trabalho.

Isto permitiu que cada resultado do projeto fosse examinado através de várias lentes:

- O conteúdo é academicamente sólido?
- Reflete as tecnologias atuais e emergentes?
- É relevante para o local de trabalho?
- Pode ser ensinado de forma eficaz?
- É acessível e envolvente para os estudantes?
- Aborda as implicações humanas, éticas e ambientais da tecnologia?

O resultado não foi um processo linear em que um parceiro desenvolvia um produto e outro o validava. Foi um ciclo de codesenvolvimento, com os parceiros a contribuírem com diferentes tipos de conhecimento em diferentes fases.

Papéis claros transformaram a diversidade em complementaridade

Uma parceria diversa pode fragmentar-se quando as responsabilidades se sobrepõem ou permanecem pouco claras. O FuturENG reduziu este risco ao atribuir tarefas de acordo com o conhecimento institucional de cada parceiro.

As universidades forneceram conteúdo técnico e pedagógico, organizaram pilotos com estudantes e avaliaram a aplicabilidade em ambientes académicos reais. A ISQ ligou o projeto a infraestruturas de investigação e a ambientes práticos de engenharia. A MECB trouxe as perspetivas industrial e de consultoria. A EDITC apoiou o ambiente de aprendizagem digital e os recursos orientados para formadores. A Acta contribuiu com conhecimento em aprendizagem baseada em desafios, WebQuests, envolvimento das partes interessadas e nas implicações societais mais amplas da mudança tecnológica.

Esta distribuição permitiu que os parceiros contribuíssem nas áreas onde ofereciam maior valor acrescentado.

Boa prática: Não procurar uma participação idêntica de todas as organizações. Procurar uma apropriação equilibrada, baseada em pontos fortes complementares.

Os parceiros destacaram a flexibilidade como um importante fator facilitador. A implementação em diferentes universidades e países exigiu espaço para adaptação. Os calendários académicos locais, os perfis dos estudantes e as práticas pedagógicas nem sempre puderam ser tratados de forma idêntica.

Por isso, o FuturENG combinou uma base metodológica comum com flexibilidade de implementação local. Foram utilizados os mesmos recursos e a mesma lógica de avaliação global, enquanto as universidades adaptavam a facilitação e a entrega aos seus contextos institucionais.

O princípio era simples: uniformizar o propósito e os critérios de qualidade, mas permitir flexibilidade no percurso para os alcançar.

A cooperação torna-se mais forte quando o seu valor é visível

Uma lição recorrente do FuturENG foi a de que as partes interessadas participam de forma mais significativa quando compreendem o que vão ganhar e o que é esperado delas.

A proposta de valor era diferente para cada grupo de parceiros:

- **As universidades** ganharam recursos de aprendizagem testados e novas abordagens pedagógicas.
- **Os educadores** ganharam apoio para integrar a Indústria 5.0 e a aprendizagem baseada em desafios.
- **Os estudantes** ganharam conhecimento, exposição internacional e oportunidades de trabalhar em desafios da vida real.
- **As empresas** ganharam uma via para comunicar necessidades emergentes de competências e para se envolverem com futuros talentos.
- **As organizações de investigação** ganharam oportunidades de traduzir conhecimento tecnológico em prática educativa.
- **As organizações de formação e intermediárias** reforçaram a sua capacidade de ligar o ensino formal às necessidades do mercado de trabalho.

Tornar estas motivações explícitas ajudou a mover as partes interessadas da mera presença para a apropriação (ownership).

Os estudantes foram cocriadores, não apenas beneficiários

Um dos aspetos mais fortes do FuturENG foi o papel atribuído aos estudantes. Não se limitaram a concluir o MOOC e a Toolbox como utilizadores finais. Também:

- avaliaram a sua clareza e relevância;
- testaram a abordagem WebQuest e ABD;

- desenvolveram soluções baseadas em tecnologia;
- apresentaram as suas ideias a um júri internacional;
- participaram em atividades práticas de laboratório;
- refletiram sobre a sua experiência;
- e propuseram melhorias aos recursos do projeto.

Durante a fase-piloto inicial, 114 estudantes da UMFST, KTU e FH Joanneum testaram o MOOC Tech Essentials e a Toolbox de ABD em contextos reais de ensino superior. O seu feedback ajudou a validar a usabilidade, a relevância pedagógica e o foco interdisciplinar dos recursos. Os estudantes valorizaram particularmente a ligação entre a teoria e as aplicações do mundo real.

Esta foi uma mudança de perspetiva importante: os estudantes foram tratados como fontes de evidência e inovação, e não apenas como recetores de conteúdo educativo.

A facilitação docente tornou a inovação utilizável

Os pilotos mostraram também que os recursos bem concebidos não se implementam por si próprios. Os docentes universitários e os facilitadores do projeto desempenharam um papel fundamental na introdução das atividades, no apoio aos estudantes e na contextualização de conteúdos complexos.

A abordagem de ABD foi mais eficaz quando os educadores:

- clarificaram expectativas;
- ajudaram as equipas a definir problemas geríveis;
- ligaram os temas técnicos ao conteúdo curricular;
- incentivaram a reflexão;
- e prestaram apoio sem retirar apropriação aos estudantes.

Isto demonstrou a importância da preparação dos educadores. A pedagogia inovadora exige não só recursos, mas também confiança e capacidade por parte de quem os aplica.

As vozes dos estudantes foram ligadas às decisões do projeto

O Workshop de Análise de Necessidades realizado durante a LTTA criou uma ponte direta entre a experiência dos estudantes e o desenvolvimento do projeto. Estudantes e parceiros refletiram em conjunto sobre o MOOC e a Toolbox através de feedback individual, discussões temáticas e um processo de cocriação no estilo World Café.

O workshop foi além da recolha de opiniões. Transformou o feedback em ideias acionáveis para a melhoria dos recursos e garantiu que as decisões pedagógicas refletissem a experiência dos aprendentes.

Boa prática: Integrar o feedback no ciclo de conceção. Não pedir feedback apenas depois de um resultado estar finalizado.

2.2.3 Atividades Práticas e Colaborativas: Onde o triângulo ganhou vida

A cooperação mais forte não aconteceu quando os parceiros discutiam o Triângulo do Conhecimento. Aconteceu quando fizeram algo em conjunto.

A fase-piloto: um quadro, três ambientes de aprendizagem reais

O MOOC e a Toolbox de ABD foram testados em três universidades e com estudantes de diversas áreas académicas. Um ambiente Moodle partilhado forneceu uma estrutura de entrega comum, enquanto os facilitadores universitários adaptavam a implementação aos programas e perfis de aprendentes locais.

Isto criou um equilíbrio valioso entre a comparabilidade e a relevância contextual. Os parceiros puderam comparar o feedback entre instituições sem esperar que cada piloto fosse idêntico.

O piloto demonstrou um modelo replicável:

- Desenvolver um recurso comum.
- Aplicá-lo em diferentes contextos institucionais.
- Recolher feedback quantitativo e qualitativo comparável.
- Discutir as diferenças entre contextos.
- Aperfeiçoar o recurso coletivamente.

Isto transformou o teste de uma simples verificação final de qualidade **num processo de aprendizagem transfronteiriça para o próprio consórcio.**

O hackathon digital: cooperação sob pressão criativa

O Hackathon Digital FuturENG, AI & Deep Tech for a Better Future, reuniu 45 estudantes da Roménia, Lituânia e Áustria. A trabalhar em pequenas equipas, desenvolveram e apresentaram soluções em três áreas de desafio:

- IA e Deep Tech para a Sustentabilidade;
- Deep Tech para o Bem Social;
- Transição Gémea: Digital e Verde.

O hackathon ligou todas as partes do Triângulo do Conhecimento:

- **os educadores** prepararam e apoiaram os estudantes;
- **os especialistas em tecnologia e investigação** apresentaram temas emergentes;
- **os parceiros orientados para o negócio** avaliaram a viabilidade e a relevância;
- **os estudantes** transformaram conhecimento em conceitos de solução;
- e um **júri interparceiros** avaliou os resultados através de critérios partilhados.

As ideias vencedoras ilustraram a amplitude da inovação gerada por esta abordagem:

- **Face the Crash,** que utiliza realidade virtual e feedback físico simulado para apoiar a reeducação de pessoas envolvidas em acidentes rodoviários relacionados com o álcool;
- uma abordagem baseada em IA para **dados de saúde adaptáveis a nível global**;
- e **OpenDyslexic**, uma extensão de navegador que apoia aprendentes com dislexia.

Estas soluções combinaram tecnologia com propósito social, acessibilidade, saúde e inovação responsável. Demonstraram que os futuros engenheiros precisam de mais do que competência técnica: têm de ser capazes de considerar os utilizadores, a ética, a sustentabilidade e o impacto societal.

Porque funcionou: O hackathon combinou um desafio claro, tempo limitado, responsabilidade de equipa, mentoria, critérios de avaliação visíveis e um incentivo significativo.

O que os projetos futuros devem reter: Um hackathon não deve ser tratado como uma competição isolada. Deve estar ligado a aprendizagens anteriores, ser seguido de feedback e associado a novas oportunidades de desenvolvimento.

A Atividade de Aprendizagem, Ensino e Formação (LTTA) na ISQ levou a cooperação do ecrã para um ambiente tecnológico avançado.

Seis estudantes vencedores do hackathon participaram num programa de cinco dias em Portugal que incluiu:

- metrologia;
- ensaios não destrutivos;
- eletricidade;
- fabrico aditivo;
- soldadura virtual;
- física tecnológica;
- Design Thinking para Engenheiros;
- desafios em equipa;
- e colaboração intercultural.

Os estudantes trabalharam em equipas mistas, compostas por participantes de diferentes universidades. Isto incentivou-os a comunicar entre disciplinas, nacionalidades e culturas de aprendizagem.

A experiência foi particularmente eficaz porque criou um percurso de aprendizagem, em vez de uma série de visitas técnicas. A exposição laboratorial foi combinada com resolução de problemas, tarefas em equipa, reflexão e cocriação.

Os resultados da avaliação foram excecionalmente positivos: 83% classificaram a organização como excelente e 17% como boa, e todos os participantes classificaram a experiência global entre 9 e 10 em 10. Os estudantes valorizaram particularmente a soldadura virtual, a impressão 3D, a metrologia, o equipamento com IA e o networking.

A LTTA demonstrou um princípio importante do Triângulo do Conhecimento:

Aprendizagem multimédia e multi-ambiente

O FuturENG não se baseou num único formato de aprendizagem. A sua abordagem combinou:

- aulas online;
- testes/questionários;
- WebQuests e aprendizagem baseada em desafios;
- trabalho de equipa digital;
- apresentações de pitch;
- experiências laboratoriais;
- atividades de design thinking;
- mentoria;
- intercâmbio entre pares;
- e avaliação reflexiva.

Esta diversidade apoiou diferentes preferências de aprendizagem e permitiu que cada grupo de parceiros do Triângulo do Conhecimento contribuísse através do formato mais adequado ao seu conhecimento.

A boa prática não residiu simplesmente na utilização de multimédia. Residiu na criação de um portefólio interligado de experiências de aprendizagem: aprender online → investigar um problema real → colaborar → apresentar uma solução → experienciar a tecnologia na prática → refletir e

Desenvolvimento de recursos baseado em evidência

O projeto utilizou várias fontes de evidência, em vez de depender de um único mecanismo de avaliação:

- questionários estruturados a estudantes;
- feedback aberto;
- observações dos facilitadores;
- grelhas comuns de avaliação do hackathon;
- avaliação da LTTA;
- reflexão dos parceiros;

- e workshops de cocriação.

Esta triangulação proporcionou uma compreensão mais rica do que funcionou e do que necessitava de ajustes. Ajudou também a distinguir entre opiniões isoladas e padrões recorrentes de implementação.

Uma metodologia de cooperação credível deve mostrar não só o que teve sucesso, mas também onde a implementação se tornou difícil. Compreender os obstáculos encontrados durante a cooperação é igualmente importante, uma vez que ajuda as futuras parcerias a antecipar riscos e a conceber medidas de mitigação adequadas desde o início. A colaboração FuturENG identificou vários riscos suscetíveis de enfraquecer a cooperação no Triângulo do Conhecimento. A tabela abaixo resume-os, juntamente com as lições aprendidas no FuturENG.

⚠ Desafio	📌 Porque É Importante	💡 Lição do FuturENG
Atores diferentes podem partilhar um projeto, mas não o mesmo objetivo	Universidades, empresas e organizações de investigação podem definir o sucesso de forma diferente (qualidade da aprendizagem vs. resultados práticos vs. avanço tecnológico). Deixado implícito, isto fragmenta a cooperação.	Traduzir os objetivos partilhados em contributos específicos de cada ator e rever o alinhamento ao longo de toda a implementação, e não apenas no início.
A cooperação fica "no papel"	A cooperação pode manter-se puramente formal (acordos, reuniões, relatórios) sem trabalho conjunto real. Este risco diminui quando os parceiros estão ligados a atividades tangíveis: codesenvolver conteúdos, mentoria, avaliar propostas, gerir laboratórios.	Medir a cooperação através de resultados conjuntos e decisões partilhadas, e não do número de reuniões realizadas.
Diversidade de perfis de aprendentes	Os estudantes-piloto variavam amplamente em termos de área disciplinar e conhecimento prévio, pelo que um recurso acessível a um grupo podia sobrecarregar outro. Isto exige requisitos de entrada claros, percursos introdutórios, níveis de desafio flexíveis e orientação por parte dos educadores.	A transferibilidade não significa utilizar exatamente a mesma implementação em todo o lado. Significa preservar o objetivo de aprendizagem, adaptando o percurso.
A qualidade da ABD depende da facilitação	A ABD dá apropriação aos estudantes, mas sem facilitação as equipas podem escolher problemas demasiado amplos ou dividir tarefas de forma desigual. Os educadores precisam de orientação para apoiar as equipas sem substituir as suas decisões.	Todo o recurso de ABD deve incluir orientação para o facilitador, pontos de verificação de progresso, critérios de avaliação e sugestões para adaptar a complexidade das tarefas.
Boas ideias não se tornam	O hackathon produziu conceitos criativos, mas alguns exigiam mais reflexão sobre a viabilidade e	Perguntar às equipas quem irá utilizar a solução, o que ela

automaticamente soluções implementáveis	as necessidades dos utilizadores. Esta é uma lacuna comum entre a ideação e a inovação, e não uma fragilidade específica dos hackathons.	exige, que riscos cria e qual seria um primeiro passo realista.
A sustentabilidade não pode depender do entusiasmo individual	Fortes relações pessoais impulsionaram o FuturENG, mas as parcerias que dependem de um número reduzido de indivíduos empenhados permanecem vulneráveis. A incorporação institucional, o conhecimento documentado e uma governação clara tornam a cooperação menos dependente de qualquer pessoa em particular.	Transformar a cooperação pessoal em cooperação organizacional antes de o projeto terminar.

Tabela 1 – Riscos e lições da colaboração FuturENG

As lições apresentadas neste capítulo revelam um tema comum: o sucesso da cooperação no Triângulo do Conhecimento depende tanto das relações e da comunicação como do conhecimento técnico.

Mesmo quando as partes interessadas partilham um objetivo comum, as diferenças de cultura organizacional, prioridades e expectativas podem criar obstáculos à colaboração. Por este motivo, a comunicação eficaz e o alinhamento das partes interessadas devem ser tratados como componentes estratégicos da cooperação, e não como tarefas administrativas.

O capítulo seguinte explora as práticas de comunicação e as estratégias de alinhamento que ajudam a sustentar parcerias produtivas ao longo do tempo.

3. Diretrizes e Estratégias para Identificar Objetivos Comuns e Promover uma Comunicação Aberta

Como o Capítulo 2 demonstrou, a cooperação do Triângulo do Conhecimento entre instituições de ensino, organizações de investigação e parceiros da indústria só gera valor quando é gerida ativamente, em vez de ser deixada ao acaso.

A cooperação entre estes grupos nem sempre é fácil. Cada parte interessada tem objetivos, expectativas e formas de trabalhar diferentes. Devido a estas diferenças, uma comunicação clara e um bom alinhamento são necessários para garantir uma colaboração bem-sucedida.

Este capítulo explica de que forma a comunicação apoia a colaboração de longo prazo entre diferentes partes interessadas e discute também estratégias para melhorar a comunicação, alinhar objetivos entre as partes interessadas e construir confiança e cooperação.

3.1 O Papel da Comunicação na Colaboração

Sem uma comunicação eficaz, podem surgir mal-entendidos, conduzindo a atrasos e a falhas. As secções seguintes descrevem de que forma uma comunicação eficaz contribui para a cooperação, bem como as ferramentas específicas que a apoiam.

3.1.1 Por que Motivo a Comunicação é Importante

A comunicação bidirecional apoia a colaboração de várias formas:

- ajuda as partes interessadas a manterem-se informadas sobre o progresso, os objetivos e os desafios do projeto;
- as partes interessadas desenvolvem um entendimento partilhado dos objetivos, da terminologia, dos papéis, limitações e expectativas de cada uma;
- incentiva a partilha de conhecimento e melhora a tomada de decisão;
- a confiança desenvolve-se gradualmente através de uma comunicação honesta, da fiabilidade, do respeito e da equidade.

3.2 Facilitadores da Comunicação

Os facilitadores da comunicação são ferramentas e práticas que melhoram a forma como as partes interessadas interagem: comunicação contínua e estruturada, redes informais e elementos de ligação, comunicação multicanal e comunicação adaptada, cada uma discutida abaixo:



Imagem 4 – Facilitadores de comunicação

3.2.1 Comunicação Contínua e Estruturada

Uma comunicação regular, transparente, estruturada e proativa mantém todas as partes interessadas ligadas ao longo do processo de colaboração. É benéfico que a comunicação ocorra regularmente e não apenas nos grandes marcos do projeto. As partes interessadas precisam de atualizações regulares sobre o progresso do projeto, questões futuras e a forma como os contributos anteriores foram utilizados. As atualizações regulares promovem a transparência e facilitam o feedback imediato. A comunicação tem de estar bem estruturada: uma reunião, por exemplo, deve ter sempre uma agenda clara e objetivos definidos. A comunicação também precisa de ser proativa, chegando às partes interessadas antes de estas precisarem de perguntar, e deve ser adaptada às suas necessidades e preferências.

As organizações podem melhorar a comunicação recorrendo a reuniões de ponto de situação semanais ou quinzenais, diálogo contínuo, terminologia partilhada, ciclos de feedback e ferramentas digitais como o Microsoft Teams, o Zoom e sistemas baseados na nuvem. Estas tecnologias permitem às partes interessadas colaborar em tempo real e partilhar documentos de forma eficiente.

Estas práticas melhoram a transparência e garantem que a informação é partilhada de forma equitativa entre todas as partes interessadas. Uma comunicação boa e estruturada reduz a confusão e assegura que todos os parceiros se mantêm informados.

3.2.2 Tirar Partido de Redes e Elementos de Ligação Informais

As redes informais são particularmente importantes em ambientes de cooperação. Enquanto a comunicação formal apoia a organização e a responsabilização, a comunicação informal reforça

as relações e a confiança. O FuturENG ilustrou isto diretamente: como descrito no Capítulo 2, os parceiros que já se conheciam avançaram mais depressa e comunicaram de forma mais aberta do que aqueles que se encontravam pela primeira vez.

Alguns indivíduos funcionam como "elementos de ligação" entre grupos de partes interessadas. Estas pessoas ajudam as organizações a comunicar de forma mais eficaz, traduzindo ideias, resolvendo mal-entendidos e ligando diferentes culturas organizacionais.

As interações informais criam frequentemente oportunidades para discussões abertas e resolução criativa de problemas. Conferências, eventos de networking, workshops e reuniões informais podem melhorar as relações e incentivar a partilha de conhecimento.

3.2.3 Comunicação Multicanal

As colaborações bem-sucedidas utilizam geralmente canais de comunicação formais e informais.

Os canais de comunicação oficiais são reuniões formais, e-mails, relatórios, plataformas online, videoconferências e workshops. Os canais de comunicação não oficiais são chamadas telefónicas, mensagens, discussões informais e redes sociais.

A utilização de diferentes canais na comunicação tem várias vantagens:

- **Aumenta o alcance:** A utilização de múltiplos canais ajuda a alcançar uma audiência mais ampla, uma vez que pessoas diferentes preferem canais diferentes.
- **Reforça a comunicação:** A repetição da informação através de várias plataformas realça a sua importância e melhora a retenção.
- **Aumenta o envolvimento:** A utilização de diferentes canais de comunicação mantém a audiência mais envolvida e interessada.
- **Melhora a clareza:** Alguns conceitos explicam-se melhor através de determinados canais. A utilização de uma combinação permite explicações mais claras.

Ambos os tipos de canais são importantes, porque a comunicação formal proporciona estrutura e a comunicação informal constrói relações e confiança.

3.2.4 Comunicação Adaptada

Partes interessadas diferentes exigem estilos de comunicação diferentes. Por exemplo, a indústria pode preferir informação curta e prática; os parceiros académicos podem preferir explicações detalhadas sobre informação técnica e científica; e os decisores políticos podem privilegiar os resultados estratégicos e sociais.

Proporcionar uma comunicação adaptada a cada grupo de partes interessadas ajuda a garantir uma melhor compreensão dos objetivos de um projeto e um envolvimento mais forte.

3.3 Estratégias de Alinhamento

A comunicação, por si só, não é suficiente para uma colaboração bem-sucedida; as partes interessadas também precisam de se manter alinhadas em torno de objetivos e expectativas partilhados, manter um entendimento comum e coordenar as suas ações e compromissos ao longo do projeto. Muitos projetos falham devido a um fraco alinhamento das partes interessadas, e não devido a más ideias.

Para se manterem alinhadas com os objetivos, as partes interessadas precisam de estar envolvidas. A gestão das partes interessadas, por si só, não é suficiente. Construir o envolvimento das partes interessadas exige compreender as suas prioridades, construir confiança com elas, adotar abordagens adaptadas e transformar o feedback em melhoria contínua (Freeman, 1984).

3.3.1 Principais Abordagens de Alinhamento



Imagem 5 – Estratégias de alinhamento das partes interessadas

Workshops de Alinhamento

Os workshops de alinhamento são úteis porque reúnem as partes interessadas para definir objetivos partilhados, discutir expectativas, construir um entendimento comum, debater desafios e resolver mal-entendidos. Os workshops de alinhamento incentivam a participação ativa e a tomada de decisão colaborativa. São úteis no início dos projetos, mas também podem ser organizados durante as fases de implementação do projeto, para resolver mal-entendidos e rever prioridades.

Atividades Conjuntas

Durante atividades conjuntas, como seminários, discussões e trabalho colaborativo, as partes interessadas podem debater resultados de investigação, desafios que enfrentam, oportunidades que identificam e desenvolvimentos tecnológicos. As atividades conjuntas melhoram a partilha de conhecimento, ajudam os parceiros a compreender as perspetivas e prioridades uns dos outros, e reforçam as relações entre a academia e a indústria; as discussões temáticas conduzem frequentemente, de forma direta, à resolução de problemas e a novas ideias.

Reuniões Regulares e Pontos de Situação

As reuniões regulares e os pontos de situação são vitais por várias razões:

- **Partilhar a visão:** As reuniões garantem que as partes interessadas estão alinhadas quanto a objetivos, metas e expectativas.
- **Abordar preocupações:** As reuniões proporcionam uma plataforma para abordar preocupações, questões e desafios.
- **Estabelecer confiança:** As reuniões regulares ajudam a construir confiança e a reforçar relações.
- **Planeamento estratégico:** As reuniões regulares permitem aos parceiros discutir e ajustar estratégias.
- **Incentivar a discussão aberta:** Promover um ambiente de comunicação aberta e honesta.

Estruturas de Governação e Tomada de Decisão

Boas estruturas de governação ajudam a manter o alinhamento e a melhorar a gestão da colaboração.

Os mecanismos de governação mais comuns incluem comités diretores, grupos consultivos, equipas de coordenação e conselhos de direção do projeto. Estas estruturas melhoram a responsabilização e a clareza na tomada de decisão.

Uma governação inclusiva é especialmente importante, uma vez que as partes interessadas precisam de oportunidades para participar em decisões importantes. As estruturas de governação devem também incluir mecanismos de resolução de conflitos, uma vez que podem ocorrer desacordos durante projetos colaborativos.

3.4 Boas Práticas para uma Cooperação Eficaz

Embora o projeto FuturENG tenha promovido uma comunicação aberta e utilizado estratégias de alinhamento, subsistiram vários desafios. Estes incluíram objetivos desalinhados entre a academia e a indústria, expectativas diferentes, implementação prática limitada, baixa motivação entre as partes interessadas e dificuldade em transformar ideias em soluções reais.

Ultrapassar estes desafios exige estratégias de comunicação melhoradas, envolvimento precoce das partes interessadas, objetivos claramente definidos e feedback e avaliação contínuos.

Recomendam-se as seguintes boas práticas:

Comunicação	Alinhamento	Colaboração
Manter uma comunicação contínua, transparente, estruturada e proativa	Workshops de Alinhamento	Incentivar a participação ativa
Utilizar múltiplos canais de comunicação (canais formais e informais) e comunicação adaptada	Atividades Conjuntas	Construir confiança
Utilizar redes informais e indivíduos que funcionam como elementos de ligação	Reuniões Regulares e Pontos de Situação	Focar em resultados do mundo real
Utilizar ferramentas digitais como o Microsoft Teams, o Zoom e sistemas baseados na nuvem	Estruturas de Governação e Tomada de Decisão	Promover a partilha de conhecimento

Tabela 2 – Boas práticas de comunicação e alinhamento para parcerias no Triângulo do Conhecimento

A cooperação contínua entre a academia, a indústria e as organizações de investigação depende de estratégias eficazes de comunicação e alinhamento. A comunicação estruturada, as reuniões regulares, as redes informais e as abordagens de comunicação multicanal apoiam todas a eficácia da colaboração. Estratégias de alinhamento como workshops, seminários, atividades conjuntas e boas estruturas de governação ajudam as partes interessadas a manter um entendimento partilhado e uma ação coordenada. Objetivos partilhados claramente definidos, confiança, abertura, envolvimento das partes interessadas e inclusividade são também fundamentais para uma cooperação de longo prazo, uma vez que as organizações que investem na comunicação e na construção de relações têm maior probabilidade de alcançar inovação, partilha de conhecimento e parcerias sustentáveis.

A comunicação eficaz e o alinhamento das partes interessadas constituem a base da colaboração, mas não são objetivos em si mesmos. O seu propósito último é permitir que as partes interessadas trabalhem em conjunto para alcançar resultados significativos. No ensino da engenharia, um dos resultados mais importantes é garantir que os diplomados possuem os conhecimentos, as competências e as capacidades exigidas por um mercado de trabalho em rápida mudança. A secção seguinte examina de que forma a oferta educativa pode ser sistematicamente alinhada com as necessidades emergentes da indústria e da sociedade.

4. Alinhar o Ensino de Engenharia do Ensino Superior com as Necessidades do Mercado de Trabalho

4.1 Contexto e Importância

Os currículos tradicionais ficam atrás da rápida mudança tecnológica e social, deixando os diplomados mal preparados e os empregadores mal servidos.

Este capítulo apresenta os mecanismos práticos, desde a prospeção de tendências até à cocriação curricular, através dos quais as instituições de ensino superior podem manter os programas de engenharia alinhados com um mercado de trabalho que muda mais depressa do que os ciclos tradicionais de revisão curricular.

4.2 Estratégias Práticas para Alinhar o Ensino de Engenharia com as Necessidades do Mercado de Trabalho

4.2.1 Como Identificar Tendências Emergentes de Engenharia e Tecnológicas

Método	Ação Prática	Resultado
Prospeção Sistemática de Tendências	Criar um "Grupo de Monitorização de Tendências" conjunto (IES+Indústria+Investigação), com reuniões trimestrais. Utilizar ferramentas gratuitas como o Google Trends, resultados CORDIS da UE e bases de dados de patentes.	Relatório semestral "FuturENG Skills Radar" (uma página).
Análise em Tempo Real do Mercado de Trabalho	Utilizar plataformas como o LinkedIn Talent Insights ou a EURES para analisar em tempo real as competências mais procuradas para funções de recém-diplomados.	Lista dinâmica das 5 principais competências técnicas e transversais emergentes.
O Estudante como Sensor	Criar uma unidade "Junior Trend Watch" liderada por estudantes. Os estudantes reportam as tecnologias com que contactam em estágios, hackathons ou autoaprendizagem.	Sínteses de tendências geradas pelos estudantes, apresentadas ao Conselho Consultivo da Indústria.
Workshops de Sinais Fracos	Organizar workshops semestrais com diversas partes interessadas para discutir "o que está apenas a surgir no horizonte" (por exemplo, IA generativa para código, dados sintéticos).	Um "Registo de Sinais Fracos" para alimentar o planeamento curricular.

Tabela 3 – Métodos e ações para identificar tendências de engenharia e tecnológicas

Uma vez identificadas as tendências, é necessário confrontá-las com sinais reais do mercado de trabalho, e é aí que entra a consulta estruturada à indústria.

4.2.2 Consultas à Indústria e Necessidades do Mercado de Trabalho

Ferramenta	Implementação	Exemplo Ilustrativo
Inquérito Estruturado sobre Lacunas de Competências	Inquérito anual de 10 minutos aos parceiros da indústria: "Classifique a proficiência dos diplomados em 8 competências-chave da Indústria 5.0 (por exemplo, colaboração humano-robô, pensamento sistémico)."	Os resultados podem ser visualizados como um mapa de calor, destacando as lacunas de competências mais críticas.
Sessões de Aprofundamento do Conselho Consultivo da Indústria (IAB)	Ir além das reuniões gerais. Cada reunião do IAB inclui um "Sprint de Necessidades" de 30 minutos: cada membro identifica uma competência em falta e um tema obsoleto.	A resposta de um parceiro captou diretamente a mudança na procura: "Não precisamos de mais cursos de CAD; precisamos de engenharia de prompts para designers."
Rastreio dos Resultados dos Diplomados	Acompanhar o primeiro emprego e perguntar aos antigos alunos, 12 meses depois: "O que é que o seu trabalho exigiu que o seu curso não ensinou?"	Um percurso simples da educação para o emprego, mostrando onde a formação formal fica aquém.

Tabela 4 – Ferramentas de consulta à indústria

A prospeção de tendências e a consulta à indústria constroem em conjunto a base de evidência; o passo seguinte é transformar essa evidência em oferta formativa.

4.2.3 Desenvolver uma Oferta Formativa Orientada para o Futuro com Relevância para a Indústria 5.0

- **Princípio central:** Cocriar não apenas conteúdos, mas também formatos de aprendizagem;
- **Teste Rápido para obtenção de microcredencial:** Em vez de um módulo completo, cocriar uma micro-credencial de 3 ECTS sobre um tema recentemente identificado (por exemplo, “IA Ética para Engenheiros de Produção”). A indústria fornece um conjunto de dados real. Lançamento em 4 meses.

- **Currículos Modulares em "Fatias de Competências":** Dividir os programas em "fatias de competências" de 4-6 semanas. Cada fatia é covalidada pela indústria como "imediatamente utilizável". Os estudantes combinam fatias de diferentes disciplinas.
- **Integração da Aprendizagem com base em Desafios (ABD):** Substituir 20% das horas laboratoriais tradicionais por desafios propostos pela indústria. Exemplo: "Otimizar este layout de linha de produção para a colaboração humano-robô."
- **Quadro de Competências da Indústria 5.0:** Focar competências centradas no ser humano (empatia, liderança), sustentáveis (pensamento de ciclo de vida, economia circular) e resilientes (adaptabilidade, resolução de problemas em situações de crise).

Recomendação: Não começar pelo conteúdo. Começar pela lacuna de competências. Utilizar o Radar de Tendências e o Sprint de Necessidades do IAB para priorizar uma lacuna específica. Depois, cocriar uma única micro-credencial ou módulo de ABD como piloto.

Identificar tendências e lacunas de competências é a primeira etapa do alinhamento. A secção seguinte foca-se, por isso, nos mecanismos de cocriação que permitem às instituições de ensino superior e às partes interessadas externas transformar as necessidades identificadas em prática educativa.

4.3 Abordagens de Cocriação

4.3.1 Como as IES e a indústria cocriam uma oferta educativa relevante

Uma vez identificadas as tendências emergentes e as lacunas de competências, é necessário um mecanismo para as transformar em conteúdo curricular efetivo. A cocriação é esse mecanismo: reúne instituições de ensino superior e parceiros da indústria para conceberem conjuntamente a oferta formativa, em vez de um lado definir os requisitos e o outro os implementar posteriormente. As secções seguintes apresentam um ciclo de codesenho replicável, formatos concretos para o colocar em prática e a sua ligação ao modelo do Triângulo do Conhecimento introduzido no Capítulo 1.

4.3.2 O Ciclo de Codesenho

O Ciclo de Codesenho é um mecanismo central através do qual as necessidades da indústria são transformadas em conteúdo formativo creditado. Desenvolve-se em quatro fases recorrentes (Análise Conjunta de Necessidades, Workshop de Codesenho, Coentrega e Avaliação e Iteração Conjunta), apresentadas abaixo em duas perspetivas: o diagrama circular realça que o ciclo é contínuo e não linear, enquanto a linha temporal define a duração e os resultados concretos de cada fase. Os diagramas abaixo detalham quem está envolvido, que método é utilizado e o que cada fase produz, permitindo que o ciclo seja replicado por outras instituições, em vez de ser tratado como um modelo abstrato.

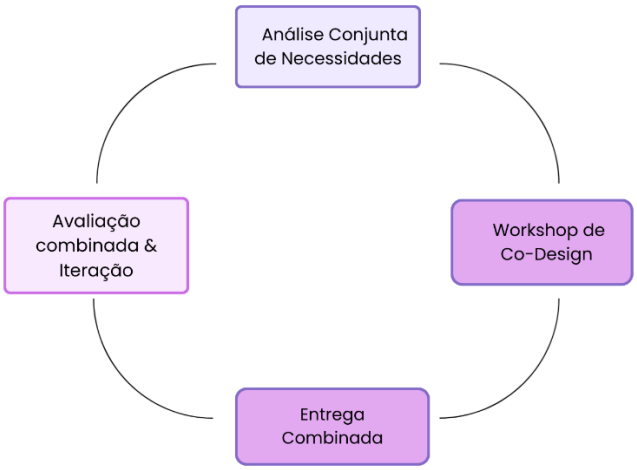


Imagem 6 – O ciclo de cocriação

Cada coluna abaixo corresponde a uma fase do ciclo acima, traduzida no que efetivamente acontece na prática: quem faz o quê, que método é utilizado e o que é produzido ou devolvido como feedback.

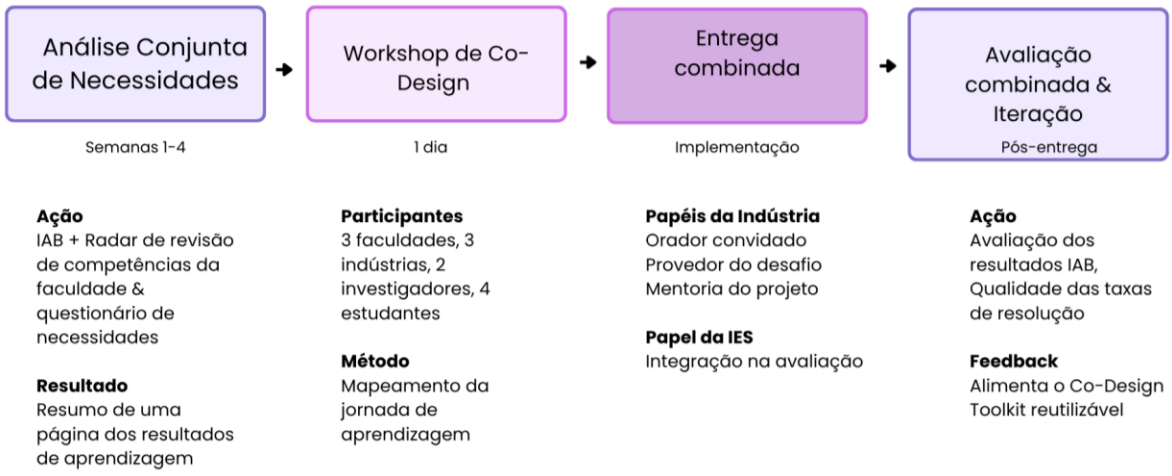


Imagem 7 – Exemplo de método de cocriação

4.3.3 Formatos Práticos de Cocriação

Formato	Como Funciona	Esforço da Indústria	Benefício para a IES
Sprint de Caso Real	Intensivo de 2 semanas. A indústria apresenta um problema real por resolver. Os estudantes propõem soluções.	Definição do problema (duas horas) e avaliação final das propostas (três horas).	Gera soluções inovadoras e aumenta de forma mensurável o envolvimento dos estudantes.
Mentoria Inversa	Engenheiros da indústria ensinam uma ferramenta de software; estudantes de doutoramento ensinam fundamentos de IA ao pessoal.	Os engenheiros ganham experiência de ensino.	Reforça as competências digitais do pessoal e fortalece as relações de trabalho com a indústria.
Avaliação Codesenhada	A indústria cocria a grelha de avaliação final do projeto. Exemplo: "Se estivesse a contratar, o que gostaria de ver num portefólio?"	Um workshop de 90 minutos sobre a grelha de avaliação.	Garante que os portefólios dos diplomados correspondem aos critérios de contratação dos empregadores.
Laboratório Curricular Rotativo	Um espaço físico ou virtual onde docentes, estudantes e pessoal da indústria codesenvolvem mensalmente o conteúdo do módulo do ano seguinte.	Um representante da indústria participa duas horas por mês.	Mantém o conteúdo curricular continuamente atualizado.

Tabela 5 – Formatos práticos de cocriação

A cocriação não é um evento único. É um ciclo contínuo de conceção, entrega, avaliação e melhoria.

4.3.4 Como a Cooperação do Triângulo do Conhecimento Apoia a Aprendizagem Orientada para a Indústria 5.0

Embora os formatos apresentados acima ofereçam formas práticas de organizar a colaboração, a sua eficácia deriva dos princípios do Triângulo do Conhecimento discutidos ao longo desta metodologia. A cocriação tem sucesso porque permite que o conhecimento circule continuamente entre educação, investigação e indústria, em vez de permanecer dentro de fronteiras organizacionais.

- **Pipeline Investigação → Educação:** os parceiros de investigação traduzem descobertas emergentes, como um novo protocolo de colaboração humano-robô, diretamente num pequeno exercício de laboratório, em vez de esperar pelo habitual ciclo plurianual de revisão curricular.

- **Feedback Indústria → Investigação:** a indústria assinala um problema (por exemplo, que os cobots estão subutilizados na linha de produção); os parceiros de investigação concebem um módulo de aprendizagem baseada em desafios em torno desse problema, os estudantes exploram soluções e a indústria ganha novas perceções em troca.
- **IES como Convocador Neutro:** a IES acolhe e facilita, garantindo que os objetivos de aprendizagem permanecem primordiais, ao mesmo tempo que equilibra interesses comerciais e científicos.

4.3.5 Lista de Verificação de Implementação para as IES

	Grupo de Monitorização de Tendências que se reuniu nos últimos 60 dias
	O Conselho Consultivo da Indústria utiliza anualmente um Inquérito Estruturado sobre Lacunas de Competências
	Pelo menos uma micro-credencial ou módulo de ABD cocriado com a indústria foi testado nos últimos 12 meses
	O currículo inclui competências explícitas da Indústria 5.0 (centradas no ser humano, sustentáveis, resilientes)
	O processo de codesenho necessidades → workshop → entrega → avaliação está documentado

Tabela 6 – Lista de verificação de implementação

4.3.6 Exemplo prático: "Gémeo Digital para o Fabrico Sustentável"

Exemplo Prático

- **Necessidade Identificada:** o inquérito do IAB revelou uma necessidade nas competências de simulação.
- **Codesenho:** 1 workshop definiu um módulo de 6 ECTS. A Siemens forneceu acesso gratuito à sua plataforma de gémeo digital baseada na nuvem.
- **Entrega:** as equipas de estudantes construíram um gémeo digital de uma pequena célula de produção de um parceiro, otimizado para o consumo de energia.
- **Resultado:** 3 projetos de estudantes adotados por PME. O módulo desenvolvido está integrado no currículo principal.

Começar em pequena escala, cocriar rapidamente e medir através da empregabilidade dos diplomados e da satisfação dos empregadores. O Triângulo do Conhecimento não é um encargo de governação; é um motor de agilidade. Utilizar as ferramentas FuturENG (Radar de Tendências, Sprint de Necessidades, Ciclo de Codesenho) para transformar o ruído do mercado de trabalho em ação.

Alinhar a oferta educativa com as necessidades do mercado de trabalho exige identificar tendências e cocriar currículos, mas exige também mecanismos práticos que permitam que o conhecimento, a experiência e o know-how circulem continuamente entre a educação, a investigação e a indústria. Uma vez estabelecidas as estruturas de cooperação e alinhada a oferta formativa com as necessidades das partes interessadas, as instituições precisam de ferramentas adequadas para apoiar uma colaboração contínua.

O capítulo seguinte apresenta uma Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento, que oferece abordagens concretas para facilitar a partilha de conhecimento e sustentar a cooperação no âmbito do Triângulo do Conhecimento.

5 Ferramentas e Recursos para Facilitar a Transferência e Partilha de Conhecimento

A colaboração eficaz no âmbito do Triângulo do Conhecimento não depende apenas de parcerias estratégicas, mas também dos mecanismos práticos que permitem criar, partilhar e aplicar conhecimento entre a educação, a investigação, a inovação e a sociedade. As instituições de ensino superior desempenham um papel central ao facilitar estas interações, adotando abordagens pedagógicas, modelos de colaboração e soluções digitais que incentivam a partilha contínua de conhecimento entre estudantes, investigadores, pessoal académico, indústria e outras partes interessadas externas.

Este capítulo apresenta uma Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento, composta por ferramentas práticas, formatos de aprendizagem e mecanismos de cooperação que apoiam a colaboração no âmbito do Triângulo do Conhecimento. A caixa de ferramentas inclui abordagens como recursos educativos abertos, micro-credenciais, aprendizagem em contexto de trabalho, aprendizagem baseada em desafios, mentoria, design thinking, palestrantes convidados, iniciativas de formação conjunta e plataformas digitais de colaboração. Em conjunto, estas abordagens ajudam a reforçar as parcerias institucionais, a promover a aprendizagem ao longo da vida e a criar oportunidades para a cocriação e disseminação de conhecimento.

A caixa de ferramentas destina-se a ser um recurso prático para as instituições de ensino superior que procuram reforçar a transferência de conhecimento e a colaboração de longo prazo. Para cada ferramenta, o capítulo descreve o seu contributo para o Triângulo do Conhecimento, ilustra a sua aplicação através de exemplos da Kaunas University of Technology e de práticas internacionais, e destaca considerações-chave para uma implementação bem-sucedida. Em vez de prescrever uma abordagem única, a caixa de ferramentas incentiva as instituições a combinar ferramentas complementares que melhor apoiem os seus objetivos estratégicos, as necessidades das partes interessadas e os contextos educativos.

5.1 Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento

Uma Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento é um conjunto prático de ferramentas, formatos de aprendizagem e mecanismos de cooperação que permitem que o conhecimento circule entre instituições de ensino superior, indústria e organizações de investigação. No âmbito do Triângulo do Conhecimento, a transferência de conhecimento vai além da publicação de resultados de investigação ou da organização de eventos pontuais. Em vez disso, assenta em formatos replicáveis através dos quais o conhecimento académico, os resultados de investigação, a experiência da indústria e o know-how profissional podem ser trocados, adaptados, validados e reutilizados.

A caixa de ferramentas apresentada nesta secção centra-se em mecanismos que apoiam a colaboração de longo prazo. Cada ferramenta facilita um tipo diferente de fluxo de conhecimento:

- **Os cursos abertos e os Recursos Educativos Abertos (REA)** apoiam uma ampla disseminação do conhecimento.
- **As micro-credenciais** apoiam a requalificação certificada e a aprendizagem ao longo da vida.
- **A aprendizagem em contexto de trabalho** liga os aprendentes a desafios autênticos do local de trabalho.
- **Os oradores convidados e os papéis de docência dupla** integram conhecimento externo nos currículos.
- **Os sistemas de mentoria** facilitam a transferência de conhecimento profissional tácito.
- **As iniciativas de formação conjunta** criam ambientes de aprendizagem partilhados entre instituições de ensino superior, empresas e organizações de investigação.

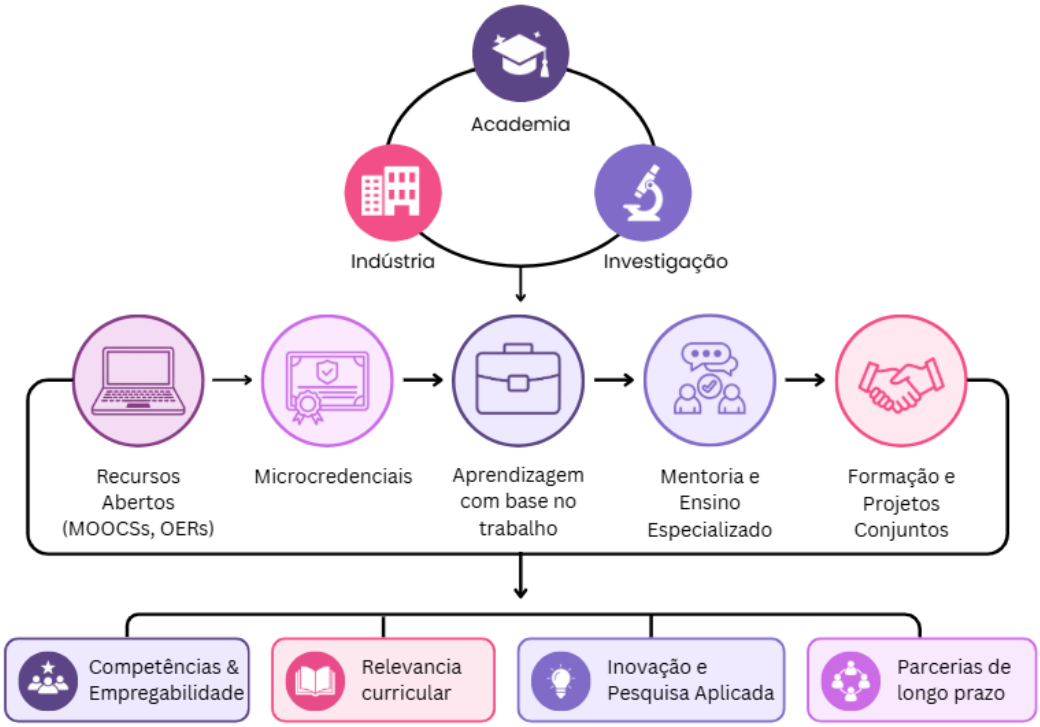


Imagem 8 – Toolbox de Transferência de Conhecimento

5.1.1 Recursos Educativos Abertos (REA), MOOCs e Plataformas de Aprendizagem Aberta

Os Recursos Educativos Abertos (REA), os Massive Open Online Courses (MOOC) e as plataformas de aprendizagem aberta melhoram o acesso ao conhecimento, disponibilizando gratuitamente recursos educativos de elevada qualidade a diversos aprendentes. No âmbito do Triângulo do Conhecimento, estas ferramentas facilitam a colaboração entre instituições de ensino superior, organizações de investigação, indústria e sociedade, apoiando a aprendizagem ao longo da vida, alargando a participação e permitindo a disseminação de conhecimento fundamentado em investigação. Quadros internacionais como a Recomendação da UNESCO sobre Recursos

Educativos Abertos (UNESCO, 2019) incentivam as instituições a desenvolver, partilhar e reutilizar materiais educativos sob licença aberta.

Os Cursos Abertos da KTU, o MIT OpenCourseWare e o TU Delft OpenCourseWare são exemplos de plataformas que disponibilizam MOOCs, micromódulos, Recursos Educacionais Abertos e materiais de aprendizagem passíveis de reutilização por estudantes, educadores e em aprendizagem ao longo da vida, para além dos programas de educação tradicionais.

Para maximizar o seu impacto, os REA e os MOOC devem estar alinhados com as prioridades institucionais, ser regularmente atualizados, disponibilizados sob licença aberta e concebidos para apoiar diversos aprendentes. A colaboração com parceiros externos pode reforçar ainda mais a relevância e a qualidade dos recursos de aprendizagem, alargando a sua utilização para além das instituições individuais.

5.1.2 Micro-credenciais e micro-módulos

Experiências educativas curtas e direcionadas podem ser certificadas como micro-credenciais, dando aos aprendentes uma forma flexível de terem as suas conquistas formalmente reconhecidas. Ao certificar resultados de aprendizagem claramente definidos, as micro-credenciais apoiam a aprendizagem ao longo da vida, a empregabilidade e o desenvolvimento rápido de competências (União Europeia, 2022), e permitem às instituições de ensino superior responder rapidamente a necessidades emergentes de competências, reforçando ao mesmo tempo a colaboração com a indústria e outros parceiros externos.

A ECIU University permite aos aprendentes obter micro-credenciais através de atividades de aprendizagem com base em desafios, cocriadas com parceiros externos (ECIU University, s.d.).

As micro-credenciais são mais eficazes quando são cocriadas com empregadores e organizações de investigação para responder a necessidades de competências identificadas. Combinadas em percursos de aprendizagem flexíveis, podem apoiar o desenvolvimento profissional contínuo, fornecendo aos aprendentes evidência reconhecida das competências adquiridas através da aprendizagem formal e não formal.

5.1.3 Aprendizagem em contexto de trabalho e plataformas de estágio

A aprendizagem em contexto de trabalho liga o estudo académico à prática profissional autêntica, permitindo aos aprendentes aplicar os seus conhecimentos em contextos organizacionais reais. No âmbito do Triângulo do Conhecimento, reforça a colaboração entre instituições de ensino superior, empregadores e organizações de investigação, apoiando a partilha mútua de conhecimento, o desenvolvimento de competências e a melhoria curricular.

O programa WANTed da KTU liga estudantes a empregadores através de estágios, aconselhamento de carreira e eventos de recrutamento, facilitando a transição da educação para o emprego.

A University of Waterloo e a **Northeastern University** mostram como o mesmo princípio pode ser aplicado à escala dentro dos próprios programas de grau, incorporando aprendizagem integrada no trabalho de forma estruturada, para que a experiência profissional e as parcerias com empregadores se construam continuamente ao longo do curso, e não apenas no final (University of Waterloo, s.d.; Northeastern University, s.d.).

O maior valor da aprendizagem em contexto de trabalho é alcançado quando os estágios são integrados nos programas académicos, ligados a resultados de aprendizagem claramente definidos e apoiados por uma mentoria e colaboração eficazes entre universidades e empregadores. O feedback regular dos estudantes e dos parceiros da indústria deve ser utilizado para melhorar continuamente tanto as experiências de aprendizagem como os programas de estudo.

5.1.4 Formatos de aprendizagem baseada em desafios e em problemas

A aprendizagem baseada em desafios e a aprendizagem baseada em problemas (ABP) envolvem os aprendentes na resolução de desafios societais e industriais autênticos, através da colaboração com partes interessadas externas. Estas abordagens reforçam o Triângulo do Conhecimento, ligando a educação, a investigação e a inovação, ao mesmo tempo que permitem aos estudantes aplicar conhecimento teórico a problemas do mundo real.

A Aalborg University e a **ECIU University** demonstram como desafios autênticos da indústria podem transformar a aprendizagem teórica em experiências práticas de inovação, com exemplos como o quadro CDIO, que combina desafios autênticos de engenharia com uma conceção pedagógica estruturada.

A aprendizagem baseada em desafios e em problemas é mais eficaz quando as partes interessadas externas participam na definição de desafios autênticos e os estudantes recebem supervisão académica adequada ao longo do processo de aprendizagem. A avaliação deve considerar não só as soluções técnicas, mas também a colaboração, o pensamento crítico, a criatividade e a aplicação de métodos de investigação.

5.1.5 Palestrantes convidados, especialistas visitantes e papéis de docência dupla

Os palestrantes convidados, os especialistas visitantes e os papéis de docência dupla permitem às instituições de ensino superior integrar conhecimento externo no ensino e na aprendizagem. Ao envolver profissionais da indústria, investigadores, empreendedores e académicos internacionais, estas abordagens reforçam o Triângulo do Conhecimento através da troca de conhecimento atual, experiência prática e perspetivas fundamentadas em investigação.

A KTU Global Faculty Week e o **projeto Virtual Visiting Professors** trazem conhecimento internacional diretamente para o ensino e o desenvolvimento curricular.

Os maiores benefícios são alcançados quando os especialistas externos contribuem não só para o ensino, mas também para a conceção curricular, a supervisão de estudantes e o desenvolvimento de recursos de aprendizagem. Responsabilidades claras, alinhamento com os resultados de aprendizagem e apoio institucional ajudam a garantir que estas colaborações criam valor sustentável para estudantes, educadores e organizações parceiras.

5.1.6 Sistemas de mentoria e aprendizagem entre pares

A mentoria apoia o desenvolvimento pessoal, académico e profissional dos aprendentes através de orientação, partilha de experiência e troca de conhecimento. No âmbito do Triângulo do Conhecimento, a mentoria facilita a transferência de conhecimento tácito e reforça a colaboração entre instituições de ensino superior, indústria e organizações de investigação, ligando os aprendentes a profissionais experientes.

O GUIDed Mentoring Programme da KTU e o **Cross-Border Mentoring Programme da ENHANCE Alliance** demonstram como a mentoria pode fomentar a colaboração internacional, ligando estudantes e mentores de universidades parceiras, promovendo a aprendizagem intercultural e a troca de experiências académicas e profissionais.

A mentoria é mais eficaz quando os mentores e os mentorandos são cuidadosamente emparelhados, as expectativas são claramente definidas e é apoiada uma comunicação regular ao longo do programa. Iniciativas de mentoria bem concebidas reforçam as redes profissionais, apoiam o desenvolvimento de carreira e promovem a troca de conhecimento de longo prazo entre fronteiras institucionais e organizacionais.

5.1.7 Design thinking e metodologias de inovação

Combinando criatividade, colaboração e resolução iterativa de problemas, o design thinking é uma abordagem à inovação centrada no ser humano, bem adaptada a desafios complexos. Apoia a colaboração no Triângulo do Conhecimento, integrando as diversas perspetivas de instituições de ensino superior, investigadores, parceiros da indústria e aprendentes ao longo do processo de inovação.

A HPI d.school e a **Stanford d.school** utilizam equipas interdisciplinares e design centrado no utilizador para resolver desafios do mundo real através da inovação, desenvolvendo simultaneamente competências de criatividade, trabalho em equipa e resolução de problemas.

O design thinking é mais eficaz quando os aprendentes trabalham em desafios autênticos, em equipas interdisciplinares, e se envolvem com os utilizadores finais ao longo de todo o processo de design. Uma implementação bem-sucedida exige facilitação qualificada, oportunidades de experimentação e reflexão, e uma colaboração ativa entre universidades e parceiros externos, de modo a garantir que as soluções propostas respondem a necessidades societais ou industriais reais.

5.1.8 Programas de formação conjunta e comunidades de prática

As instituições de ensino superior, as organizações de investigação, a indústria e outras partes interessadas podem aprender de forma colaborativa através de programas de formação conjunta e comunidades de prática, trocando conhecimento e desenvolvendo práticas educativas partilhadas. Estas abordagens reforçam as parcerias de longo prazo no Triângulo do Conhecimento, apoiando a aprendizagem profissional contínua e a cocriação de conhecimento.

A Global Faculty Week da KTU reúne docentes internacionais para trocar práticas de ensino, explorar abordagens pedagógicas inovadoras e estabelecer novas colaborações educativas e de investigação.

As Alianças de Universidades Europeias utilizam programas de formação conjunta e comunidades de prática para partilhar conhecimento e reforçar a capacidade institucional.

A eficácia destas abordagens depende de um envolvimento sustentado, e não de eventos pontuais. As instituições devem incentivar a interação regular, o desenvolvimento colaborativo de recursos e a utilização de plataformas digitais para apoiar a troca contínua de conhecimento e manter redes profissionais ativas para além da duração de projetos individuais.

5.1.9 Plataformas digitais de colaboração e ecossistemas de partilha de conhecimento

As plataformas digitais de colaboração apoiam a troca contínua de conhecimento, permitindo a comunicação, a partilha de recursos e a aprendizagem colaborativa para além de fronteiras institucionais e geográficas. No âmbito do Triângulo do Conhecimento, fornecem a infraestrutura que liga instituições de ensino superior, organizações de investigação, parceiros da indústria e aprendentes ao longo de todo o processo de colaboração.

Plataformas como o **MIT OpenCourseWare** disponibilizam recursos educativos a nível mundial, apoiando a partilha de conhecimento muito além de uma única instituição.

O valor das plataformas digitais de colaboração depende de uma participação ativa, e não apenas da tecnologia. As instituições devem estabelecer uma governação clara, promover a partilha de conhecimento e garantir que os recursos digitais permanecem acessíveis, atualizados e

reutilizáveis. Combinadas com a colaboração presencial, estas plataformas proporcionam uma base sustentável para a troca de conhecimento de longo prazo e a cooperação institucional.

5.1.10 Utilizar a Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento na Prática

A Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento apresentada neste capítulo destina-se a ser um quadro flexível para reforçar a colaboração entre a educação, a investigação, a inovação e a sociedade. Em vez de aplicar ferramentas individuais de forma isolada, as instituições devem combinar abordagens complementares que respondam às suas prioridades estratégicas, às necessidades dos aprendentes e aos objetivos de parceria.

Por exemplo, os REA e os MOOC podem alargar o acesso ao conhecimento, enquanto a aprendizagem baseada em desafios, a aprendizagem em contexto de trabalho e o design thinking permitem aos aprendentes aplicar esse conhecimento em contextos autênticos. As micro-credenciais reconhecem competências adquiridas, a mentoria apoia o desenvolvimento profissional, e os programas de formação conjunta e as plataformas digitais de colaboração sustentam a troca de conhecimento de longo prazo entre instituições de ensino superior e parceiros externos.

Não existe um modelo único para uma transferência de conhecimento bem-sucedida. As instituições devem selecionar e combinar ferramentas de acordo com os seus objetivos educativos, os recursos disponíveis e as necessidades das partes interessadas. Quando implementada de forma estratégica, a Caixa de Ferramentas de Transferência de Conhecimento reforça a colaboração dentro do Triângulo do Conhecimento, promove a inovação, melhora o desenvolvimento dos aprendentes e contribui para parcerias institucionais sustentáveis.

5.2 Atividades de Cooperação e Inovação

A cooperação eficaz no Triângulo do Conhecimento não se alcança através de atividades de colaboração isoladas, mas sim através da conceção deliberada de um ecossistema de cooperação que permita a troca contínua de conhecimento, a cocriação, a inovação e parcerias institucionais de longo prazo. Embora atividades individuais, como estágios, hackathons, aprendizagem baseada em projetos ou investigação conjunta, contribuam cada uma para a colaboração, o seu maior valor concretiza-se quando são implementadas como componentes complementares de uma estratégia institucional coerente.

As instituições de ensino superior, a indústria e as organizações de investigação contribuem com conhecimentos, perspetivas e recursos diferentes para o Triângulo do Conhecimento. Por conseguinte, as atividades de cooperação não devem ser selecionadas apenas com base na disponibilidade ou na tradição, mas sim alinhadas com os objetivos estratégicos, as necessidades das partes interessadas, a capacidade organizacional e os resultados pretendidos da colaboração. As instituições devem, por isso, adotar uma abordagem de portefólio, combinando atividades que, em conjunto, reforcem a educação, a investigação, a inovação e a valorização do conhecimento.

Em vez de prescrever um modelo único de colaboração, esta secção apresenta uma metodologia prática para selecionar, implementar e combinar atividades de cooperação que apoiem parcerias sustentáveis no Triângulo do Conhecimento. (Council of the European Union, 2022; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; European Commission, 2024; OECD & European Commission, n.d.).

5.2.1 Conceber um Portefólio de Cooperação para o Triângulo do Conhecimento

Uma cooperação bem-sucedida no Triângulo do Conhecimento começa com a seleção de atividades alinhadas com os objetivos institucionais e as expectativas das partes interessadas. As instituições devem conceber um portefólio de cooperação equilibrado, em vez de depender de iniciativas isoladas. A seleção de atividades deve orientar-se por quatro princípios:

Princípio	O que significa na prática
Propósito estratégico	A atividade apoia a estratégia institucional, e não apenas o interesse individual.
Participação das partes interessadas	A educação, a indústria e a investigação estão todas significativamente envolvidas, e não apenas representadas.
Troca recíproca de conhecimento	O conhecimento flui em ambas as direções, em vez de um parceiro se limitar a entregar ao outro.
Sustentabilidade de longo prazo	A atividade pode continuar para além de um único projeto ou ciclo de financiamento.

Nenhuma atividade de cooperação isolada alcança, por si só, todos estes objetivos. As instituições devem, por isso, combinar mecanismos complementares ao longo de todo o ciclo de colaboração. (Ankrah & Al-Tabbaa, 2015; Chesbrough, 2003; European Commission, 2024; OECD & European Commission, n.d.).

5.2.2 Portefólio de Atividades de Cooperação

O portefólio de atividades abaixo ilustra como diferentes formas de colaboração contribuem para objetivos distintos, reforçando em conjunto a cooperação no Triângulo do Conhecimento.

Atividade de Cooperação	Objetivo Principal	Principais Partes Interessadas	Contributo para o Triângulo do Conhecimento	Aplicação Recomendada
Hackathons	Gerar ideias inovadoras	IES, Indústria, Investigação	Resolução colaborativa de problemas	Ideação em fase inicial
Aprendizagem baseada em projetos	Aplicar conhecimento	Estudantes, Indústria	Cocriação	Entrega curricular

Estágios	Aprendizagem em contexto de trabalho	Estudantes, Empregadores	Troca de conhecimento	Desenvolvimento de competências
Intercâmbios de pessoal	Mobilidade intersetorial	Academia, Indústria	Transferência de conhecimento especializado	Reforço da parceria
Sabáticos académicos	Imersão industrial	Académicos, Indústria	Integração investigação-prática	Melhoria curricular
Investigação conjunta	I&D colaborativa	Todos os parceiros	Inovação	Desenvolvimento tecnológico
Seminários Indústria-IES	Networking	Todos os parceiros	Disseminação de conhecimento	Envolvimento das partes interessadas
Mostras de inovação	Disseminação	Todos os parceiros	Visibilidade	Partilha de resultados
Empreendedorismo	Criação de empresas	Estudantes, Investigadores	Comercialização	Apoio à inovação
Spin-offs académicas	Valorização do conhecimento	IES, Indústria	Impacto económico	Transferência de tecnologia

Tabela 7 – Portefólio de atividades de cooperação

O portefólio de atividades baseia-se em evidência sobre a colaboração universidade-indústria, mecanismos de transferência de conhecimento, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem em contexto de trabalho e ensino superior empreendedor (Ankrah & Al-Tabbaa, 2015; Guo et al., 2020; Hofer & Potter, 2010; OECD, 2019; Rienties et al., 2023).

5.2.3 Combinar Atividades de Cooperação

A eficácia da cooperação no Triângulo do Conhecimento não depende da implementação bem-sucedida de atividades individuais, mas sim da integração estratégica de mecanismos de cooperação complementares ao longo de todo o ciclo de colaboração. As atividades individuais respondem a diferentes objetivos educativos, de investigação, de inovação e de envolvimento das partes interessadas; contudo, o seu impacto coletivo é significativamente maior quando são deliberadamente combinadas para apoiar a troca contínua de conhecimento, a aprendizagem organizacional e o desenvolvimento de parcerias de longo prazo. Por conseguinte, as instituições devem encarar as atividades de cooperação como componentes interligados de uma estratégia institucional de colaboração, e não como iniciativas independentes.

Esta abordagem integrada reflete a perspetiva de ecossistema promovida pela recente política europeia de valorização do conhecimento, na qual as instituições de ensino superior, a indústria, as organizações de investigação e outras partes interessadas contribuem com conhecimentos complementares para criar valor social, educativo e económico. Em vez de operarem

sequencialmente, as atividades de cooperação reforçam-se mutuamente através de uma interação contínua, permitindo que o conhecimento seja gerado, aperfeiçoado e aplicado além das fronteiras organizacionais.

Iniciativas baseadas em desafios, como os hackathons, podem gerar conceitos inovadores que são posteriormente explorados através da aprendizagem baseada em projetos e da investigação colaborativa. Os estágios, os intercâmbios de pessoal e os sabáticos académicos reforçam a troca recíproca de conhecimento, ao mesmo tempo que validam ideias em contextos profissionais. As mostras de inovação divulgam resultados, atraem novos parceiros e incentivam um envolvimento mais amplo das partes interessadas, enquanto as iniciativas de empreendedorismo e as spin-offs académicas facilitam a tradução dos resultados de investigação e educativos em impacto prático e societal. Conceber estas atividades como um portefólio integrado cria, assim, um percurso contínuo que liga a educação, a investigação, a inovação e a valorização do conhecimento.

As instituições devem rever e aperfeiçoar continuamente os seus portefólios de cooperação, com base na evidência gerada através da avaliação. Ao fazê-lo, a colaboração evolui de um conjunto de atividades individuais para uma metodologia institucional coerente, capaz de apoiar o desenvolvimento de parcerias de longo prazo e a melhoria contínua. (Chesbrough, 2003; Council of the European Union, 2022; European Commission, 2024; Nonaka & Takeuchi, 1995).

5.2.4 Recomendações Práticas

O êxito da implementação da cooperação no Triângulo do Conhecimento depende menos da seleção de atividades individuais do que da sua integração na estratégia institucional, na governação e nos processos de melhoria contínua. Os mecanismos de cooperação devem, por isso, estar alinhados com as prioridades institucionais, as necessidades regionais e as expectativas das partes interessadas, assegurando que as atividades colaborativas contribuem para objetivos organizacionais de longo prazo, em vez de resultados isolados de projeto.

É igualmente importante a participação ativa das instituições de ensino superior, da indústria, das organizações de investigação e de outras partes interessadas ao longo de todo o ciclo de cooperação. A apropriação partilhada reforça a confiança, melhora a relevância das atividades e promove a troca recíproca de conhecimento. A avaliação deve estar integrada na implementação, de forma a fornecer evidência que informe o aperfeiçoamento dos portefólios de cooperação e apoie a aprendizagem organizacional.

Por último, as instituições devem capturar e reutilizar sistematicamente o conhecimento gerado através da colaboração. As lições aprendidas, os recursos educativos e os exemplos de boas práticas devem ser incorporados em iniciativas futuras, reforçando a capacidade institucional e garantindo que uma cooperação bem-sucedida continua a gerar valor para além de projetos individuais. (Ankrah & Al-Tabbaa, 2015; European Commission, 2024; Nonaka & Takeuchi, 1995; OECD & European Commission, n.d.).

6 Medir o Impacto e a Eficácia da Cooperação no Triângulo do Conhecimento

6.1 Quadro de KPI e Abordagens de Avaliação

A metodologia do Triângulo do Conhecimento reúne três grupos de parceiros com lógicas institucionais, calendários e definições de valor diferentes. Como resultado, cada grupo de parceiros define o sucesso de forma diferente, pelo que avaliar se a cooperação está a funcionar exige colocar uma pergunta diferente a cada grupo.

Compreender o impacto é crucial para a eficácia das iniciativas do Triângulo do Conhecimento. Este tipo de cooperação exige um esforço sustentado de todos os parceiros envolvidos, e esse esforço só pode manter-se se os parceiros forem capazes de reconhecer o valor que gera.

Os indicadores de desempenho fornecem um meio estruturado de acompanhar o progresso ao longo do tempo e em diferentes atividades, traduzindo o progresso em termos mensuráveis. No entanto, nenhum indicador isolado consegue captar todas as dimensões daquilo que a cooperação produz, pelo que se propõe abaixo uma abordagem abrangente que aborda os três lados do Triângulo do Conhecimento.

As instituições de ensino superior e de EFP, a indústria e as organizações de investigação têm razões diferentes para aderir e se envolver numa cooperação do Triângulo do Conhecimento: capacidade pedagógica, acesso a talento e relevância para as necessidades da indústria e a tradução técnica (Valentín, 2000).

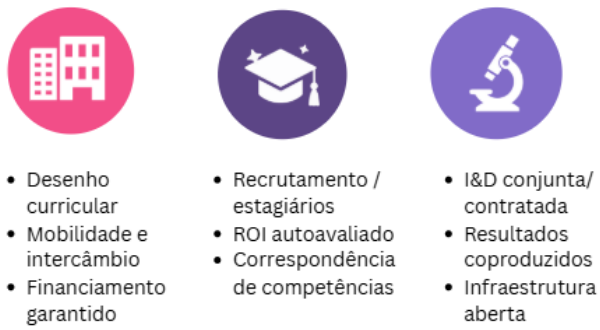


Imagem 9 – Valor acrescentado para instituições de ensino, indústria e investigação ao integrarem a cooperação do Triângulo do Conhecimento

Assim, os indicadores utilizados para avaliar o sucesso devem refletir estas diferenças. Este quadro propõe, por isso, um conjunto distinto de indicadores para cada grupo de parceiros, em vez de um único conjunto partilhado de indicadores de desempenho.

Ator	Indicador	Ferramenta
Instituições de ensino	Currículos, módulos de formação ou materiais de aprendizagem novos ou atualizados, desenvolvidos no âmbito da cooperação	Registos curriculares institucionais, revisão de alterações aprovadas a cursos/programas
	N.º de estudantes/pessoal em formação, colocações ou oportunidades de intercâmbio desenvolvidas no âmbito da cooperação	Registos de inscrição e participação; registos de mobilidade/intercâmbio
	Percentagem de estudantes que classificam o currículo/atividade como relevante	Inquéritos de feedback
	Estudantes de pós-graduação/doutoramento ligados à indústria em programas de formação	Registos institucionais dos programas, revisão curricular
	Financiamento, recursos, infraestrutura obtidos através da parceria	Registos de acordos, financiamento
Empresas/indústria	N.º de diplomados/estudantes recrutados, em estágio	Registos de recrutamento, registos de estágios e colocações
	Autoavaliação do retorno dos recursos investidos	Entrevistas, inquéritos
	Grau de correspondência entre as competências dos diplomados e as necessidades da empresa	Inquéritos a empregadores, dados de inserção profissional dos diplomados
Organizações de investigação	Projetos de investigação conjuntos/contratados com parceiros do ensino superior/indústria	Contratos de investigação
	Publicações e resultados coproduzidos através da cooperação	Artigos, registos de publicação
	Participação em infraestruturas de inovação partilhadas (clusters, incubadoras, plataformas de inovação aberta)	Registos institucionais
Transversal	Os três atores classificam a cooperação como bem-sucedida	Inquérito/entrevista a cada ator

Tabela 8 – Tabela-resumo de KPI do KTM

Adaptado de Valentín (2000), Unger e Polt (2017), Perkmann et al. (2011), Perkmann et al. (2013), Ramli e Senin (2021), e do Erasmus+ Impact Handbook (2024).

Estes indicadores devem ser avaliados em dois momentos do ciclo de cooperação: no início, para estabelecer uma linha de base, e no encerramento, para avaliar o impacto do esforço de

cooperação. Isto permite aos atores observar a mudança atribuível à cooperação, em vez de uma única fotografia da atividade num dado momento.

Sempre que possível, estes indicadores devem basear-se em registos e processos já existentes em cada organização, em vez de exigirem a construção de novos sistemas exclusivamente para fins de avaliação. Manter a recolha de dados proporcional à escala da cooperação ajuda a garantir que os parceiros a conseguem sustentar ao longo do tempo, em vez de tratarem a medição como um encargo adicional sobre recursos já limitados.

6.2 Impacto Prático e Evidência de Implementação

O quadro de KPI apresentado na secção anterior identifica o que deve ser medido ao longo do ciclo de vida de uma cooperação no Triângulo do Conhecimento. No entanto, os indicadores quantitativos, por si só, raramente fornecem um quadro completo do valor gerado pela colaboração. Números como o número de atividades conjuntas, de estudantes envolvidos ou de currículos desenvolvidos demonstram a escala da implementação, mas não explicam de que forma a cooperação influenciou a prática institucional, reforçou as relações entre partes interessadas ou melhorou os resultados de aprendizagem.

Por este motivo, a medição de KPI deve ser complementada com evidência qualitativa de implementação. Entrevistas, grupos focais, reflexões dos participantes, estudos de caso, testemunhos e exemplos de mudança institucional ajudam a explicar por que motivo determinadas abordagens tiveram sucesso, que condições possibilitaram a colaboração e como os resultados podem ser replicados por outras organizações. Combinar evidência quantitativa e qualitativa cria uma compreensão mais abrangente da eficácia e da sustentabilidade da cooperação no Triângulo do Conhecimento.

O projeto FuturENG fornece exemplos práticos de como esta abordagem de avaliação pode ser aplicada. Em vez de considerar os KPI como indicadores de desempenho isolados, o projeto demonstra como os resultados mensuráveis podem ser interpretados à luz de evidência de inovação educativa, aprendizagem institucional e colaboração intersetorial.

6.2.1 Exemplos Ilustrativos de Impacto Prático

Um dos exemplos mais fortes de cooperação bem-sucedida foi a cocriação de recursos educativos por representantes de instituições de ensino superior, organizações de investigação e parceiros da indústria, com base nos contributos complementares dos parceiros descritos no Capítulo 2.

O resultado foi um conjunto de recursos de aprendizagem que combinou qualidade académica com relevância prática e refletiu os pontos fortes complementares de todos os grupos de parceiros do Triângulo do Conhecimento.

A cooperação estendeu-se também a ambientes de aprendizagem experiencial, nomeadamente o Hackathon internacional e a LTTA realizada nos laboratórios do ISQ, ambos descritos no Capítulo 2.

Estas atividades demonstraram como a cooperação do Triângulo do Conhecimento pode reforçar não só as competências técnicas, mas também a criatividade, o trabalho em equipa, a comunicação e a capacidade de resolução de problemas, cada vez mais valorizadas pelos empregadores.

A implementação-piloto dos recursos de aprendizagem do FuturENG forneceu também evidência valiosa de implementação, abrangendo três recursos:

- MOOC Tech Essentials;
- Toolbox de Aprendizagem Baseada em Desafios;
- Guia e Roteiro dos Educadores.

Os três foram testados com estudantes de engenharia e docentes do ensino superior nos países parceiros. Os elevados níveis de satisfação, usabilidade e relevância percecionada demonstraram que os recursos desenvolvidos responderam com sucesso tanto às necessidades educativas como às do mercado de trabalho, enquanto o feedback dos participantes informou o aperfeiçoamento final antes da conclusão.

6.2.2 Evidência de Adoção e Utilização

Vários dos indicadores apresentados na Secção 6.1 podem também servir como evidência de adoção e sustentabilidade de longo prazo, quando monitorizados para além do período de implementação do projeto. Exemplos típicos incluem:

- integração dos recursos de aprendizagem desenvolvidos pelo projeto nos currículos universitários existentes;
- utilização continuada de MOOCs, atividades de aprendizagem baseada em desafios e WebQuests após a conclusão do projeto;
- estabelecimento de novas parcerias universidade–indústria–investigação, com base na cooperação anterior;
- participação continuada de especialistas da indústria na conceção curricular, na docência convidada e em atividades de mentoria;
- reutilização ou adaptação das metodologias do projeto em novas iniciativas educativas, de investigação ou de inovação.

No âmbito do FuturENG, estas formas de adoção refletem-se no compromisso dos parceiros em incorporar os resultados do projeto nos programas de engenharia, continuar a aplicar as abordagens de aprendizagem baseada em desafios e expandir a colaboração através de novas iniciativas Erasmus+ e de investigação. Esta evidência demonstra que a cooperação progrediu

para além de atividades temporárias de projeto, rumo a parcerias institucionais sustentáveis e a uma troca contínua de conhecimento.

6.2.3 Dos Indicadores à Evidência

O propósito dos KPI não é apenas reportar desempenho, mas apoiar a aprendizagem organizacional e a melhoria contínua. Os indicadores tornam-se significativos quando interpretados em relação a uma mudança institucional mais ampla e às experiências das partes interessadas. A tabela abaixo apresenta exemplos de como os resultados quantitativos podem ser traduzidos em evidência de uma cooperação bem-sucedida no Triângulo do Conhecimento.

Resultado de KPI	Evidência de Impacto Prático
Percentagem de estudantes que classificam a Aprendizagem Baseada em Desafios como relevante e envolvente	As atividades de aprendizagem são percecionadas como relevantes, envolventes e estreitamente ligadas à prática autêntica da engenharia.
N.º de estudantes em formação, colocações ou oportunidades de intercâmbio desenvolvidas através da cooperação	Melhoria das competências transversais, incluindo trabalho em equipa, comunicação, pensamento sistémico e capacidade de inovação.
Currículos e módulos de formação novos ou atualizados desenvolvidos	Adoção institucional da cooperação no Triângulo do Conhecimento e da inovação curricular.
Utilização continuada dos recursos do projeto	Sustentabilidade dos resultados do projeto e valor educativo de longo prazo.
Financiamento, recursos ou infraestrutura obtidos através de novos acordos de parceria	Institucionalização da colaboração para além do financiamento do projeto e reforço dos ecossistemas regionais de inovação.
Maior participação de especialistas da indústria no ensino	Maior alinhamento entre os currículos e as necessidades do mercado de trabalho, com maior exposição dos estudantes à prática profissional.

Tabela 9 – Exemplos de evidências de KPI

Em última análise, a eficácia da cooperação no Triângulo do Conhecimento não deve ser avaliada apenas pelo número de atividades realizadas, mas pela medida em que a colaboração muda as práticas institucionais, reforça as parcerias, melhora a qualidade educativa e prepara os diplomados para responder aos desafios da transição digital e verde. A avaliação baseada em evidência permite, por isso, às organizações não só demonstrar impacto, mas também aperfeiçoar e reforçar continuamente futuras iniciativas de cooperação.

7 Direções Futuras e Oportunidades de Desenvolvimento

Este capítulo explora como a cooperação no Triângulo do Conhecimento pode evoluir para além da colaboração baseada em projetos, rumo a ecossistemas de cooperação sustentáveis, adaptáveis e orientados para o futuro. A Imagem 6 resume os principais facilitadores organizacionais necessários para incorporar, sustentar e escalar a cooperação no Triângulo do Conhecimento.

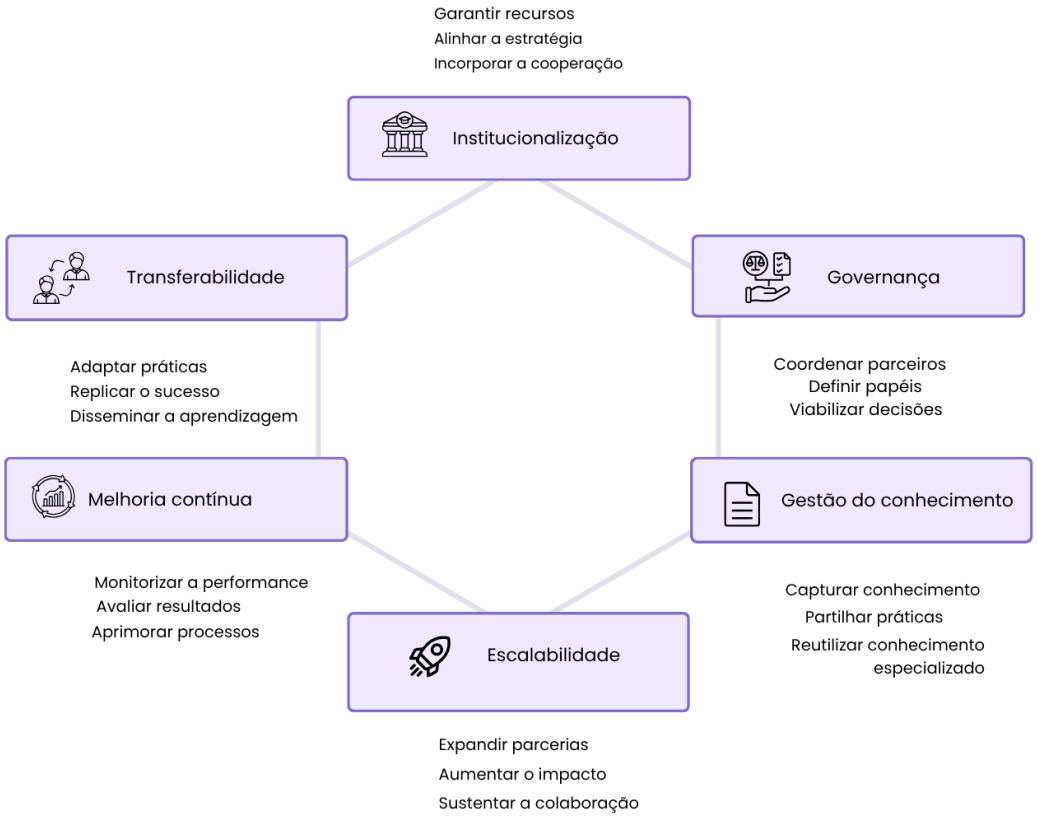


Imagem 10 – Facilitadores organizacionais que apoiam uma cooperação sustentável do Triângulo do Conhecimento

7.1 Sustentabilidade e Transferibilidade

O sucesso de longo prazo da cooperação no Triângulo do Conhecimento não depende apenas da qualidade das atividades de colaboração individuais, mas também da capacidade das organizações participantes de sustentar, adaptar e melhorar continuamente estas atividades para além da duração de projetos ou programas de financiamento específicos. Embora muitas iniciativas colaborativas gerem resultados positivos durante a implementação, o seu valor de longo prazo é frequentemente limitado quando a cooperação permanece dependente de

financiamento temporário, de indivíduos-chave ou de esforços institucionais isolados.

Uma cooperação sustentável no Triângulo do Conhecimento exige, por isso, uma mudança da colaboração baseada em projetos para a capacidade institucional. Em vez de tratarem a cooperação como uma série de iniciativas independentes, as instituições de ensino superior, a indústria e as organizações de investigação devem estabelecer estruturas organizacionais, mecanismos de governação e de aprendizagem contínua que permitam que a colaboração se torne parte integrante das suas atividades estratégicas e operacionais. Igualmente importante é a capacidade de transferir modelos de cooperação bem-sucedidos para diferentes contextos institucionais, permitindo que as boas práticas sejam adaptadas, replicadas e continuamente aperfeiçoadas.

Com base nas atividades de cooperação apresentadas na Secção 5.2 e nas abordagens de avaliação descritas na Secção 6, esta secção delineia os princípios organizacionais que permitem que a cooperação no Triângulo do Conhecimento evolua para um modelo de colaboração sustentável e transferível. (Council of the European Union, 2022; European Commission, 2024; OECD & European Commission, n.d.; Senge, 1990).

Uma cooperação sustentável no Triângulo do Conhecimento exige, por isso, uma mudança da colaboração baseada em projetos para a capacidade institucional. Em vez de tratarem a cooperação como uma série de iniciativas independentes, as instituições de ensino superior, a indústria e as organizações de investigação devem estabelecer estruturas organizacionais, mecanismos de governação e de aprendizagem contínua que permitam que a colaboração se torne parte integrante das suas atividades estratégicas e operacionais. Igualmente importante é a capacidade de transferir modelos de cooperação bem-sucedidos para diferentes contextos institucionais, permitindo que as boas práticas sejam adaptadas, replicadas e continuamente aperfeiçoadas.

7.1.1 Institucionalizar a Cooperação no Triângulo do Conhecimento

A cooperação no Triângulo do Conhecimento torna-se sustentável quando é incorporada no funcionamento normal das organizações participantes, em vez de ser gerida como um projeto temporário. Embora o financiamento externo constitua frequentemente o catalisador da colaboração, o sucesso de longo prazo depende de um compromisso institucional que se prolonga para além da duração das iniciativas individuais. Os planos estratégicos, as políticas organizacionais e os procedimentos operacionais devem, por isso, reconhecer explicitamente a cooperação com a indústria e com organizações de investigação como uma atividade institucional central, a par do ensino e da investigação.

A institucionalização exige também o compromisso da liderança. A gestão de topo desempenha um papel essencial na definição de prioridades organizacionais, na alocação de recursos e na criação de um ambiente em que a colaboração é reconhecida como uma componente integrante

da prática académica e profissional. Quando as atividades de cooperação estão incorporadas na governação institucional, apoiadas por mecanismos de coordenação dedicados e refletidas nos objetivos organizacionais, as parcerias tornam-se mais resilientes a mudanças de pessoal e a ciclos de financiamento, criando simultaneamente valor duradouro para todas as partes interessadas.

Em vez de preservar projetos individuais, as instituições devem centrar-se em preservar a capacidade organizacional de estabelecer, gerir e desenvolver continuamente parcerias colaborativas. (European Commission, 2024; OECD & European Commission, n.d.; Senge, 1990).

7.1.2 Governação, Aprendizagem Organizacional e Troca de Conhecimento

Uma governação eficaz proporciona o quadro organizacional através do qual a cooperação no Triângulo do Conhecimento pode desenvolver-se e amadurecer ao longo do tempo. Responsabilidades claras, processos de decisão transparentes e mecanismos de comunicação regulares permitem aos parceiros manter objetivos partilhados, ao mesmo tempo que adaptam as atividades de cooperação às necessidades institucionais e societais em evolução. A governação deve, por isso, ser vista não apenas como um requisito administrativo, mas como um facilitador da colaboração contínua.

Igualmente importante é o desenvolvimento de mecanismos de aprendizagem organizacional. Cada atividade de cooperação gera conhecimento relativo ao envolvimento das partes interessadas, à prática educativa, aos processos de inovação e à gestão de parcerias. Capturar esta experiência, refletir sobre as lições aprendidas e integrar as práticas bem-sucedidas em iniciativas futuras permite às instituições reforçar progressivamente as suas capacidades de colaboração. A troca de conhecimento deve, por isso, ir além da transferência de conhecimento técnico, incluindo a partilha contínua de experiência organizacional, permitindo às instituições construir capacidade cumulativa, em vez de recriarem repetidamente os mecanismos de cooperação a partir do zero. (Argyris & Schön, 1978; European Commission, 2024; Nonaka & Takeuchi, 1995).

7.1.3 Valorização do Conhecimento e Melhoria Contínua

A sustentabilidade da cooperação no Triângulo do Conhecimento depende da capacidade das organizações participantes de transformar o conhecimento gerado pela colaboração em valor institucional de longo prazo. Os recursos educativos, os resultados de investigação, as práticas inovadoras e a experiência organizacional devem, por isso, ser sistematicamente capturados, partilhados e reutilizados, de forma a maximizar o seu impacto para além de projetos individuais. A valorização do conhecimento amplia os benefícios da colaboração, garantindo que as práticas bem-sucedidas se tornam parte integrante dos processos institucionais, ao mesmo tempo que apoia a inovação, o desenvolvimento regional e a aprendizagem ao longo da vida.

A melhoria contínua fornece o mecanismo através do qual este conhecimento é transformado em ação futura. A avaliação não deve limitar-se a demonstrar o sucesso das atividades concluídas,

mas gerar evidência que informe as iniciativas de cooperação seguintes. As abordagens de monitorização apresentadas na Secção 6 constituem, por isso, um importante mecanismo de retroação, permitindo às instituições identificar pontos fortes, reconhecer oportunidades de melhoria e adaptar as atividades de cooperação de acordo com a evolução das expectativas das partes interessadas. Deste modo, a avaliação torna-se uma componente integrante da aprendizagem organizacional, e não um requisito final do projeto (Council of the European Union, 2022; Deming, 1986; European Commission, 2024; Nonaka & Takeuchi, 1995).

7.1.4 Escalabilidade e Transferibilidade

A cooperação no Triângulo do Conhecimento deve ser concebida de forma a que as práticas bem-sucedidas possam ser transferidas entre diferentes contextos institucionais, regionais e internacionais. A transferibilidade não implica uma replicação idêntica das atividades individuais, mas sim a adaptação de princípios de cooperação comprovados a diferentes ambientes organizacionais. As instituições variam consideravelmente em dimensão, estruturas de governação, foco disciplinar e prioridades regionais; por conseguinte, as metodologias de cooperação devem manter-se suficientemente flexíveis para acomodar estas diferenças, preservando ao mesmo tempo os princípios que sustentam uma colaboração bem-sucedida.

Da mesma forma, a escalabilidade exige que as organizações avancem de atividades-piloto isoladas para a implementação institucional. As iniciativas bem-sucedidas devem evoluir gradualmente para práticas institucionais estabelecidas, apoiadas por uma governação, alocação de recursos e avaliação contínua adequadas. Esta abordagem permite às organizações ampliar o impacto da cooperação no Triângulo do Conhecimento, criando simultaneamente parcerias resilientes, capazes de responder à mudança tecnológica, educativa e societal. (European Commission, 2024; OECD & European Commission, n.d.; Senge, 1990).

7.1.5 Perspetivas de Sustentabilidade

Uma cooperação sustentável no Triângulo do Conhecimento não se alcança através da continuação de projetos individuais, mas através do desenvolvimento de capacidade organizacional. As instituições que incorporam a colaboração nos seus objetivos estratégicos, nas estruturas de governação, nas práticas de gestão do conhecimento e nos processos de melhoria contínua estão em melhor posição para estabelecer parcerias resilientes, capazes de continuar a gerar resultados educativos, de investigação e de inovação para além de ciclos de financiamento individuais. Ao combinar as atividades de cooperação apresentadas na Secção 5.2 com uma avaliação sistemática e a aprendizagem organizacional, a cooperação no Triângulo do Conhecimento evolui de uma iniciativa baseada em projetos para uma abordagem institucional sustentável, capaz de apoiar o desenvolvimento regional e societal de longo prazo. (Council of the European Union, 2022; European Commission, 2024; Nonaka & Takeuchi, 1995; OECD & European Commission, n.d.).

Uma vez estabelecidos os mecanismos para preservar e transferir as práticas bem-sucedidas, as organizações devem também preparar-se para os desenvolvimentos tecnológicos, educativos e societais emergentes. A secção seguinte explora, por isso, como a cooperação no Triângulo do Conhecimento poderá evoluir em resposta a futuros desafios e oportunidades.

7.2 Modelos de Cooperação Orientados para o Futuro

O ritmo acelerado da inovação tecnológica, da transformação digital, das alterações demográficas e dos desafios de sustentabilidade está a remodelar profundamente a forma como as instituições de ensino superior, as organizações de investigação, as empresas e a sociedade interagem. Os modelos tradicionais de cooperação, frequentemente caracterizados por parcerias baseadas em projetos e limitadas no tempo, são cada vez mais insuficientes para abordar a complexidade e a interligação dos desafios modernos. Em vez disso, as partes interessadas devem desenvolver formas de colaboração mais ágeis, resilientes e orientadas para o futuro, que apoiem a inovação contínua, a aprendizagem ao longo da vida e o desenvolvimento sustentável.

O projeto FuturENG demonstrou o valor da cooperação no Triângulo do Conhecimento no alinhamento do ensino da engenharia com as necessidades do mercado de trabalho, no reforço da capacidade de inovação e na promoção da colaboração entre a academia, a indústria e as organizações de investigação. Contudo, o futuro exige ir além das iniciativas individuais, rumo a ecossistemas de cooperação sistémicos e sustentáveis, capazes de se adaptarem à disrupção tecnológica, à evolução dos requisitos da força de trabalho e às expectativas societais.

Os modelos de cooperação orientados para o futuro devem, por isso, caracterizar-se pela flexibilidade, abertura, inclusividade e um compromisso com a aprendizagem contínua. Devem permitir que as partes interessadas antecipem em conjunto tendências futuras, cocriem soluções e desenvolvam abordagens educativas que preparem os aprendentes para um mundo em rápida mudança.

7.2.1 Da Cooperação Baseada em Projetos aos Ecossistemas de Inovação

Muitas iniciativas colaborativas começam como projetos financiados externamente, com objetivos, calendários e resultados claramente definidos. Embora estes projetos gerem frequentemente resultados valiosos, o seu impacto pode diminuir assim que o financiamento termina, caso não sejam estabelecidos mecanismos de sustentabilidade adequados.

A cooperação orientada para o futuro exige uma transição de parcerias temporárias para ecossistemas de inovação de longo prazo. Estes ecossistemas criam quadros estáveis para a colaboração, que se prolongam para além de projetos individuais e facilitam a troca contínua de conhecimento, atividades conjuntas de inovação e o envolvimento das partes interessadas.

Os ecossistemas de inovação caracterizam-se por:

- Compromisso institucional de longo prazo;
- Objetivos estratégicos partilhados;
- Envolvimento contínuo das partes interessadas;
- Mecanismos de partilha de conhecimento;
- Estruturas conjuntas de tomada de decisão;
- Alocação sustentável de recursos.

Nestes ecossistemas, a colaboração torna-se parte da cultura organizacional, em vez de uma atividade isolada. As partes interessadas mantêm interações regulares, identificam continuamente novas oportunidades de cooperação e respondem em conjunto aos desafios emergentes.

Para o ensino da engenharia, isto significa criar estruturas permanentes que permitam a educadores, investigadores, empregadores, estudantes e decisores políticos trocar regularmente perceções, identificar futuras necessidades de competências e codesenvolver soluções educativas. Estes ecossistemas podem melhorar significativamente a capacidade de resposta das instituições de ensino, reforçando simultaneamente a capacidade de inovação regional e internacional.

7.2.2 A Indústria 5.0 como Motor de Novos Modelos de Cooperação

O surgimento da Indústria 5.0 fornece um quadro importante para a evolução futura da cooperação no Triângulo do Conhecimento. Enquanto a Indústria 4.0 se centrou principalmente na digitalização, na automação e em ganhos de eficiência, a Indústria 5.0 dá maior ênfase à inovação centrada no ser humano, à sustentabilidade, à resiliência e à criação de valor societal, com implicações significativas para a cooperação entre a educação, a investigação e a indústria.

Os futuros modelos de cooperação devem apoiar:

Tema	O que significa para a cooperação
Inovação Sustentável	Incorporar princípios de sustentabilidade (economia circular, proteção ambiental) nos currículos, nas agendas de investigação e nas atividades de inovação, para que as soluções concebidas pelos estudantes sejam sustentáveis por defeito.
Resiliência e Adaptabilidade	Construir uma governação flexível, redes diversificadas de partes interessadas e ferramentas digitais de colaboração, de modo a que a cooperação continue a funcionar em situações de disrupção, como as recentes crises globais demonstraram ser necessário.

7.2.3 Educação 5.0 e Parcerias de Aprendizagem ao Longo da Vida

O conceito de Educação 5.0 complementa a Indústria 5.0, dando ênfase a uma educação centrada no aprendente, personalizada e orientada para o futuro.

Neste contexto, as instituições de ensino já não podem operar apenas como fornecedoras de programas de grau académico. Em vez disso, devem tornar-se parceiras de aprendizagem ao longo da vida, apoiando os indivíduos ao longo de toda a sua carreira profissional.

Os modelos de cooperação orientados para o futuro devem, por isso, facilitar:

Desenvolvimento Contínuo de Competências e Percursos de Aprendizagem Personalizados

A mudança tecnológica está a encurtar o ciclo de vida do conhecimento profissional, e os futuros aprendentes vão precisar de percursos mais flexíveis e modulares, que combinem o ensino formal com a experiência em contexto de trabalho e de investigação. O Capítulo 5 já define os mecanismos concretos para isto:

- micro-credenciais,
- programas de aprendizagem de curta duração
- e formação liderada pela indústria.

A tarefa que se coloca daqui em diante consiste menos em criar novas ferramentas do que em aplicá-las de forma mais contínua e a um leque mais amplo de fases de carreira, desde a formação inicial até à requalificação contínua.

Aprendizagem Integrada no Trabalho

A fronteira entre aprender e trabalhar está a tornar-se cada vez mais ténue. O Capítulo 5 já define os principais mecanismos para isto:

- aprendizagem em contexto de trabalho,
- estágios
- e formatos de aprendizagem baseada em desafios.

A mudança que se avizinha consiste em utilizá-los de forma mais contínua ao longo da carreira de um aprendente, a par de formatos mais recentes, como os living labs, em vez de acrescentar um novo conjunto de ferramentas.

7.2.4 Transformação Digital dos Ecossistemas de Cooperação

As tecnologias digitais desempenharão um papel cada vez mais importante na definição da futura cooperação no Triângulo do Conhecimento.
O rápido desenvolvimento da inteligência artificial, das plataformas de colaboração virtual, das tecnologias imersivas, da análise de dados e dos ambientes de aprendizagem digital cria novas possibilidades de colaboração que transcendem as fronteiras geográficas e organizacionais.

Plataformas Digitais de Colaboração

Os futuros ecossistemas assentarão em infraestruturas digitais partilhadas para a gestão de projetos, a partilha de recursos, a comunicação com as partes interessadas e repositórios de conhecimento, do tipo já testado através das plataformas discutidas no Capítulo 5. O que é novo aqui é a escala: estas ferramentas precisam de apoiar a cooperação em ecossistemas inteiros de parceiros, e não apenas em projetos individuais, ajudando a manter o envolvimento das partes interessadas ao mesmo tempo que aumentam a eficiência à medida que o número de parcerias cresce.

Inteligência Artificial e Tomada de Decisão Orientada por Dados

A inteligência artificial pode apoiar os futuros modelos de cooperação, fornecendo informação sobre necessidades de competências, evolução do mercado de trabalho, desempenho dos aprendentes e tendências tecnológicas emergentes.
As abordagens orientadas por dados podem ajudar as partes interessadas a:

- Identificar competências futuras;
- Monitorizar a eficácia da cooperação;
- Personalizar experiências de aprendizagem;
- Melhorar a conceção curricular;
- Apoiar o planeamento estratégico.

No entanto, a utilização da IA deve permanecer transparente, ética e alinhada com valores centrados no ser humano.

Ambientes de Aprendizagem Imersiva e Virtual

As tecnologias de realidade virtual e aumentada oferecem oportunidades significativas para o futuro do ensino da engenharia. As parcerias do Triângulo do Conhecimento podem apoiar o desenvolvimento de experiências de aprendizagem imersivas, que permitam a estudantes e profissionais interagir com simulações realistas, gémeos digitais e laboratórios virtuais que, de outro modo, seriam inacessíveis.

7.2.5 Rumo à Cooperação em Hélice Quádrupla e Quíntupla

Embora o Triângulo do Conhecimento ligue formalmente a educação, a investigação e a inovação, esta metodologia operacionaliza-o através da cooperação entre instituições de ensino, organizações de investigação e parceiros da indústria. Os futuros ecossistemas de inovação envolvem cada vez mais um leque mais amplo de partes interessadas.

A Hélice Quádrupla

O modelo da Hélice Quádrupla introduz a sociedade civil como participante ativo nos processos de inovação.
Os cidadãos, os aprendentes, as comunidades e os utilizadores finais podem contribuir com perspetivas valiosas, que melhoram a relevância e o impacto societal das atividades educativas e de inovação.
Os futuros modelos de cooperação devem, por isso, incentivar:

- A participação cidadã;
- Processos de cocriação;
- O envolvimento comunitário;
- A inovação centrada no utilizador;
- Iniciativas de inovação social.

A Hélice Quíntupla

Com base nisto, o modelo da Hélice Quíntupla expande ainda mais a colaboração, incorporando considerações de sustentabilidade ambiental.
Esta abordagem reconhece que a inovação não deve apenas gerar valor económico, mas também contribuir para a resiliência ecológica e o desenvolvimento sustentável.
Os futuros modelos de cooperação devem, por isso, integrar partes interessadas ambientais e objetivos de sustentabilidade nas atividades educativas, de investigação e de inovação.

7.2.6 Construir Redes de Cooperação Resilientes

A resiliência tornar-se-á uma característica cada vez mais importante dos futuros ecossistemas do Triângulo do Conhecimento, e as redes de cooperação resilientes tendem a partilhar várias características-chave:

Liderança Distribuída

Em vez de depender de uma única organização ou indivíduo, as responsabilidades de liderança são partilhadas entre múltiplas partes interessadas. Isto reduz a vulnerabilidade e reforça o compromisso organizacional.

Governação Flexível

As futuras parcerias devem ser capazes de adaptar as estruturas de governação à medida que as necessidades das partes interessadas e as condições externas evoluem. Os sistemas de governação devem incentivar a participação, a transparência e a melhoria contínua, mantendo-se, ao mesmo tempo, suficientemente flexíveis para apoiar a inovação.

Avaliação e Aprendizagem Contínuas

A cooperação orientada para o futuro exige uma cultura de reflexão e aprendizagem.

As partes interessadas devem avaliar regularmente:

- A eficácia da cooperação;
- A satisfação das partes interessadas;
- O impacto educativo;
- Os resultados de inovação;
- As atividades de transferência de conhecimento.

As conclusões da avaliação devem informar os processos de melhoria contínua e a tomada de decisão estratégica.

Gestão do Conhecimento Robusta

O conhecimento gerado através de atividades colaborativas deve ser capturado, documentado e partilhado de forma eficaz.

Os sistemas de gestão do conhecimento podem ajudar a preservar a memória organizacional, apoiar a transferibilidade e garantir que as práticas bem-sucedidas permanecem acessíveis às futuras partes interessadas.

7.2.7 Internacionalização e Cooperação Transfronteiriça

Os desafios futuros exigem, cada vez mais, soluções internacionais. Por conseguinte, os modelos de cooperação orientados para o futuro devem apoiar uma colaboração internacional mais forte.

As parcerias transfronteiriças do Triângulo do Conhecimento podem proporcionar acesso a:

- Conhecimento diversificado;
- Novas perspetivas;
- Infraestruturas de investigação;
- Redes de inovação;
- Mercados emergentes;
- Talento internacional.

As tecnologias digitais facilitam ainda mais a cooperação internacional, reduzindo as barreiras associadas à geografia e permitindo um envolvimento contínuo entre países e regiões.

Iniciativas europeias como o Erasmus+, a Iniciativa das Universidades Europeias e os Centros de Excelência Profissional demonstram como a cooperação internacional pode reforçar a qualidade educativa, a capacidade de inovação e o impacto societal.

O futuro da cooperação no Triângulo do Conhecimento reside no desenvolvimento de parcerias sustentáveis, resilientes e baseadas em ecossistemas, que se prolonguem para além de projetos e ciclos de financiamento individuais. A Indústria 5.0 e a Educação 5.0 exigem uma colaboração mais estreita entre a educação, a investigação, a indústria, os decisores políticos e a sociedade, para responder a desafios tecnológicos, económicos e societais cada vez mais complexos.

Os modelos de cooperação orientados para o futuro têm de ser centrados no ser humano, digitalmente capacitados, ambientalmente responsáveis e adaptáveis à mudança. Ao fomentar parcerias de longo prazo, abraçar a transformação digital, promover a aprendizagem ao longo da vida e alargar a participação das partes interessadas através de abordagens de Hélice Quádrupla e Quíntupla, as organizações podem criar ecossistemas de inovação capazes de gerar valor duradouro para aprendentes, empregadores, comunidades de investigação e para a sociedade em geral.

As organizações que investirem hoje em ecossistemas colaborativos e preparados para o futuro estarão em melhor posição para moldar os panoramas do ensino da engenharia e da inovação do amanhã.

8 Considerações Finais e Recomendações

Nesta metodologia, o Triângulo do Conhecimento dá às instituições de ensino, às organizações de investigação e aos parceiros da indústria um quadro comum para uma cooperação sustentada, de longo prazo e orientada para resultados, ligando a educação, a investigação e a inovação na prática. Esta abordagem responde a uma tensão real: os modelos de ensino atuais não correspondem às exigências da Indústria 5.0, e nenhum ator, isoladamente, consegue colmatar essa lacuna.

Uma cooperação deste tipo pode tirar partido de relações pré-existentes e evoluir para uma estrutura de governação, mas isso depende da clareza e do alinhamento das partes interessadas. Dentro deste quadro comum, a comunicação e o alinhamento são o mecanismo que evita que os projetos falhem; é a comunicação que torna possíveis, em primeiro lugar, os objetivos partilhados e o alinhamento. O Capítulo 3 apresenta mecanismos concretos para que isto funcione: comunicação estruturada, elementos de ligação informais, comunicação multicanal e adaptada, workshops de alinhamento e estruturas de governação.

O Capítulo 4 desenvolve estes esforços de alinhamento, abordando a forma como o contributo do mercado de trabalho e da indústria é integrado na própria educação. As abordagens de cocriação, como a conceção conjunta de currículos e as micro-credenciais, são exemplos de como esta integração se concretiza. Várias atividades da experiência de implementação do FuturENG podem orientar a cooperação futura. Iniciativas como hackathons, estágios e intercâmbios de pessoal são exemplos de como a troca de conhecimento e o desenvolvimento de competências se concretizam na prática. O Capítulo 5 cataloga mecanismos de cooperação, apresentados sob a forma de uma caixa de ferramentas de transferência de conhecimento e de um portefólio de atividades, defendendo que estes funcionam melhor quando combinados, em vez de aplicados isoladamente.

Nada disto se pode sustentar sem saber se está a funcionar. O Capítulo 6 defende que compreender o impacto é crucial para sustentar a cooperação, uma vez que os parceiros só conseguem manter o esforço se forem capazes de reconhecer o valor que este gera.

O capítulo final desloca a atenção da sustentação da cooperação atual para a sua evolução: institucionalizá-la para além dos ciclos de financiamento de projetos, alargando-a a modelos de ecossistema mais amplos. A metodologia do Triângulo do Conhecimento continua a evoluir. Partindo dos parceiros da educação, da indústria e da investigação, estas iniciativas podem expandir-se para uma cooperação baseada em ecossistemas que incorpore a sociedade civil e, mais além, considerações de sustentabilidade ambiental.

A partir da experiência do FuturENG, um quadro de cooperação sustentável depende de uma estrutura deliberada: governação definida, incorporação institucional e conceção de portefólio. A confiança, uma governação clara e uma liderança empenhada são fatores-chave que possibilitam uma parceria bem-sucedida.

Desta experiência resultam as seguintes recomendações:

- Construir a governação e a incorporação institucional desde cedo, em vez de tratar a cooperação como algo a formalizar apenas depois de esta já ter provado o seu valor;
- Tratar as atividades (hackathons, estágios, intercâmbios de pessoal, investigação conjunta) como um portefólio, e não como iniciativas isoladas, que se reforçam mutuamente;
- Investir desde o início em mecanismos de comunicação e alinhamento. Os objetivos desalinhados e a baixa motivação tendem a persistir, a menos que sejam ativamente geridos.
- Garantir o compromisso institucional, e não apenas o compromisso individual, para que a cooperação não dependa de uma única relação para se manter coesa.

O Triângulo do Conhecimento não é uma estrutura fixa a implementar uma única vez, mas sim uma prática em evolução, mantida aberta à expansão, à adaptação e à melhoria contínua.

Referências

Aalborg University. (n.d.). Problem-based learning (PBL) at Aalborg University. https://www.en.aau.dk/about-aau/profile/pbl

Ankrah, S., & Al-Tabbaa, O. (2015). Universities–industry collaboration: A systematic review. Scandinavian Journal of Management, 31(3), 387–408. https://doi.org/10.1016/j.scaman.2015.02.003

Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). Organizational learning: A theory of action perspective. Addison-Wesley.

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. International Journal of Technology Management, 46(3–4), 201–234. https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.023374

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? A proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 1(1), 41–69. https://doi.org/10.4018/IJSESD.2010010105

CDIO Initiative. (n.d.). The CDIO framework. https://cdio.org/

Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business School Press.

Council of the European Union. (2022). Council Recommendation (EU) 2022/2415 of 2 December 2022 on the guiding principles for knowledge valorisation. Official Journal of the European Union, L 317, 141–148.

Deming, W. E. (1986). Out of the crisis. Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study.

ECIU University. (n.d.). Micro-credentials. https://eciu-en.ktu.edu/micro-credentials/

ENHANCE Alliance. (n.d.). Cross-border mentoring programme. https://enhanceuniversity.eu/research-and-innovation/cross-border-mentoring-programme

Erasmus+ Impact Handbook. (2024). How to work towards impact in the Erasmus+ programme. Nuffic / MDF Training & Consultancy. https://www.erasmusplus.nl/sites/default/files/2024-11/Erasmus%20Impact%20Handbook%20-%20ENG.pdf

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. Research Policy, 29(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

European Commission. (2006). Delivering on the modernisation agenda for universities: Education, research and innovation (COM(2006) 208 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52006DC0208

European Commission. (2024). Commission Recommendation (EU) 2024/774 of 1 March 2024 on a Code of Practice on industry-academia co-creation for knowledge valorisation. Official Journal of the European Union.

European Commission. (n.d.). Erasmus+ Programme Guide: Alliances for Innovation. https://erasmus-plus.ec.europa.eu/programme-guide/part-b/key-action-2/alliances-for-innovation

European Union. (2022). Council Recommendation of 16 June 2022 on a European approach to micro-credentials for lifelong learning and employability (2022/C 243/02). Official Journal of the European Union, C 243, 10–25.

Freeman, R. E. (1984). Strategic management: A stakeholder approach. Pitman.

Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. International Journal of Educational Research, 102, 101586. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586

Hasso Plattner Institute. (n.d.). Shape the future through innovation and design thinking. https://hpi.de/en/d-school/

Hofer, A.-R., & Potter, J. (2010). Universities, innovation and entrepreneurship: Criteria and examples of good practice (OECD Local Economic and Employment Development Papers No. 2010/10). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/5km7rq0pq00q-en

Kaunas University of Technology. (n.d.-a). KTU Open Courses. https://open.ktu.edu/?lang=en

Kaunas University of Technology. (n.d.-b). Course categories. KTU Open Courses. https://open.ktu.edu/course/index.php?categoryid=1

Kaunas University of Technology. (n.d.-c). ECIU University at KTU. https://eciu-en.ktu.edu

Kaunas University of Technology. (n.d.-d). KTU WANTed programme. https://students.ktu.edu/ed-programmes/wanted/

Kaunas University of Technology. (n.d.-e). Career Days KTU WANTed. https://careerdays.ktu.edu/

Kaunas University of Technology. (n.d.-f). Virtual Visiting Professors (VVP) project. https://en.ktu.edu/projects/virtual-visiting-professors-virtuals/

Kaunas University of Technology. (n.d.-g). Global Faculty Week. https://en.ktu.edu/erasmus/global-faculty-week/

Kaunas University of Technology. (n.d.-h). GUIDed mentoring programme. https://students.ktu.edu/ed-programmes/guided/

Massachusetts Institute of Technology. (n.d.). MIT OpenCourseWare. https://ocw.mit.edu/

Meha, A., & Einwiller, S. (2024, April). Collaboration between academia and industry: Examining the situation in Austria. University of Vienna. https://ccom.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_ccom/Meha_Einwiller_Collaboration_between_academia_and_industry_22.04.2024.pdf

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

Northeastern University. (n.d.). Experiential learning and cooperative education. https://experientiallearning.northeastern.edu/

OECD. (2019). University-industry collaboration: New evidence and policy options. OECD Publishing.

OECD & European Commission. (n.d.). HEInnovate: A self-assessment tool for entrepreneurial and innovative higher education institutions.

Perkmann, M., Neely, A., & Walsh, K. (2011). How should firms evaluate success in university–industry alliances? A performance measurement system. R&D Management, 41(2), 202–216. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00637.x

Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, A., & Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. Research Policy, 42(2), 423–442. https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.007

Ramli, M. F., & Senin, A. A. (2021). Measuring successful collaboration project between university and industry in the development research stages. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 11(2), 42–53. https://hrmars.com/papers_submitted/8400/measuring-successful-collaboration-project-between-university-and-industry-in-the-development-research-stages.pdf

Rienties, B., Divjak, B., Iniesto, F., Pažur Aničić, K., & Žižak, M. (2023). Online work-based learning: A systematic literature review. International Review of Education, 69(4), 551–570. https://doi.org/10.1007/s11159-023-10008-y

Senge, P. M. (1990). The fifth discipline: The art and practice of the learning organization. Doubleday.

Stanford University, Hasso Plattner Institute of Design. (n.d.). Stanford d.school. https://dschool.stanford.edu/

TU Delft. (n.d.). OpenCourseWare. https://ocw.tudelft.nl/

UNESCO. (2019). Recommendation on Open Educational Resources (OER). https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-open-educational-resources-oer

Unger, M., & Polt, W. (2017). The knowledge triangle between research, education and innovation: A conceptual discussion. Foresight and STI Governance, 11(2), 10–26. https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.2.10.26

University of Waterloo. (n.d.). Co-operative education. https://uwaterloo.ca/co-operative-education/

Valentín, E. M. (2000). University–industry cooperation: A framework of benefits and obstacles. Industry and Higher Education, 14(3), 165–172. https://doi.org/10.5367/000000000101295011