

Entregável R3: Guia para Docentes

Integração de E-learning e WebQuests da Indústria 5.0 nos Currículos de Engenharia

Cofinanciado pela União Europeia

Financiado pela União Europeia. Os pontos de vista e as opiniões expressas são as do(s) autor(es) e não refletem necessariamente a posição da União Europeia ou da Agência de Execução Europeia da Educação e da Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser tidos como responsáveis por essas opiniões.

Conteúdo

1 Introdução 7

2 Público-alvo dos módulos de e-learning 7

2.1 Avaliação do nível e adequação do conteúdo 9

2.2 O que pode fazer com os alunos? 10

3 Enquadramento pedagógico 13

3.1 O modelo de formação FuturENG — estrutura, objetivos de aprendizagem. 13

3.1.1 Abordagens e ferramentas de aprendizagem 13

3.1.2 Objetivos de aprendizagem 14

3.1.3 O que é uma WebQuest? 14

3.1.4 Como utilizar as WebQuests de forma eficaz 15

3.2 Módulo 1: Introdução ao MOOC «Tech Essentials» 17

- 3.2.1 MOOC 18

3.3 Módulo 2: Edge technologypara a Indústria 5.0 19

3.3.1 MOOC 20

3.3.2 Web Quests 21

3.4 Módulo 3: IA para a Indústria 5.0 22

3.4.1 MOOC 23

3.4.2 Web Quests 25

3.5 Módulo 4: Fatores facilitadores da transição dupla 26

3.5.1 MOOC 27

3.5.2 Web Quests 29

3.6 Módulo 5: Implicações sociais, ambientais e éticasions 30

3.6.1 MOOC 32

3.6.2 Web Quests 33

4 Modelos de integração 34

5 Microcredenciais e o sistema de emblemas abertos FuturENG 34

5.2 Benefícios para os alunos 35

5.3 Benefícios para os docentes/formadores 36

5.4 Abordagem da EU 37

5.4.1 Plano de Ação da UE para a Educação Digital (2021-2027) 37

5.4.2 European Skills Agenda (2020) 37
5.4.3 Projetos-piloto da Comissão Europeia 37
5.4.4 Centro Europeu para o Desenvolvimento da Formação Profissional (Cedefop**)** : 38
5.4.5 Programas de financiamento da EU 38
5.4.6 European Qualifications Framework (EQF) and the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) 39
5.4.7 Iniciativas políticas da UE em matéria de aprendizagem ao longo da vida 39
5.4.8 European Digital Education Hub (EDEH) 39
5.5 Badges/Emblemas e microcredenciais 39
5.5.1 Badges/Emblemas 40
5.5.2 Microcredentials 40
5.5.3 Relationship Between Badges and Microcredentials 40
5.5.4 Contributos emblemas e as microcredenciais para os alunos e os educadores 42
5.5.5 Exemplos de plataformas que utilizam em conjunto crachás e microcredenciais 43
5.6 O sistema debadges/emblemas do futurEng 43
6 Utilizar da plataforma 45
7 Estratégias de avaliação 45
7.1 Estratégias de avaliação para o MOOC 45
7.2 Estratégias de avaliação para as Web Quests 46
8 Lista de verificação 48
9 A Experiência FuturEng 48
10 Referências: 49
1 A Visão: Indústria 5.0 e o Ensino da Engenharia 2
2 Partes interessadas e público alvo 3
3.1 Registo e aprovação de um novo módulo de estudo 5
3.1.1 Registar e aprovar os módulos e micro-módulos no primeiro e segundo ciclos 7
3.1.2 Preparar e registar um novo módulo do primeiro e/ou segundo ciclo 8
3.1.3 Aprovar um módulo do primeiro e/ou segundo ciclo 10
O processo: 11
3.1.4 Informações oficiais para o registo de um novo módulo 12
3.1.5 Requisitos relativos ao conteúdo dos cursos online 14
3.1.6 Descrição do curso FuturEng 20

3.2 Oferta de conteúdos sob a forma de microcredenciais 22
3.2.1 Preparação - Alinhamento estratégico 23
3.2.2 Desenvolvimento - Conformidade com o Currículo e a Estrutura ´ 24
3.2.3 Certificação — Procedimentos de portabilidade e reconhecimento 25
3.2.4 Garantia da qualidade 26
3.3 Aproveitamento de conteúdos híbridos do FuturEng 29
3.3.1 Preparação — Alinhamento estratégico 29
3.3.3 Desenvolvimento — Conformidade do Currículo e da Estrutura Híbridos 30
3.3.2.1 A) Alterações menores 30
3.3.2.2 B) Major Changes 30
3.3.2.3 C) Atividades extracurriculares híbridas 31
3.3.4 Entrega — Reconhecimento e portabilidade 31
4 Cronograma do roteiro 33
4.1.1 2025–2026 (Fase-piloto) 34
4.1.2 2027 (Fase de expansão) 34
4.1.3 2028 adiante (Expansão e consolidação) 34
5 Conclusão 36
6 Referências: 38



Capítulo 1 - Guia para Docentes: E-learning e WebQuests da Indústria5.0 nos currículos de Engenharia

1 Introdução

Este guia apoia os docentes na utilização de materiais de e-learning e Webquests alinhados com a Indústria 5.0, com o objetivo de modernizar os programas curriculares de engenharia. Estes recursos promovem competências sustentáveis e resilientes, e centradas no ser humano, necessárias para práticas de engenharia orientadas para o futuro.

O objetivo deste guia é:

- Fornecer aos docentes das disciplinas técnicas de instituições de ensino superior (IES) um plano detalhado, passo a passo, sobre como utilizar o MOOC e a recursos FuturENG para transmitir conceitos técnicos complexos e potenciar os processos de aprendizagem nestas áreas.

- Incentivar os docentes do ensino superior a integrar a aprendizagem baseada em desafios (CBL) na sua abordagem pedagógica, contribuindo assim para aumentar a atratividade dos programas de engenharia/STEM.

- Incentivar os docentes do ensino superior a promover a aplicação da aprendizagem baseada em desafios nos currículos de engenharia/STEM, desenvolvendo os seus próprias webquests.

- Aprender a utilizar a Plataforma FuturEng na função de professor

2 Público-alvo dos módulos de e-learning

O MOOC «Tech Essentials» foi concebido para estudantes do ensino superior nas áreas de engenharia e disciplinas relacionadas com as áreas STEM, incluindo engenharia mecânica, eletrónica, civil, ambiental, gestão industrial e ciências da computação.

O conteúdo destes módulos está alinhado com o Nível 6 do Quadro Europeu de Qualificações (EQF), sendo adequado para estudantes de licenciatura *com conhecimentos técnicos básicos* para contactarem com tecnologias emergentes, conceitos de sustentabilidade e resolução interdisciplinar de problemas.

Para além deste grupo-alvo, o MOOC é também relevante para alunos do Ensino e Formação Profissionais (EFP) e para aprendizagem ao longo da vida, para profissionais que procurem oportunidades práticas de aperfeiçoamento ou requalificação nas áreas de tecnologia, engenharia ou aplicações industriais.

O MOOC foi desenvolvido a pensar na versatilidade, incorporando um design modular que permite que o formador adapte o percurso de aprendizagem a alunos com diferentes níveis de conhecimentos, - desde alunos de EFP a estudantes de licenciatura ou profissionais que procuram

conhecimentos avançados. Os módulos resultam num currículo variado, permitindo-lhe ajustar o conteúdo ao conhecimento prévio, à experiência profissional dos formandos e aos objetivos de aprendizagem. O MOOC foi concebido como uma ferramenta que capacita tanto os alunos como os educadores e pode ser utilizado quer como ferramenta de autoaprendizagem, quer como parte do conjunto de ferramentas de aprendizagem de um professor.

Uma vez que a flexibilidade do MOOC «Tech Essentials» se adapta a um vasto leque de formandos, os estudantes do ensino superior (Nível 6 do QEQ), por exemplo, podem beneficiar do conjunto completo de módulos, adquirindo conhecimentos fundamentais em tecnologias emergentes, IA, «deep tech», sustentabilidade e respetivas considerações éticas.

Já os alunos do ensino e formação profissionais (nível 4/5 do QEQ) e os formandos ao longo da vida podem contactar seletivamente com os módulos mais relevantes para as suas competências e objetivos de carreira, utilizando os questionários de cada módulo ou submódulo para identificar lacunas de conhecimento e direcionar a sua aprendizagem. Através desta abordagem modular, o MOOC garante que cada aluno, independentemente da sua formação, adquira conhecimentos e competências práticas alinhadas com a sua área de estudo ou objetivos profissionais.

O MOOC procura corresponder ao desenvolvimento das competências técnicas dos formandos, mas também das suas competências transversais. Estes conteúdos procuram ainda preparar os alunos na navegação em ambientes de trabalho complexos, na colaboração eficaz e na melhoria do desenvolvimento pessoal e profissional, constituindo-se como um exemplo de como a atualização de competências na era da economia digital e verde deve estar associada a uma abordagem interdisciplinar.

Público-alvo	Nível do QEQ	Módulos recomendados	Foco de aprendizagem
Alunos de Engenharia (Engenharia/STEM)	6	Todos os módulos + WebQuests	Integração de tecnologias de ponta, sustentabilidade e Indústria 5.0
Formandos EFP	5	Modules 1-3	Conhecimentos aplicados, competências digitais e ecológicas fundamentais
Formação ao longo da vida / Profissionais	5 a 6	Flexível, por área de interesse	Requalificação, dupla transição, progressão profissional

Tabela 1. Público-alvo e sugestão de módulos

Módulo	Áreas relevantes	Visão geral do foco de aprendizagem	Nível QEQ
Módulo 1: Introdução à Engenharia do Futuro	Todas as áreas STEM	Visão geral da Indústria 5.0, orientação do curso, pensamento interdisciplinar	5 a 6
Módulo 2: Facilitadores da Deep Tech	Mecânica, Elétrica, TI	RA/RV, robótica, impressão 3D, blockchain	5 a 6
Módulo 3: IA para a Indústria 5.0	Informática,Tecnologias da Informação, Gestão Industrial	Métodos de IA, visão computacional, big data, engenharia de prompts	6
Módulo 4: Facilitadores da dupla transição	Engenharia Ambiental, Gestão Industrial e Civil	Economia circular, conceção ecológica, modelos de negócio sustentáveis	6
Módulo 5: Implicações sociais, ambientais e éticas	Todas as áreas STEM	Ética, responsabilidade social, cibersegurança, consciência ambiental	5 a 6

Tabela 2. Relevância dos módulos por área e nível

2.1 Avaliação do nível e adequação do conteúdo

Enquanto formador, desempenha um papel central na eficácia do MOOC, e o seu apoio à aprendizagem personalizada continua a ser essencial. Pense no MOOC como uma caixa de ferramentas com diversos instrumentos. A sua utilização deve considerar os conhecimentos prévios e as necessidades específicas dos formandos, bem como os seus objetivos pedagógicos.

Para determinar qual o conteúdo dos módulos mais adequado para a atualização de competências e o aprofundamento de conhecimentos, pode utilizar os questionários disponibilizados em cada submódulo. No início do módulo, estes podem funcionar como uma ferramenta de orientação e de verificação de conhecimentos para avaliar a compreensão prévia dos alunos sobre o tema em questão, ajudando-o assim a orientar a seleção e o ritmo das lições. Quando o aluno tiver

concluído o questionário de avaliação, pode utilizar os resultados para avaliar a abordagem aos temas em submódulo, encurtando ou aprofundando determinados temas. Por outro lado, se os alunos tiverem dificuldades com o questionário, isso destaca lacunas de conhecimento ou competências, sinalizando que o submódulo deve ser ministrado na íntegra para que se constitua uma base de conhecimento sólida. Esta estratégia pode libertar tempo para discussões mais aprofundadas, exercícios práticos ou atividades colaborativas.

Os questionários de avaliação também podem ser utilizados após a conclusão de todo o módulo para avaliar o desempenho e a retenção de informação antes de se avançar para o módulo seguinte ou para os respetivas WebQuests. Assim, os questionários de avaliação servem como pontos de verificação para avaliar a compreensão e a retenção, ajudando os alunos a consolidar a sua aprendizagem antes de progredirem.

Outra forma de utilizar os questionários de avaliação é como ferramenta de orientação e motivação. Pode apresentá-los como um desafio para os alunos explorarem e examinarem o que ainda não sabem, de modo a incentivar a motivação para a aprendizagem. Os resultados dos questionários permitem que os alunos se dediquem conscientemente às lições mais relevantes para as suas competências e experiência, criando percursos de aprendizagem adaptados e individualizados (Cigdem et al., 2017). Os questionários podem maximizar a eficiência, incentivar a aprendizagem autodirigida e apoiar um ensino individualizado, garantindo que cada aluno se envolva com conteúdos que sejam simultaneamente desafiantes para as suas competências de aprendizagem e relevantes para a sua área de estudo e futuro desenvolvimento profissional.

A utilização dos questionários como método de avaliação e orientação desenvolve não só conhecimentos técnicos, como promove também competências sociais essenciais — reflexão, resolução de problemas e aprendizagem autónoma — qualidades essenciais para futuros engenheiros que navegam em ambientes complexos e interdisciplinares (Salmon, 2013).

2.2 O que pode fazer com os alunos?

Ao orientar os alunos no MOOC «Tech Essentials», o seu papel não se limita a transmitir conteúdos, mas a criar um ambiente de aprendizagem que corresponda às expectativas dos alunos, apoie o seu desenvolvimento e realce a natureza interdisciplinar da engenharia na era da Indústria 5.0. Desde o primeiro dia, sugerimos que envolva os seus alunos numa conversa aberta, explorando em conjunto o que esperam adquirir, em que áreas se sentem confortáveis, o que reconhecem como lacunas nos seus conhecimentos e que conteúdos do MOOC se relacionam com os seus objetivos académicos ou profissionais. Estudos sobre o ensino da engenharia mostram que, quando as expectativas dos alunos estão desalinhadas — por exemplo, quando acreditam que o processo de aprendizagem irá proporcionar um conjunto de resultados de aprendizagem, mas o professor enfatiza outro —, o desinteresse e a falta de atenção aumentam (Stappenbelt e Basu, 2019). Está ao seu alcance definir o tom de todo o processo e criar um ambiente de aprendizagem eficaz através da compreensão das necessidades dos alunos, da otimização da

conceção da sala de submódulo , da integração ponderada da tecnologia «e do estabelecimento de um ambiente propício a uma cultura de aprendizagem positiva, que promova de forma segura a reflexão e a melhoria contínuas (Sinakou, et al., 2019).

Domínio do Ambiente de Aprendizagem Eficaz	Sugestões
Definição de expectativas	«Eis o que vais aprender, eis o que espero de ti, eis como vamos trabalhar juntos.» «Antes de começarmos, vamos acordar quais os resultados e as responsabilidades esperadas.»
Alinhamento de objetivos	"«Vamos identificar os seus objetivos e desafios antes de começarmos.» «O que espera alcançar no final deste módulo?»
Relevância	"«De que forma é que isto se relaciona com a sua área de atuação ou experiência?» «Em que contextos reais já viu isto ser aplicado?»
Consciência interdisciplinar	"Pense em como este conhecimento interage com outras disciplinas." "Que competências de outras áreas poderiam ajudar a resolver este problema?"
Prática reflexiva	"Experimenta, comete erros e reflete sobre o que aprendeste." "O que farias de diferente da próxima vez?"
Aprendizagem colaborativa	"Trabalhem em conjunto com os vossos colegas para resolverem este desafio." "Partilhem as vossas ideias connosco e deem feedback aos outros”
Autoavaliação	""Verifique se compreendeu bem antes de avançar." "Em que áreas se sente confiante e quais as que precisa de mais prática?"
Pensamento crítico	"Vamos debater diferentes perspetivas e abordagens." "Que pressupostos estamos a considerar aqui, e serão válidos?"
Aplicação no mundo real	"«Em que situações reais é que estas competências se poderiam aplicar?» «Como é que implementaria esta solução num contexto profissional?»

Aprendizagem ao longo da vida	"Acompanha o teu progresso e reflete sobre o teu crescimento." "Que novas competências pretendes desenvolver a seguir?"

Tabela 3. Glossário do Ambiente de Aprendizagem Eficaz para Educadores

Em segundo lugar, é importante destacar a natureza interdisciplinar do MOOC «Tech Essentials». Os problemas de engenharia atuais não se enquadram perfeitamente num único domínio. Exigem a integração de edge technology(RA/RV, robótica, IA), sistemas digitais, sustentabilidade e reflexão ética. A investigação de Beddoes (2020) mostra que, para que os estudantes de engenharia desenvolvam verdadeiramente competências de trabalho em equipa interdisciplinar, precisam de mais do que conteúdo técnico; nomeadamente, necessitam de práticas estruturadas que os ajudem a nivelar as diferenças disciplinares, a alinhar modelos mentais partilhados e a coordenar-se entre áreas. Pode refletir sobre isto em aula formando equipas multidisciplinares, realizando exercícios curtos de «mapeamento disciplinar» (por exemplo, «como é que um cientista da computação contribui para este problema, como é que o faz um engenheiro civil ?»), e enquadrando cada módulo não apenas como um conjunto de competências técnicas, mas como parte de um ecossistema de engenharia, sociedade e sustentabilidade.

> *Por exemplo, comece o curso pedindo aos alunos que escrevam individualmente um objetivo pessoal, uma expectativa em relação ao MOOC e uma preocupação. Em seguida, promova uma discussão para identificar temas comuns, esclarecer as correspondências («este módulo abordará esse objetivo, mas vocês serão responsáveis por esta parte») e saliente como as aulas irão abranger os domínios técnico, digital e ambiental. Nas transições entre módulos, revisite esse panorama: mostre aos alunos como o Submódulo 2.4 (Robótica avançada) tem por base o Submódulo 2.3 (Impressão 3D) e se relaciona com o conteúdo de eco-design do Módulo 4. Assim, ajuda os alunos a perceberem o fio condutor da interdisciplinaridade.*

O alinhamento de expectativas, aliado a uma consciência interdisciplinar, prepara o terreno para uma jornada de aprendizagem com sentido, interligada e voltada para o futuro. Estar atento e aproveitar o potencial de ambientes de aprendizagem eficazes permite não só a aquisição de conhecimentos técnicos, mas também a capacidade de colaborar entre diferentes áreas, refletir sobre o seu papel e o dos seus alunos na inovação sustentável e dedicar-se à engenharia com uma mentalidade sistémica.

3 Enquadramento pedagógico

3.1 O modelo de formação FuturENG — estrutura, objetivos de aprendizagem.

O MOOC FuturENG Tech Essentials é um percurso de aprendizagem interativo, alinhado com um quadro pedagógico de aprendizagem ativa. Trata-se de uma combinação estruturada de módulos de e-learning, questionários de avaliação e WebQuests ao nível dos módulos (atividades baseadas em desafios para promover a aprendizagem ativa tanto em percursos técnicos como transversais). O MOOC desenvolve competências preparadas para a Indústria 5.0 em IA, robótica, IoT, análise de dados, etc., ao mesmo tempo que promove a aprendizagem autodirigida, reflexiva e interdisciplinar através de competências transversais essenciais, tais como a colaboração, o raciocínio ético, o pensamento sistémico e a consciência da sustentabilidade. O curso reflete a conjugação de competências técnicas e sociais muito procuradas no conjunto de competências de engenheiros e especialistas em tecnologia emergentes. Tal como o projeto FUTURENG, o MOOC Tech Essentials procura transmitir como funcionam as indústrias modernas — agora, mais do que nunca, a conjugação de conhecimentos técnicos com competências sociais é a fórmula vencedora que resolve problemas, permite a colaboração entre disciplinas e permite enfrentar desafios de forma interligada. Essencialmente, o MOOC prepara os formandos das áreas de engenharia e tecnologia para os tipos de tarefas e cenários que irão encontrar no mundo profissional.



Figura 1. Estrutura do módulo do MOOC «Tech Essentials»

3.1.1 Abordagens e ferramentas de aprendizagem

O MOOC promove a aprendizagem ativa através de várias abordagens – os submódulos interativos proporcionam conhecimentos básicos e quadros conceptuais. No que diz respeito à avaliação, os questionários ao longo das submódulos e os testes finais dos módulos funcionam como

ferramentas de diagnóstico, permitindo aos alunos avaliar os seus conhecimentos prévios, acompanhar o seu progresso e selecionar percursos de aprendizagem adequados aos seus interesses e nível de conhecimento. Por último, as WebQuests e os exercícios baseados em projetos promovem a resolução de problemas, o pensamento crítico e a colaboração.

3.1.2 Objetivos de aprendizagem

Cada submódulo de e-learning e cada WebQuest está explicitamente associada a uma combinação de:

- **Competências técnicas:** IA, robótica, IoT, análise de dados, interfaces homem-máquina.
- **Competências transversais:** Colaboração, ética, pensamento sistémico, consciência da sustentabilidade.

A estrutura do curso permite que os formandos escolham os submódulo s ou WebQuests que melhor se adequem aos seus conhecimentos prévios e necessidades profissionais, com o único objetivo de promover percursos de aprendizagem adaptados e individualizados.

3.1.3 O que é uma WebQuest?

As WebQuests são a sua alavanca pedagógica — transformam o conhecimento em ação. As WebQuests são atividades estruturadas e baseadas em desafios, nas quais os alunos investigam problemas autênticos do mundo real para adquirir conhecimentos, desenvolver competências e alcançar uma compreensão mais profunda do tema estudado (McNulty et al., 2006). Cada WebQuest segue uma estrutura clara — Introdução, Tarefa, Processo, Conclusão e Resultados de Aprendizagem — que orienta os alunos através da exploração, análise e resolução criativa de problemas.

Dependendo da conceção da tarefa, estas atividades cultivam um vasto leque de competências, incluindo trabalho em equipa, pensamento crítico e criativo, literacia em investigação e competências de comunicação. Além disso, ao envolver os alunos na aprendizagem pela prática, as WebQuests promovem a compreensão experiencial e criam ligações cognitivas positivas e duradouras com o conteúdo.

No projeto FuturENG, as WebQuests são deliberadamente concebidas para fomentar competências transversais, digitais e ecológicas, ao mesmo tempo que incentivam os alunos a aplicar conhecimentos técnicos interdisciplinares retirados do MOOC, promovendo assim a capacidade de lidar com cenários do mundo real utilizando conceitos de tecnologia avançada e IA, enquanto avaliam simultaneamente múltiplas abordagens e concebem soluções inovadoras.

Dependendo da conceção das tarefas, estas atividades desenvolvem um vasto leque de competências, incluindo o trabalho em equipa, o pensamento crítico e criativo, a literacia em investigação e as competências de comunicação. Além disso, ao envolver os alunos na aprendizagem prática, as WebQuests promovem a compreensão experiencial e criam ligações cognitivas positivas e duradouras com o conteúdo.

No projeto FuturENG, as WebQuests são deliberadamente concebidas para fomentar competências transversais, digitais e ecológicas, ao mesmo tempo que incentivam os alunos a aplicar conhecimentos técnicos interdisciplinares retirados do MOOC, promovendo assim a capacidade de lidar com cenários do mundo real utilizando conceitos de tecnologia avançada e IA, enquanto avaliam simultaneamente múltiplas abordagens e concebem soluções inovadoras.

3.1.4 Como utilizar as WebQuests de forma eficaz

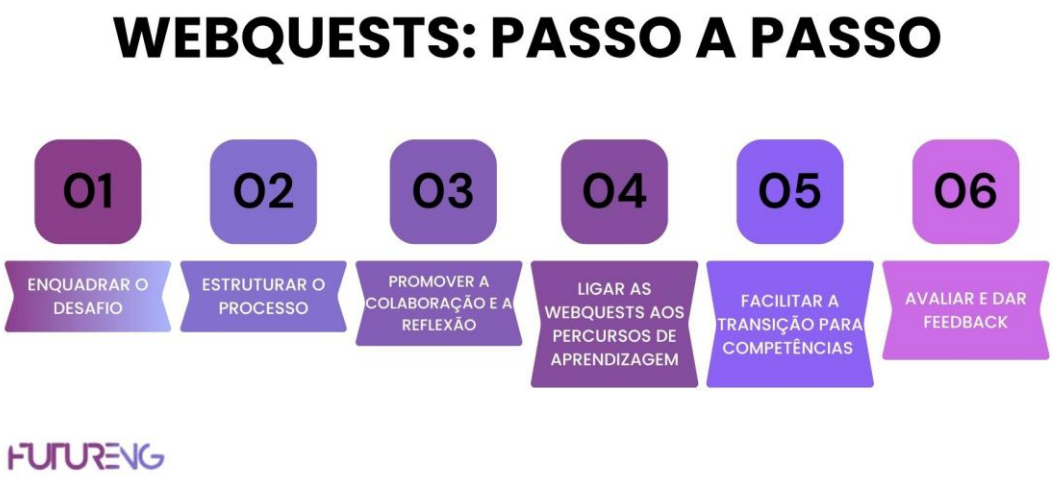


Figura 2. Modelo de processo para a utilização de WebQuests

1. **Como definir o desafio?**

   Comece por explicar claramente o objetivo, os resultados esperados e a forma como o Webquest se relaciona com o conteúdo geral do MOOC. Enfatize a natureza interdisciplinar da tarefa, para que os alunos percebam a ligação entre as competências técnicas (IA, robótica, IoT) e as competências transversais (colaboração, raciocínio ético, consciência da sustentabilidade).

2. **Como estruturar o processo?**

   As WebQuests incluem uma sequência estruturada: Introdução, Tarefa, Processo, Conclusão e Resultados de aprendizagem. Enquanto educador, pode orientar os alunos ao longo destas etapas, ajudando-os a interpretar a tarefa e a planear a sua abordagem; sugerir recursos ou estratégias de pesquisa para a etapa do Processo e facilitar a reflexão na etapa da Conclusão, a fim de reforçar a aprendizagem.

3. **Como promover a colaboração e a reflexão?**

Organize os alunos em equipas interdisciplinares para maximizar os benefícios da aprendizagem entre pares. Incentive-os a partilhar ideias, a debater várias soluções e a avaliar o impacto das suas decisões sob as perspetivas técnica, ética e ambiental.

4. **Como associar as WebQuests aos percursos de aprendizagem?**

Utilize questionários por submódulo para identificar lacunas ou pontos fortes no conhecimento dos alunos antes de lhes atribuir uma WebQuest. Isto permite-lhe personalizar a experiência, garantindo que os alunos se envolvem em desafios adequados ao seu nível de competências, ao mesmo tempo que os incentiva a expandir as suas capacidades.

5. **Como facilitar a transferência para competências do mundo real?**

Oriente os alunos para que relacionem os resultados de cada WebQuest com cenários práticos de engenharia. Discuta como a resolução de problemas, o pensamento sistémico e a colaboração interdisciplinar praticados nas WebQuests refletem as exigências do mundo real da Indústria 5.0.

6. **Como avaliar e dar feedback?**

As WebQuests oferecem oportunidades para a avaliação formativa. Dê feedback oportuno e específico tanto sobre as soluções técnicas como sobre a aplicação de competências transversais. Reconheça as conquistas através de microcredenciais ou emblemas para motivar o envolvimento e a reflexão.

Módulo associado	WebQuest
Módulo 2 - Edge technologypara a Indústria 5.0	**WebQuest 1**: Explorar os facilitadores tecnológicos avançados para a Indústria 5.0
	WebQuest 2: IA and Machine Learning na Indústria 5.0
	WebQuest 3: Indústrias inteligentes: alavancar a IoT e a computação de borda
Módulo 3 - IA para a Indústria 5.0	**WebQuest 4**: Explorar a Colaboração entre Pessoas e Robôs
	WebQuest 5: Dominar a engenharia de prompts em sistemas de IA
Módulo 4 - Fatores facilitadores da transição dupla	**WebQuest 6:** Tirar Partido da Digitalização para um Futuro Sustentável
	WebQuest 7: Arquitetos da Dupla Transição: Construir Modelos de Negócio Sustentáveis
Módulo 5 - Implicações sociais, ambientais e éticas	**WebQuest 8:** Da Inovação ao Impacto: A Dimensão Social e Ambiental das Tecnologias Disruptivas
	WebQuest 9: Guardiões do Mundo Digital: Desenvolver Soluções para um Ecossistema Digital Seguro

Tabela 4 - Lista de Webquests

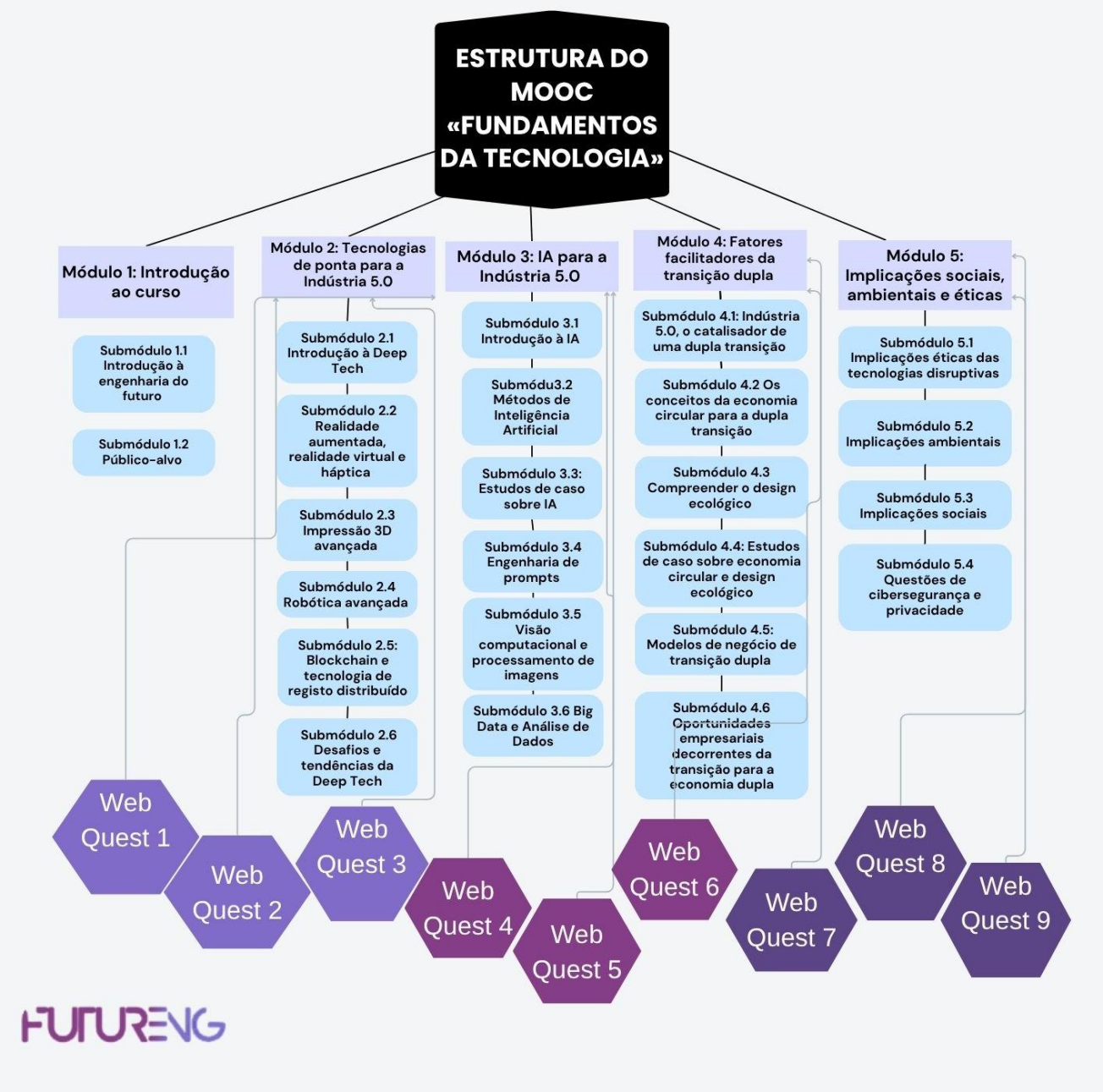


Figura 3. Diagrama do conteúdo do MOOC «Tech Essentials»

3.2 Módulo 1: Introdução ao MOOC «Tech Essentials»

Por que é importante:

O Módulo 1 estabelece os conhecimentos básicos necessários para se orientar e compreender os módulos subsequentes do MOOC «Tech Essentials». Numa era marcada pela rápida evolução da

Indústria 4.0 para a Indústria 5.0, os formandos necessitam não só de literacia técnica, mas também de uma compreensão conceptual da sustentabilidade, da ética e da inovação centrada no ser humano (Comissão Europeia, 2021). A introdução dos princípios fundamentais da dupla transição — o avanço simultâneo da digitalização e da sustentabilidade — garante que os alunos possam contextualizar as tecnologias emergentes dentro de quadros sociais e ambientais mais amplos (Breque, De Nul & Petridis, 2021).

Além disso, a exposição a estratégias europeias fundamentais, como o Pacto Verde Europeu e o Programa Político da Década Digital, cultiva a consciência de como a engenharia e a tecnologia estão interligadas com os objetivos da Europa em matéria de resiliência, inclusão e crescimento sustentável (Comissão Europeia, 2020; 2022). A compreensão destes quadros prepara os estudantes para se tornarem profissionais flexíveis e com consciência ética, capazes de aproveitar a tecnologia em benefício da sociedade.

O Módulo 1 orienta a compreensão de base dos alunos, permitindo uma progressão informada ao longo do curso. Apoia a educação baseada em competências, ligando o percurso de aprendizagem estruturado que se segue à exploração mais aprofundada, nos módulos seguintes, da *edge technology*, IA e sustentabilidade.

Estrutura do módulo:

O Módulo 1 é composto por duas lições que visam proporcionar uma base para a compreensão dos conceitos-chave que moldam o futuro da engenharia. O Submódulo 1.1 – Introdução à Engenharia do Futuro aborda os principais temas que moldam a engenharia moderna, incluindo a transição da Indústria 4.0 para a 5.0, o Pacto Ecológico Europeu, a transformação digital, a dupla transição e os conceitos de Indústria 5.0 e Sociedade 5.0. O submódulo também aborda orientações práticas sobre como navegar pelo curso e direcioná-lo ao público-alvo. Por sua vez, o Submódulo 1.2 – Público-alvo centra-se na identificação de quem mais beneficia com o curso, detalhando os principais perfis a que se dirige, tais como estudantes de engenharia do ensino superior e de disciplinas STEM, e destacando outros potenciais utilizadores, incluindo formandos do ensino profissional e a aprendizagem ao longo da vida.

Em conjunto, estas lições garantem que os formandos compreendem os conteúdos do curso e os seus objetivos.

3.2.1 MOOC

O Módulo 1 – Introdução ao MOOC «Tech Essentials» constitui a base de todo o curso. Apresenta os principais temas e o público-alvo, promovendo a compreensão do objetivo do curso e da sua relevância para a engenharia, as disciplinas STEM e a aprendizagem ao longo da vida.

Submódulo 1.1 – Introdução à Engenharia do Futuro

Esta submódulo promove uma compreensão abrangente do principal objetivo do MOOC, das vantagens de se inscrever no mesmo e do que este permite em termos de divulgação de conhecimento e melhoria de competências. Apresenta conceitos fundamentais, tais como a «Transição Dupla» e a «Transição Verde», os princípios da economia circular e a «Transição Digital», num mundo em rápida evolução.

Submódulo 1.2 – Público-alvo

O objetivo deste submódulo é identificar os públicos-alvo do MOOC «Tech Essentials» e explicar a relevância do mesmo para esses públicos. Para ajudar os alunos a compreender a quem se destina o curso — principalmente estudantes do ensino superior nas áreas de engenharia e STEM — e por que é também valioso e adequado para a atualização de competências de alunos de formação profissional e de aprendizagem ao longo da vida.

3.3 Módulo 2: *Edge Technology* para a Indústria 5.0

Por que é importante:

As *edge technology* são motores fundamentais da transformação industrial, do desenvolvimento sustentável e da automação centrada no ser humano. Compreendê-las é essencial para que os futuros engenheiros e profissionais se mantenham competitivos no mercado de trabalho. Para tal, este módulo começa com uma visão geral das tecnologias de ponta, apresentando aos alunos os principais conceitos-chave, aplicações e desafios. Estar ciente destas transformações é crucial para a construção de sistemas resilientes, eficientes e sustentáveis, alinhados com a Indústria 5.0 e a Transição Dupla (Comissão Europeia, 2022).

Ao longo deste módulo, os alunos irão adquirir uma compreensão dos desenvolvimentos atuais nas tecnologias imersivas e de como estas, através de diversas aplicações, estão atualmente a moldar a interação humana com os ambientes digitais (OCDE, 2025).

Com o exemplo da impressão 3D avançada e da robótica avançada, o módulo aborda o impacto da automação e da integração de dados na promoção da inovação, na melhoria da eficiência e na redução do impacto ambiental dos sistemas de produção (Fórum Económico Mundial, 2023). Os alunos irão também explorar os fundamentos das tecnologias de registo distribuído e blockchain, adquirindo conhecimentos sobre o potencial que estas podem trazer para operações mais seguras, transparentes e eficientes em todos os setores (Observatório Europeu de Blockchain, 2023; OCDE, 2024).

Para concluir, uma visão panorâmica das tendências de Deep Tech, ciclos de hype e desafios de inovação prepara os alunos para serem capazes de distinguir tecnologias de curta duração de avanços a longo prazo (Gartner, 2024). Ao combinar a compreensão conceptual destas tecnologias inovadoras com a consciência das suas aplicações, riscos e implicações sociais, este módulo proporciona aos alunos o conhecimento e as competências sociais — criatividade, pensamento

crítico e resolução de problemas — necessárias para alavancar de forma responsável a Deep Tech em prol de uma inovação sustentável e centrada no ser humano (Breque, De Nul & Petridis, 2021).

Estrutura do módulo:

Este módulo é composto por seis lições, acompanhadas por gravações de vídeo, apresentações e materiais complementares. Após cada submódulo, os alunos respondem a um pequeno questionário de três perguntas para avaliar a sua compreensão. No final do módulo, os alunos realizam um teste final com 18 perguntas. Além disso, o módulo inclui quatro Webquests concebidos para promover a investigação, o pensamento crítico e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

3.3.1 MOOC

Submódulos incluídas:

Submódulo 1 – Tecnologias de borda: Introdução e conceitos

Este submódulo introdutório oferece uma compreensão básica do conceito de Deep Tech, definindo as suas características essenciais e explicando em que medida estas diferem de outros domínios de inovação. Os alunos são apresentados aos principais campos da Deep Tech — tais como a IA, a robótica, os materiais avançados e a computação quântica — e exploram o seu papel na resposta aos desafios globais e na promoção da transformação industrial. Exemplos concretos ilustram as aplicações da Deep Tech no mundo real em setores como a agricultura, a saúde, os transportes e a energia.

Submódulo 2 - Tecnologias imersivas

Este submódulo apresenta aos alunos a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Mista (RM). Explora os conceitos-chave das tecnologias imersivas, as suas aplicações educativas e industriais, e as formas como estas melhoram a interação humana com os ambientes digitais. No final do submódulo, os alunos serão capazes de descrever as tecnologias virtuais, aumentadas e hápticas, compreender os principais elementos constitutivos destas tecnologias imersivas e identificar os dispositivos que podem ser utilizados para resolver desafios do mundo real. Este submódulo incentiva os alunos a manterem-se informados sobre a rápida expansão das aplicações da tecnologia imersiva em diferentes setores industriais.

Submódulo 3 – Impressão 3D avançada

Este submódulo aborda a impressão 3D como um pilar da inovação no domínio do fabrico aditivo. Apresenta os princípios fundamentais da impressão 3D, os principais métodos e materiais de impressão, bem como os mais recentes avanços. Os alunos analisam exemplos de aplicações da

impressão 3D em áreas como os cuidados de saúde, o design de produtos de consumo e debatem o rumo futuro da impressão 3D como ponto de convergência entre inovação, personalização e sustentabilidade.

Submódulo 4 – Robótica Avançada

O quarta submódulo apresenta uma análise aprofundada da robótica avançada. Começa com o contexto histórico e as diferenças entre os sistemas de robótica avançados e os convencionais. Os alunos exploram o funcionamento dos robôs, o equipamento, as capacidades, as vantagens e as limitações.

Em seguida, os alunos são apresentados a cinco aplicações-chave da robótica avançada: 1. Robôs colaborativos; 2. Exoesqueletos motorizados; 3. Veículos guiados automaticamente; e 4. Drones. Os alunos analisam os benefícios destas aplicações em termos de eficiência, precisão e produtividade, abordando simultaneamente os desafios relacionados com a segurança, a ética e a adaptação da força de trabalho.

Submódulo 5 – Tecnologias de registo distribuído e blockchain

Este submódulo apresenta aos alunos a tecnologia blockchain e os sistemas de registo distribuído. Começa por explicar as principais características da blockchain, os algoritmos fundamentais e os procedimentos subjacentes à tecnologia. Os alunos exploram as três gerações da blockchain, analisando como cada fase ampliou as suas aplicações. Posteriormente, são discutidas as utilizações práticas e as aplicações destas tecnologias — gestão da cadeia de abastecimento, contratos inteligentes e segurança de dados. O submódulo conclui com uma análise crítica dos desafios em matéria de regulamentação, escalabilidade e sustentabilidade.

Submódulo 6 – Hype cycles, desafios e tendências da tecnologia de ponta

O último submódulo integra os conceitos dos módulos anteriores, centrando-se nos ciclos de adoção tecnológica, nas tendências emergentes e nos obstáculos à implementação da Deep Tech. Os formandos analisam vários ciclos de hype e exploram as tendências emergentes neste domínio, recorrendo a ferramentas como o Impact Radar 2024.

Os formandos são encorajados a refletir criticamente sobre a forma como as organizações lidam com a incerteza, equilibram a inovação e o risco e se preparam para as implicações éticas e sociais da rápida transformação tecnológica.

3.3.2 Web Quests

Web Quests Incluídos:

Explorar os facilitadores tecnológicos avançados para a Indústria 5.0: O futuro da inovação começa aqui!

Neste webquest, os alunos demonstram a sua compreensão das tecnologias emergentes, propondo uma solução estratégica de integração viável e inovadora para um contexto industrial. Para tal, são incentivados a compreender os principais motores da tecnologia de ponta desta transformação industrial, distinguindo a Indústria 5.0 da 4.0, e a refletir criticamente sobre as oportunidades e os desafios associados à adoção destas tecnologias.

Indústrias inteligentes: alavancar a IoT e o *edge computing*

Nesta tarefa, propõe-se que os alunos desenvolvem um poster informativo que sintetiza informações essenciais sobre a IoT (Internet das Coisas) e a computação de ponta, com foco no seu potencial transformador para a gestão de dados, a eficiência operacional e a segurança dos sistemas nas indústrias modernas. Para tal, os alunos pesquisam o funcionamento dos dispositivos IoT e apresentam aplicações industriais reais que demonstram as capacidades e o impacto destas tecnologias.

Explorar a Colaboração entre Pessoas e Robôs

Nesta tarefa, propõe-se que os alunos desenvolvem um poster informativo que sintetiza informações essenciais sobre a IoT (Internet das Coisas) e o *edge computing*, com foco no seu potencial transformador para a gestão de dados, a eficiência operacional e a segurança dos sistemas nas indústrias modernas. Para tal, os alunos pesquisam o funcionamento dos dispositivos IoT e apresentam aplicações industriais reais que demonstram as capacidades e o impacto destas tecnologias.

AI e Aprendizagem automática na indústria 5.0: Evolução ou Revolução?

Com o objetivo de consolidar os conhecimentos em robótica avançada e colaboração homem-robô, este webquest solicita aos alunos que investiguem e apliquem conceptualmente os princípios destas interações. Os alunos pesquisam protocolos de segurança, considerações de conceção e quadros éticos para uma aplicação específica de um robô colaborativo (cobot) num determinado setor. Além disso, espera-se que os alunos descrevam as tarefas e funções de assistência do sistema robótico colaborativo, o seu impacto nos trabalhadores humanos e as considerações relacionadas com a segurança, a eficiência e a sustentabilidade.

3.4 Módulo 3: IA para a Indústria 5.0

Por que é importante:

Este módulo do curso proporciona aos alunos uma compreensão do campo em rápida evolução da Inteligência Artificial (IA) e do seu profundo impacto em vários domínios da engenharia. Ao aprofundarem os conceitos fundamentais, os alunos adquirem uma base sólida que lhes permite compreender a importância da IA, os seus componentes essenciais e reconhecer tanto o seu potencial como as suas limitações. Este conhecimento fundamental é essencial para preparar os alunos para inovar e implementar de forma responsável soluções de IA em contextos reais de engenharia.

Além disso, o módulo explora os principais métodos de IA — tais como a aprendizagem automática, a aprendizagem profunda, o processamento de linguagem natural e a visão computacional —, dotando os alunos das competências técnicas necessárias para analisar, desenvolver e aplicar estas técnicas avançadas (Crowley, 2021). Esta competência técnica é crucial no mundo atual, orientado por dados, onde as tecnologias de IA são essenciais para resolver problemas complexos em todos os setores. A inclusão de estudos de caso que demonstram aplicações bem-sucedidas de IA ajuda os alunos a relacionar o conhecimento teórico com resultados práticos, ilustrando como a IA pode responder a desafios específicos de engenharia.

A ênfase na Engenharia de Prompts destaca a importância estratégica de uma comunicação eficaz com os sistemas de IA, especialmente no contexto da Indústria 5.0. Esta competência melhora a eficiência operacional, reduz custos e promove o desenvolvimento ético da IA, posicionando os alunos como futuros líderes capazes de orientar uma integração responsável da IA (Kalyanakrishnan, 2023). Além disso, o foco do módulo no processamento de imagens e na visão computacional apresenta aos alunos tecnologias que sustentam inúmeras aplicações inovadoras, desde veículos autónomos até diagnósticos médicos (Kolesnikova, 2023).

Por fim, a compreensão do Big Data e da análise de dados é importante para gerir e extrair valor das vastas quantidades de dados gerados na indústria moderna. Ao aprenderem sobre as principais funcionalidades de implementação utilizadas pelas empresas líderes, os alunos adquirem conhecimentos essenciais sobre a tomada de decisões baseada em dados e a implementação tecnológica em grande escala (Marr, 2016). Em geral, este módulo proporciona aos alunos os conhecimentos, as competências e as perspetivas estratégicas necessárias para prosperarem num mundo cada vez mais centrado na IA.

Estrutura do módulo:

O Módulo 3 está estruturado para proporcionar uma experiência de aprendizagem abrangente a partir de seis lições, cada uma ministrada recorrendo a materiais escritos, slides e gravações de vídeo. Após concluir cada submódulo, os alunos devem realizar um pequeno teste composto por três perguntas que avaliam a sua compreensão do conteúdo da submódulo. No final do módulo, os alunos têm de realizar um teste final com 18 perguntas, concebido para avaliar a sua compreensão global da matéria abordada. Além disso, o módulo inclui duas tarefas WebQuest: a primeira centra-se na exploração e análise crítica dos papéis da Inteligência Artificial (IA) e da Aprendizagem Automática (ML) no contexto da Indústria 5.0, enquanto a segunda incentiva os alunos a aprender os princípios da engenharia de prompts e a desenvolver competências para orientar eficazmente os resultados da IA através de instruções cuidadosamente elaboradas.



3.4.1 MOOC

Lições incluídas:

Submódulo 3.1. Introdução à IA

Neste submódulo, os alunos são introduzidos ao campo da Inteligência Artificial (IA) e à sua importância na engenharia. O submódulo explora o conceito de IA, os seus principais componentes e a sua aplicação em diversos domínios da engenharia. Os alunos aprendem a distinguir entre IA fraca e IA forte, e espera-se que, no final, sejam capazes de apresentar exemplos de aplicações para ambos os tipos. Além disso, são apresentados os componentes-chave de um sistema de IA, incluindo dados de entrada, algoritmos, modelos e resultados de previsões ou decisões. O material do submódulo aborda desafios e limitações comuns na IA, incluindo a qualidade dos dados, a sua interpretação e questões éticas. No final do submódulo, os alunos são encorajados a aplicar o pensamento crítico para enfrentar os desafios da IA e a reconhecer a importância de se manterem atualizados sobre o papel da IA no futuro da engenharia.

Submódulo 3.2. Métodos de Inteligência Artificial

O submódulo oferece uma visão geral abrangente dos vários métodos de inteligência artificial (IA), com foco na aprendizagem automática, na aprendizagem profunda, no processamento de linguagem natural (NLP) e na visão computacional. Os alunos aprendem os conceitos e técnicas fundamentais de cada categoria. Destacam-se a importância e as aplicações de cada método, desde o aumento da eficiência industrial até à possibilidade de recomendações personalizadas e à compreensão da linguagem humana. Os alunos adquirem uma compreensão mais profunda das diversas metodologias utilizadas para dotar as máquinas de capacidades cognitivas, capacitando-os a navegar pelo panorama dinâmico dos métodos de IA e a compreender as suas aplicações e implicações abrangentes.

Submódulo 3.3. Estudos de caso sobre Inteligência Artificial

O submódulo explora uma variedade de estudos de caso que demonstram como a Inteligência Artificial (IA) está a transformar diversos setores e áreas relacionadas com a engenharia. Os alunos podem aprofundar a sua compreensão da IA, assim como a sua importância para a engenharia, uma vez que o submódulo aborda a forma como esta tecnologia revolucionária está a moldar o panorama atual e futuro. O submódulo aborda o contexto mais amplo de como a IA está a transformar diversos setores e apresenta estudos de caso específicos que destacam aplicações bem-sucedidas da IA em áreas relacionadas com a engenharia, tais como a indústria transformadora, os cuidados de saúde, as finanças e os transportes. Além disso, o material do submódulo demonstra como as tecnologias de IA têm sido aplicadas para resolver desafios específicos de engenharia ou melhorar processos existentes. Os alunos podem aprender a distinguir as principais tecnologias de IA envolvidas em cada estudo de caso, tais como algoritmos de aprendizagem automática, processamento de linguagem natural ou visão computacional. No final do submódulo, os alunos são encorajados à resolução de problemas de cada estudo de caso em grupo, enfatizando importância da colaboração entre engenheiros e especialistas de outros domínios para impulsionar a inovação e o progresso.

Submódulo 3.4. Engenharia de prompts

Este submódulo aprofunda o conceito de *Prompt Engineering* e o seu papel fundamental na definição do futuro das aplicações de inteligência artificial no âmbito da Indústria 5.0. Os alunos exploram os fundamentos da elaboração de prompts, os seus benefícios, aplicações e considerações éticas. Através de debates e exemplos envolventes, os alunos compreenderão como prompts otimizados podem impulsionar a eficiência, a inovação e uma redução significativa de custos em diversas aplicações de IA.

Submódulo 3.5. Visão computacional e processamento de imagens

Esta submódulo aborda os diferentes formatos de imagem e a sua conversão, pois, na visão computacional, é importante melhorar as imagens brutas, transformando-as em versões refinadas. Os alunos compreendem como estas operações tornam as imagens mais adequadas para análise, estabelecendo as bases para uma interpretação mais profunda, inclusive por sistemas de visão computacional. Trata-se de uma etapa de pré-processamento necessária em inúmeras aplicações de visão computacional, incluindo reconhecimento facial, identificação de objetos e compressão de imagens. O submódulo apresenta diferentes campos de aplicação da visão computacional e fornece vários casos de visão computacional que foram postos em prática

Submódulo 3.6. Big Data e Análise de Dados

Neste submódulo, os alunos aprendem sobre as principais características do Big Data, os seus potenciais benefícios para as empresas e como este cria valor. O submódulo apresenta dez requisitos essenciais para aumentar o valor do Big Data dentro de uma organização. Estes incluem a utilização dos métodos adequados para aceder ao Big Data e a combinação inteligente dos dados com soluções adequadas. É igualmente importante garantir que todos os colaboradores possam aceder facilmente a *Big Data* e que os utilizadores consigam encontrar rapidamente os dados de que necessitam. Promover a colaboração é crucial para impulsionar a inovação, enquanto a criação de um ambiente de análise ágil contribui para a satisfazer as necessidades de todos os envolvidos. Proporcionar acesso a ferramentas de análise a partir de qualquer dispositivo e local é essencial para a flexibilidade, e a implementação de soluções escaláveis garante que o sistema possa crescer a par da empresa. Recomenda-se também a utilização de plataformas flexíveis que se possam adaptar a tecnologias futuras. Por último, a utilização de tecnologias de integração de dados permite a implementação de DataOps, simplificando a gestão e as operações de dados. Além disso, a submódulo aborda um modelo de 4 etapas para a visualização e o processamento de dados, os requisitos para a plataforma e as ferramentas de análise, bem como as soluções técnicas necessárias para a implementação.

3.4.2 Web Quests

Web Quests incluídos:

IA e Aprendizagem Automática na Indústria 5.0: Evolução ou Revolução?

Esta WebQuest explora o papel transformador da Inteligência Artificial (IA) e da Aprendizagem Automática (AA) na definição da Indústria 5.0. Os alunos irão investigar os diferentes tipos de IA e AA, as suas aplicações na produção moderna e na inovação, bem como as oportunidades que estas oferecem — tais como a automação inteligente e a integração com tecnologias emergentes. Além disso, incentiva os alunos a analisar criticamente os desafios éticos e técnicos associados à adoção destas tecnologias. O objetivo principal é avaliar se a IA e o AA representam uma simples evolução dos sistemas existentes ou uma mudança revolucionária na forma como as indústrias operam e os seres humanos interagem com as máquinas. Os alunos preparar-se-ão para debater esta questão, desenvolvendo argumentos bem fundamentados e alargando a sua compreensão da transformação industrial.

Dominar a engenharia de prompts em sistemas de IA

Esta WebQuest apresenta a engenharia de prompts, uma competência essencial na IA e no Processamento de Linguagem Natural (PLN). Centra-se na aprendizagem de como elaborar instruções eficazes que orientem sistemas de IA, como o ChatGPT, para produzir resultados precisos e relevantes. No contexto da Indústria 5.0, onde a colaboração entre humanos e IA visa uma inovação sustentável e centrada no ser humano, o domínio da engenharia de prompts garante interações de IA éticas, responsáveis e eficientes. A atividade abordará os princípios do design de prompts, o seu papel na comunicação da IA, considerações éticas e a sua aplicação em contextos industriais reais.

3.5 Módulo 4: Fatores facilitadores da transição dupla

Por que é importante:

Este módulo apresenta aos alunos a «Transição Dupla», que combina a transformação digital e a sustentabilidade para estabelecer as bases da Indústria 5.0. Centra-se na forma como a inovação industrial, os modelos de economia circular e os princípios de design ecológico interagem para impulsionar um futuro competitivo, mas ambientalmente responsável.

Ao explorar os facilitadores tecnológicos, económicos e sociais da transição dupla, os alunos compreenderão como as indústrias podem promover simultaneamente a produtividade e a sustentabilidade. O módulo enfatiza a interligação entre digitalização, eco-inovação e transformação empresarial, garantindo que os alunos possam traduzir a teoria em estratégias de impacto alinhadas com o Pacto Ecológico Europeu e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Os alunos irão também debruçar-se sobre estudos de caso, quadros de referência e exemplos empreendedores para compreender como os princípios da economia circular, as estratégias de design ecológico e os novos modelos de negócio possibilitam o crescimento sustentável e a inovação. O módulo dota os participantes dos conhecimentos, competências analíticas e

mentalidade necessários para atuarem como catalisadores da mudança — moldando um futuro em que a inovação digital apoia a resiliência ecológica e as oportunidades económicas.

Estrutura do módulo

O Módulo 4 é composto por seis submódulos, cada uma ministrada através de apresentações em vídeo, conjuntos de slides de acompanhamento e materiais de leitura.

Após cada submódulo , os alunos realizam um pequeno teste (3 perguntas) para avaliar a sua compreensão. Após concluir todas as submódulo s, os participantes realizam um teste final avaliado (18 perguntas) que avalia a sua compreensão dos fatores facilitadores da Transição Dupla.

Estão também incluídas duas WebQuests para incentivar a investigação independente, a colaboração e a análise aplicada de práticas reais de transição dupla

3.5.1 MOOC

Lições incluídas:

Submódulo 4.1. Indústria 5.0 – O catalisador de uma dupla transição

Este submódulo apresenta a Indústria 5.0 como o paradigma que une a inovação centrada no ser humano, a tecnologia avançada e a sustentabilidade ambiental. Os alunos exploram como a Indústria 5.0 vai além da automatização e da eficiência para humanizar a produção, enfatizando a colaboração entre pessoas e sistemas inteligentes. A sessão analisa como os *cobots*, a análise de dados baseada em IA, o fabrico aditivo e a gestão inteligente de energia podem, simultaneamente, aumentar a produtividade e reduzir o impacto ambiental.

Através de quadros políticos europeus, como o Pacto Ecológico e o Programa Europa Digital, os alunos identificam os mecanismos institucionais que apoiam esta transição. No final do submódulo, os alunos compreenderão como a Indústria 5.0 atua como a espinha dorsal estratégica e cultural da dupla transição, transformando as fábricas em ecossistemas adaptáveis e sustentáveis.

Submódulo 4.2. Os conceitos da economia circular para a transição dupla

Esta submódulo proporciona uma compreensão estruturada da Economia Circular (EC) como um motor essencial da transformação industrial sustentável. Explora a transição de um modelo linear

de «extrair-produzir-descartar» para um modelo regenerativo centrado na eficiência dos recursos, em sistemas de ciclo fechado e no prolongamento do ciclo de vida dos produtos.

Os alunos analisam o diagrama em forma de borboleta desenvolvido pela Fundação Ellen MacArthur e examinam como as estratégias de EC — produção, reutilização, recondicionamento e reciclagem — são integradas em infraestruturas digitais através de rastreamento habilitado pela IoT e análise preditiva.

Exemplos de casos dos setores de manufatura, embalagem e energia demonstram como a circularidade leva a reduções mensuráveis nas emissões de carbono e na dependência de matérias-primas. Os alunos refletem sobre como a circularidade orientada por dados cria resiliência económica e se alinha com as prioridades ambientais e digitais.

Submódulo 4.3. Compreender o Design Ecológico

Este submódulo centra-se nos princípios e práticas do ECO Design, enfatizando o design thinking como catalisador da sustentabilidade. Os alunos aprendem como as considerações ambientais podem ser integradas desde as fases iniciais da conceção do produto — abrangendo a seleção de materiais, a modularidade, a reparação, a reciclabilidade e a gestão do fim de vida.

Exemplos interativos ilustram a utilização de *gémeos digitais*, softwares de avaliação do ciclo de vida (LCA) e modelação do impacto ambiental para otimizar o design do produto. Os alunos também avaliam diretivas da UE, como a Diretiva de Ecodesign 2009/125/CE, e outras normas recentes que promovem estruturas de produtos sustentáveis.

No final desta sessão, os alunos serão capazes de relacionar os princípios do ecodesign com os objetivos da economia circular, explicando como escolhas de design responsáveis contribuem diretamente para a dupla transição.

Submódulo 4.4. Estudos de caso sobre economia circular e design ecológico

Com base nos fundamentos teóricos das submódulo s anteriores, esta palestra mergulha os alunos nas aplicações reais dos princípios da economia circular e do design ecológico. A sessão apresenta diversos estudos de caso de PME europeias e empresas multinacionais que adotaram com sucesso a produção eficiente, os sistemas de produtos-serviços e o design «do berço ao berço».

Cada caso explora os catalisadores, os desafios e os resultados da transição — destacando os ganhos económicos, o envolvimento das partes interessadas e os indicadores de sustentabilidade.

Propõe-se que os alunos analisem criticamente estes casos, comparando estratégias e identificando fatores de sucesso replicáveis. A atividade incentiva os alunos a estabelecer uma

ponte entre o conhecimento académico e a prática industrial, reforçando a natureza multidisciplinar da dupla transição

Submódulo 4.5. Modelos de negócio de transição dupla

Esta palestra analisa como a inovação empresarial funciona como um motor operacional para a dupla transição. Os alunos estudam modelos emergentes, tais como o Produto como Serviço (PaaS), redes de simbiose industrial, plataformas digitais ecológicas e cadeias de abastecimento neutras em carbono.

Através de modelos como o Triplo Resultado e *o Value Creation Canvas*, os alunos avaliam como as organizações podem criar valor económico, ambiental e social de forma simultânea. Este submódulo explora também como as tecnologias digitais (blockchain para rastreabilidade, IA para manutenção preditiva e IoT para otimização de recursos) aumentam a transparência e a eficiência nestes modelos.

No final, os alunos adquirem uma compreensão estratégica de como conceber e escalar modelos de negócio sustentáveis, garantindo a competitividade na era da Indústria 5.0.

Submódulo 4.6. Oportunidades empresariais decorrentes da dupla transição
O submódulo de encerramento apresenta a dupla transição como um ponto de partida para o empreendedorismo e a inovação. Os alunos exploram como surgem novos nichos de mercado a partir de políticas orientadas para a sustentabilidade, metas de neutralidade carbónica e a partir da procura dos consumidores por produtos responsáveis.

Os temas incluem ecossistemas de startups ecológicas, acesso a financiamento da UE para a inovação (Horizon Europe, Programa LIFE) e mecanismos de financiamento sustentável que reduzem os riscos dos empreendimentos em fase inicial. Os alunos analisam perfis de casos de empreendedores que aproveitam plataformas digitais e ideias de negócios circulares para alcançar impacto em grande escala.

Esta sessão também enfatiza a dimensão das competências sociais — resiliência, criatividade, pensamento sistémico e liderança ética —, preparando os alunos para se tornarem agentes de mudança capazes de transformar os desafios da sustentabilidade em oportunidades lucrativas e regenerativas

3.5.2 Web Quests

Web Quests incluídos:

Aproveitar a digitalização para um futuro sustentável: explorando a dupla transição

Esta WebQuest convida os alunos a explorar como as tecnologias digitais — incluindo a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA), o Big Data e a blockchain — estão a acelerar os

objetivos de sustentabilidade em vários setores. Os alunos irão analisar exemplos reais de empresas que integraram com sucesso a inovação digital com práticas ecológicas para reduzir o desperdício, otimizar o uso de energia e melhorar a circularidade.

Através de pesquisa orientada e discussão entre pares, os alunos irão avaliar como a tomada de decisões baseada em dados apoia a gestão ambiental, o acompanhamento de recursos e as iniciativas de redução de carbono. O exercício promove o desenvolvimento de uma compreensão integrada de como as transições digital e ecológica se reforçam mutuamente, preparando os alunos para identificar sinergias e desafios no âmbito da agenda europeia da Dupla Transição.

Arquitetos da dupla transição: Construir modelos de negócio sustentáveis para o futuro

Neste WebQuest, os alunos assumem o papel de consultores estratégicos encarregados de conceber um modelo de negócio sustentável e digital para uma organização à sua escolha. Recorrendo aos princípios da economia circular, do design ecológico e da Indústria 5.0, propõe-se que os alunos desenvolvam um quadro que concilie inovação, rentabilidade e responsabilidade ecológica.

A tarefa incentiva a aplicação de conhecimentos teóricos à conceção empresarial prática — tendo em conta fatores como fluxos de recursos, rastreabilidade digital, integração de energias renováveis e modelos de produto como serviço. Os alunos irão também avaliar potenciais oportunidades de financiamento no âmbito de programas da UE (por exemplo, as iniciativas Horizonte Europa, LIFE ou Pacto Ecológico), promovendo o pensamento empreendedor e a resolução sistémica de problemas.

No final, os participantes terão desenvolvido um plano alinhado com a visão da Transição Dupla, realista e com uma base ética para a criação de valor sustentável.

3.6 Módulo 5: Implicações sociais, ambientais e éticas

Por que é importante:

O Módulo 5 aborda as dimensões sociais, ambientais e éticas das tecnologias facilitadoras essenciais, fornecendo um contexto fundamental para que educadores e alunos compreendam os impactos mais amplos das tecnologias emergentes. No mundo atual, caracterizado pela conexão digital e pelas restrições ambientais, os engenheiros são cada vez mais chamados a antecipar não só as consequências técnicas, mas também as sociais, ambientais e éticas do seu trabalho (Floridi, 2019).

O módulo dota os alunos de consciência sobre as considerações éticas relacionadas com a inteligência artificial, incluindo preconceitos, equidade, discriminação e os riscos sociais da

desinformação e da informação errada. Apresenta também a Lei da IA da UE como um quadro regulamentar que orienta a implementação fiável e responsável da IA (Comissão Europeia, 2021).

As implicações ambientais são examinadas através da perspetiva do Pacto Ecológico Europeu e da economia circular, permitindo aos alunos analisar criticamente como as tecnologias facilitadoras podem mitigar ou exacerbar os desafios ambientais (Agência Europeia do Ambiente, 2024). Os impactos sociais, tais como a transformação da força de trabalho, a inclusão e a equidade digital, são discutidos para garantir que os alunos reconheçam a dimensão centrada no ser humano do progresso tecnológico (OCDE, 2024). Por fim, são abordadas considerações de cibersegurança e privacidade, abarcando conhecimento prático sobre a proteção de informações sensíveis e garantindo uma gestão responsável dos dados em projetos digitais.

O Módulo 5 fornece um roteiro para integrar estas dimensões sociais, ambientais e éticas das tecnologias facilitadoras essenciais na atualização e aquisição de competências dos alunos e profissionais, ajudando-os a desenvolver o pensamento crítico e o raciocínio ético sobre temas-chave, cada vez mais reconhecidos como competências essenciais para a próxima geração de engenheiros e profissionais de tecnologia (Breque, De Nul & Petridis, 2021).

Estrutura do módulo:

O Módulo 5 começa com «Implicações Éticas das Tecnologias Disruptivas» (Submódulo 5.1), que aborda o viés da IA, a equidade, a desinformação e a Lei da IA da UE, incentivando a reflexão crítica sobre o uso responsável da tecnologia. O submódulo 5.2 – Implicações Ambientais examina o impacto das tecnologias facilitadoras essenciais no ambiente, os papéis das partes interessadas e os princípios da economia circular, em consonância com o Pacto Ecológico Europeu. O submódulo 5.3 – Implicações Sociais centra-se na transformação da força de trabalho, na inclusão, na acessibilidade, na privacidade e nos efeitos sociais mais amplos da mudança tecnológica. O módulo conclui com o Submódulo 5.4 – Questões de Cibersegurança e Privacidade, destacando ameaças cibernéticas comuns, medidas de proteção e práticas responsáveis de gestão de dados.

Cada submódulo inclui questionários formativos, e o módulo conclui com um teste cumulativo, garantindo que os alunos desenvolvam uma compreensão holística das dimensões sociais, ambientais e éticas da tecnologia, preparando-os para uma prática profissional responsável e informada.

Existem 2 webquests incluídas no final do módulo – Webquest 8 – Da Inovação ao Impacto: O Lado Social e Ambiental das Tecnologias Disruptivas e Webquest 9 – Guardiões do mundo digital: criando soluções para um panorama digital seguro. O seu principal objetivo é consolidar a aprendizagem. O Webquest 8 envolve os alunos numa investigação em grupo sobre uma tecnologia disruptiva (IA, IoT, Big Data, Gémeos Digitais ou Blockchain), explorando as suas implicações éticas, sociais e ambientais e apresentando recomendações exequíveis a um painel consultivo simulado. A Webquest 9 centra-se na cibersegurança e na privacidade, orientando os

alunos a identificar riscos, desenvolver um Plano de Ação de Cibersegurança e propor soluções práticas para proteger os dados na era digital.

3.6.1 MOOC

Submódulos incluídas

Submódulo s 5.1 – Implicações éticas das tecnologias disruptivas

O objetivo do submódulo 5.1 é sensibilizar os alunos para as implicações éticas da IA e de outras tecnologias disruptivas, promovendo o pensamento crítico e a utilização responsável das ferramentas baseadas em IA. Este submódulo desenvolve nos alunos a compreensão dos riscos relacionados com preconceitos, discriminação, desinformação e informações falsas, ao mesmo tempo que os familiariza com quadros regulamentares, como a Lei da UE sobre a IA. Incentiva a avaliação crítica, o debate e a tomada de decisões informadas relativamente à implementação e utilização éticas das tecnologias emergentes em contextos profissionais.

Submódulo 5.2 – Implicações ambientais

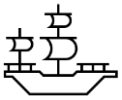
O objetivo da submódulo 5.2 é dotar os alunos dos conhecimentos e das competências de pensamento crítico necessários para compreender o impacto ambiental das tecnologias facilitadoras essenciais (KETs). Através deste submódulo, os alunos podem explorar a forma como as tecnologias emergentes interagem com a sustentabilidade ambiental, o Pacto Ecológico Europeu e os princípios da economia circular, tendo simultaneamente em conta os papéis das várias partes interessadas. Permite uma análise crítica dos desafios e oportunidades ambientais, a avaliação da sustentabilidade das soluções tecnológicas e a proposta de estratégias que alinhem o desenvolvimento tecnológico com a responsabilidade ecológica.

Lesson 5.3 – Social Implications

O Submódulo 5.3 ajuda os alunos a compreenderem de forma abrangente as consequências sociais das tecnologias emergentes e das tecnologias facilitadoras essenciais. Permite aos alunos explorar de que forma as tecnologias como a IA, a Blockchain, a IoT, a robótica e a Big Data transformam a sociedade, a força de trabalho e as estruturas organizacionais, ao mesmo tempo que levantam desafios relacionados com a ética, a inclusão, a acessibilidade e o equilíbrio entre a vida profissional e pessoal. O seu objetivo é ajudar na análise crítica do impacto social da mudança tecnológica, na consciencialização da necessidade de requalificação e adaptabilidade, e na avaliação das dimensões éticas e centradas no ser humano da transformação digital.

Submódulo 5.4 - Questões de cibersegurança e privacidade

O objetivo do submódulo 5.4 é sensibilizar os alunos para as ameaças à cibersegurança e os desafios em matéria de privacidade nos sistemas digitais, em particular aqueles decorrentes da utilização de tecnologias disruptivas, como a IA e o Big Data. Este modulo incentiva os alunos a explorar ameaças cibernéticas comuns, vulnerabilidades e medidas preventivas, ao mesmo tempo que transmite os princípios da tríade CID (Confidencialidade, Integridade e Disponibilidade) e boas práticas para a proteção da privacidade. Este submódulo permite desenvolver tanto a capacidade de reconhecer e compreender os riscos de cibersegurança, como as medidas práticas para salvaguardar informações confidenciais, assim como abordar a cibersegurança e a privacidade em contextos profissionais e de engenharia.



3.6.2 Web Quests

Web Quests incluídos:

Da inovação ao impacto: a vertente social e ambiental das tecnologias disruptivas

Esta WebQuest convida os alunos a investigar não só as possibilidades, mas também as consequências ocultas das tecnologias emergentes na sociedade e no ambiente. Divididos em equipas, os participantes selecionam uma tecnologia, como IA, IoT, Big Data ou Gêmeos Digitais, e avaliam os seus impactos éticos, sociais e ecológicos, incluindo tanto os potenciais benefícios como os riscos. Esta análise aprofundada ajuda-os a examinar não só os benefícios, mas também os desafios que estão na base do surgimento de uma tecnologia e do seu impacto social. Uma única solicitação a uma IA pode consumir dez vezes mais energia do que uma pesquisa no Google; os Gêmeos Digitais podem, involuntariamente, reforçar as desigualdades. Entre os valores paradoxais do avanço tecnológico e da pegada ecológica, as equipas serão capazes de sintetizar as suas descobertas num relatório detalhado e numa apresentação criativa, propondo estratégias exequíveis para ampliar os impactos positivos e, ao mesmo tempo, abordar riscos imprevistos. Para além da investigação e da elaboração de relatórios, esta iniciativa incentiva os alunos a pensar simultaneamente com espírito inovador e ética, de modo a cultivar uma reflexão crítica sobre como o rápido progresso tecnológico pode ser orientado de forma responsável, incentivando-se assim à tomada de decisões que possam moldar um futuro mais sustentável, equitativo e resiliente.

Guardiões do mundo digital: a criação de soluções para um ambiente digital seguro

Este WebQuest mergulha os alunos no mundo de alto risco da segurança digital, onde cada clique, aplicação e fluxo de dados acarreta tanto oportunidades como riscos. Os alunos são desafiados a refletir sobre os dilemas éticos e os impactos sociais da vida digital, desde a privacidade pessoal até à responsabilidade corporativa, promovendo o pensamento crítico e preparando-os para navegar e proteger um mundo cada vez mais interligado, enquanto cidadãos digitais vigilantes e proativos. Os participantes assumem o papel de especialistas em cibersegurança, investigando ameaças do mundo real, como ransomware, phishing e outras vulnerabilidades impulsionadas

pela IA. Neste webquest, os alunos abordarão também as formas ocultas como as tecnologias emergentes, tais como a IoT e o Big Data, podem ser exploradas. Em seguida, elaboram um Plano de Ação de Cibersegurança detalhado, combinando investigação, estratégia e criatividade, e apresentam as suas propostas a um conselho de administração simulado, defendendo as suas ideias sob escrutínio.

4 Modelos de integração

Os docentes podem adotar vários modelos de integração, dependendo da preparação da instituição e da estrutura do curso:

Utilização complementar

- Utilize os materiais como conteúdo opcional ou para submódulos invertidas.
- Aprendizagem assíncrona (ao ritmo de cada um) com Web-quests
- Adicionar artigos sobre o tema e recursos adicionais para os alunos, com base no curso dos professores

Integração modular

- Substituir as aulas expositivas ou os trabalhos de laboratório tradicionais por módulos de e-learning ou de pesquisa na Internet relevantes.
- Os professores podem utilizar módulos distintos, de acordo com os objetivos de aprendizagem das suas disciplinas.

Preparação para o projeto final

- Utilizar as missões para reforçar as competências antes dos projetos de fim de ano.

Percursos de microcredenciais

- Agrupar os materiais em cursos de curta duração certificados ou microcredenciais.

5 Microcredenciais e o sistema de emblemas abertos FuturENG

As microcredenciais referem-se a uma forma de certificação que valida competências ou conhecimentos específicos adquiridos por um indivíduo. Trata-se, frequentemente, de qualificações mais reduzidas e mais específicas do que os graus académicos ou diplomas

tradicionais. As microcredenciais podem ser obtidas através de vários métodos, incluindo cursos online, workshops ou programas de formação específicos, e centram-se normalmente em competências ou aptidões específicas dentro de uma determinada área.

5.1 Popularização das microcredenciais

1. **Economia baseada nas competências:** À medida que os setores evoluem, cresce a procura por competências especializadas e atualizadas. Os cursos universitários tradicionais demoram frequentemente anos a concluir e nem sempre se adaptam às necessidades em rápida evolução do mercado de trabalho. As microcredenciais oferecem uma forma de as pessoas adquirirem competências muito procuradas de forma rápida e eficaz.

2. **Aprendizagem ao longo da vida**: No mundo acelerado de hoje, espera-se que as pessoas atualizem continuamente as suas competências para se manterem competitivas. As microcredenciais oferecem uma forma flexível e acessível de o fazer, muitas vezes através de plataformas online que permitem aos formandos conciliar o trabalho, a vida pessoal e a formação.

3. **Relação custo-eficácia**: Os cursos superiores tradicionais podem ser caros e demorados. As microcredenciais são, normalmente, mais acessíveis, tornando a educação mais acessível a um público mais vasto.

4. **Procura por parte das empresas:** Muitos empregadores valorizam competências específicas mais do que diplomas formais, especialmente em áreas como a tecnologia, a saúde e os negócios. As microcredenciais ajudam a responder a esta procura, certificando a proficiência do aluno numa área específica e proporcionando-lhe uma vantagem competitiva no mercado de trabalho.

5. **Personalização da aprendizagem:** As microcredenciais permitem que as pessoas adaptem o seu percurso de aprendizagem aos seus objetivos profissionais específicos. Em vez de seguirem um currículo abrangente e generalista, os formandos podem escolher credenciais que correspondam aos seus interesses e às competências que pretendem adquirir.

5.2 Benefícios para os alunos

Os estudantes podem beneficiar desta tendência para as microcredenciais. As microcredenciais oferecem:

1. **Aprendizagem direcionada:** As microcredenciais foram concebidas para ajudar os alunos a adquirir competências práticas e relevantes em áreas específicas. Isto conduz a uma aprendizagem mais direcionada, que se aplica diretamente aos seus interesses profissionais.

2. **Flexibilidade e acessibilidade:** Muitos programas de microcredenciais são ministrados online, permitindo que os alunos aprendam ao seu próprio ritmo e a partir de qualquer lugar do mundo. Esta flexibilidade é fundamental para profissionais que trabalham ou para quem precisa de conciliar outras responsabilidades.

3. **Progressão na carreira:** As microcredenciais podem valorizar o currículo e tornar os alunos mais atraente para os empregadores, demonstrando um compromisso com o desenvolvimento profissional e o domínio de competências específicas.

4. **Credenciais acumuláveis**: Os alunos podem acumular várias microcredenciais ao longo do tempo, desenvolvendo um conjunto abrangente de competências que se alinha com o seu percurso profissional. Algumas instituições e empregadores permitem mesmo que essas credenciais sejam acumuladas para a obtenção de qualificações ou diplomas mais formais.

5. **Acessibilidade**: Uma vez que tendem a ser mais curtas e mais específicas do que os cursos superiores tradicionais, as microcredenciais são, em geral, mais económicas, tornando o ensino superior mais acessível a um público mais vasto.

5.3 Benefícios para os docentes/formadores

Os docentes/formadores também podem beneficiar desta mudança para as microcredenciais:

1. **Satisfazer a procura do setor**: Os formadores podem conceber programas que respondam diretamente às necessidades dos empregadores e à lacuna de competências existente no mercado, contribuindo para que os estudantes/profissionais estejam mais preparados para o mercado de trabalho.

1. **Melhorar as oportunidades de ensino:** Com o surgimento das plataformas de aprendizagem online e dos prestadores de microcredenciais, os educadores têm a oportunidade de criar e oferecer cursos que visam competências específicas, muitas vezes com um alcance mais global do que o ensino universitário tradicional.

2. **Interagir com pessoas que procuram aprender ao longo da vida**: As microcredenciais permitem que os educadores acompanhem os profissionais ao longo de toda a sua carreira, criando uma relação contínua entre as instituições e os alunos à medida que estes vão aperfeiçoando as suas competências.

3. **Personalizar percursos de aprendizagem**: Os formadores podem oferecer uma ampla variedade de programas destinados a públicos diversos, desde principiantes até profissionais avançados, e até mesmo personalizar o conteúdo com base no feedback em tempo real dos formandos e das entidades empregadoras.

4. **Reforçar a colaboração com a indústria**: Muitos programas de microcredenciais são desenvolvidos em parceria com empregadores, garantindo que as competências ministradas correspondam às necessidades do setor. Os formadores podem colaborar mais estreitamente com as empresas para desenvolver programas curriculares que satisfaçam as exigências do mercado de trabalho.

   A tendência para as microcredenciais reflete a crescente procura por opções de aprendizagem acessíveis, flexíveis e baseadas em competências, que se adaptem às necessidades tanto dos estudantes como dos empregadores.

5.4 Abordagem da EU

A União Europeia (UE) tomou várias medidas proativas para promover e integrar as microcredenciais nos seus sistemas educativos, mercados de trabalho e quadros económicos mais amplos. Estas ações visam melhorar as competências e a empregabilidade dos cidadãos da UE, colmatar as lacunas de competências e tornar a educação mais flexível e acessível. Aqui estão algumas das principais ações que a UE empreendeu para promover as microcredenciais:

5.4.1 Plano de Ação da UE para a Educação Digital (2021-2027)

O Plano de Ação para a Educação Digital (2021-2027) dá especial ênfase às competências digitais, o que está em sintonia com o crescimento das microcredenciais. Um dos seus principais objetivos é incentivar o desenvolvimento de uma educação digital de alta qualidade e garantir que a aprendizagem seja flexível, acessível e reconhecida em toda a UE. O plano destaca:

- **Garantia de qualidade**: A UE promove normas de qualidade para as microcredenciais, a fim de garantir que estas sejam amplamente aceites e respeitadas. Tal inclui o estabelecimento de mecanismos para o reconhecimento e a validação transfronteiriços das microcredenciais no seio da UE.
- **Criação de um quadro comum**: A UE está a trabalhar num quadro comum para as microcredenciais, que poderá ajudar as instituições, os empregadores e os formandos a compreender melhor o que estas qualificações representam e como podem ser utilizadas para a progressão na carreira ou para a continuação da aprendizagem.

5.4.2 European Skills Agenda (2020)

A Agenda Europeia das Competências é outra iniciativa fundamental da UE destinada a colmatar as lacunas de competências na União, nomeadamente no contexto da transformação digital, da economia verde e da concorrência global. Prevê medidas específicas para incentivar o desenvolvimento e a adoção de microcredenciais, tais como:

- **Promover as microcredenciais como norma a nível da EU**: A agenda destaca as microcredenciais como uma ferramenta para promover a aprendizagem ao longo da vida e apoiar as pessoas no desenvolvimento contínuo de novas competências num mercado de trabalho em rápida evolução.

- ● **Criação de um Quadro Europeu de Qualificações (EQF):** Um dos objetivos da Agenda Europeia de Competências é garantir que as microcredenciais possam ser associadas ao Quadro Europeu de Qualificações (EQF). Isto contribui para tornar as microcredenciais comparáveis e transferíveis entre os países da UE, reforçando assim a sua mobilidade e reconhecimento.

5.4.3 Projetos-piloto da Comissão Europeia

A Comissão Europeia tem vindo a financiar e a promover vários projetos-piloto relacionados com microcredenciais. Estes projetos destinam-se a testar formas inovadoras de validar e reconhecer microcredenciais. Entre os exemplos mais notáveis contam-se:

- **Microcredenciais no ensino superior**: A UE está a estudar a forma como as universidades e outras instituições de ensino superior podem oferecer e reconhecer microcredenciais, para além dos diplomas tradicionais. Isto inclui definir o que constitui uma microcredencial e determinar como estas serão avaliadas e validadas nos diferentes Estados-Membros da UE.

- **Credenciais Digitais Europeias para a Aprendizagem (EDC)**: Esta iniciativa visa criar um quadro para a emissão e o reconhecimento de credenciais digitais de aprendizagem que possam ser associadas a microcredenciais. O objetivo é facilitar a portabilidade e o reconhecimento das microcredenciais além-fronteiras.

5.4.4 Centro Europeu para o Desenvolvimento da Formação Profissional (Cedefop) :

O Cedefop, uma agência da UE que apoia o desenvolvimento do ensino e da formação profissionais (EFP), desempenha um papel fundamental na promoção da utilização de microcredenciais no contexto do ensino profissional. Fá-lo através de:

- **Investigação** : O Cedefop realiza estudos para avaliar o impacto potencial das microcredenciais no desenvolvimento de competências, na participação no mercado de trabalho e na integração dos sistemas de educação e formação em toda a Europa.

- **Colaboração**: O Cedefop colabora com os governos nacionais, o setor privado e as instituições de ensino para desenvolver quadros e orientações relativos às microcredenciais, garantindo que estas estejam em sintonia com as necessidades do mercado de trabalho europeu.

5.4.5 Programas de financiamento da EU

A UE oferece programas de financiamento que apoiam o desenvolvimento e a adoção de microcredenciais nos Estados-Membros, nomeadamente no contexto da aprendizagem digital, da educação de adultos e do desenvolvimento de competências. Entre os principais programas contam-se:

- **Erasmus+**: Este programa é tradicionalmente conhecido pelo apoio à mobilidade, mas tem vindo a financiar cada vez mais projetos relacionados com a aprendizagem ao longo da vida e o desenvolvimento de microcredenciais. O Erasmus+ apoia parcerias entre universidades, centros de formação profissional e empresas para desenvolver programas conjuntos de microcredenciais que melhorem a empregabilidade e a adaptabilidade.

- **Horizon Europe**: O programa «Horizon Europe» financia projetos de investigação e inovação e tem apoiado iniciativas que exploram o papel das microcredenciais no desenvolvimento de competências para tecnologias emergentes, nomeadamente nas áreas da IA, da transformação digital e da energia verde.

5.4.6 European Qualifications Framework (EQF) and the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)

A UE está a trabalhar para integrar melhor as microcredenciais no Quadro Europeu de Qualificações (QEQ) e no Sistema Europeu de Transferência e Acumulação de Créditos (ECTS), que são instrumentos que ajudam a normalizar e a comparar as qualificações entre os países da UE. Mais concretamente:

- **Correlacionar as microcredenciais com os níveis do QE**: Ao alinhar as microcredenciais com o QEQ, a UE pretende garantir que estas sejam reconhecidas nos diferentes sistemas educativos e profissionais. Este alinhamento ajuda os formandos e os empregadores a compreender melhor o valor das microcredenciais.
- **Atribuição de pontos ECTS a microcredenciais**: Os ECTS, utilizado para medir a carga de trabalho dos estudantes no ensino superior, poderá ser alargado de modo a abranger as microcredenciais, permitindo aos alunos acumular créditos para a obtenção de diplomas ou certificações formais.

5.4.7 Iniciativas políticas da UE em matéria de aprendizagem ao longo da vida

A UE adotou uma Estratégia de Aprendizagem ao Longo da Vida, que salienta a importância da atualização e da requalificação profissionais ao longo da carreira. As microcredenciais constituem um elemento central desta estratégia, uma vez que permitem aos indivíduos adquirir novas competências relevantes para o mercado de trabalho de forma rápida e eficiente, sem necessidade de recorrer a programas de educação formal de longa duração.

- **Percursos de aprendizagem flexíveis:** As microcredenciais são reconhecidas como uma forma essencial de criar percursos de aprendizagem flexíveis e modulares para pessoas de todas as idades e origens, permitindo-lhes aperfeiçoar e atualizar as suas competências ao longo da carreira.
- **Parcerias com a indústria**: As iniciativas da UE incentivam a colaboração entre instituições de ensino e empresas para conceber microcredenciais que estejam em estreita sintonia com as necessidades do mercado de trabalho.

5.4.8 European Digital Education Hub (EDEH)

O **Centro Europeu de Educação Digital** é uma plataforma concebida para facilitar a colaboração em toda a Europa no âmbito de iniciativas de educação digital. Um dos seus objetivos é melhorar o acesso a microcredenciais e outras formas de educação digital, garantindo que os alunos de diferentes países da UE possam aceder a qualificações reconhecidas e de alta qualidade.

5.5 Badges/Emblemas e microcredenciais

Os **bagdes** e as **microcredenciais** são ferramentas utilizadas para reconhecer e validar competências ou realizações, mas diferem em termos de profundidade, formalidade e âmbito. No entanto, estão intimamente relacionados e, em muitos contextos, os **badges** são utilizados como parte do processo de atribuição de **microcredenciais**. Vamos aprofundar a relação entre os dois:

5.5.1 Badges/Emblemas

Um **badge** é um símbolo ou indicador digital que representa uma conquista, habilidade ou competência específica adquirida por um indivíduo. Os **badges** são normalmente emitidos por organizações, instituições ou plataformas como forma de reconhecer e comprovar o desempenho de um aluno numa determinada área. São geralmente atribuídos pela conclusão de uma tarefa específica, pela conclusão de um curso, pelo domínio de uma habilidade ou pela aprovação numa avaliação.

- **Digitais e visuais:** Badges são frequentemente representados como ícones visuais (imagens) que são exibidos em plataformas online, currículos ou portfólios.
- **Conquistas a curto prazo**: Um badge pode representar uma conquista mais restrita ou específica. Por exemplo, a obtenção de um crachá pode indicar a conclusão de um determinado curso online, de um projeto ou de um módulo.
- **Acumuláveis**: Badges podem ser acumulados ao longo do tempo para indicar o progresso ou a aprendizagem, e estão frequentemente associadas a microcredenciais ou percursos de aprendizagem.

5.5.2 Microcredentials

- **As microcredenciais** são certificações mais formais que reconhecem um conjunto específico de competências ou conhecimentos, frequentemente obtidas através de programas de aprendizagem de curta duração e direcionados. As microcredenciais estão normalmente associadas a resultados educativos mais abrangentes, em comparação como os badges, e podem incluir avaliações mais rigorosas, assim como um processo de validação claro. Uma microcredencial pode ser obtida após a conclusão de um curso ou programa estruturado que demonstre competência numa área específica.
- **Certificação formal**: As microcredenciais vêm normalmente acompanhadas de documentos mais detalhados (como um certificado ou um histórico escolar) e podem estar associadas ao Quadro Europeu de Qualificações (EQF) ou a outra norma.
- **Focada na competência**: Uma microcredencial é frequentemente emitida depois de um aluno ter demonstrado o domínio de uma competência ou habilidade específica numa determinada matéria.
- **Maior credibilidade**: As microcredenciais são, em geral, mais reconhecidas e podem ter maior peso em contextos profissionais ou académicos, em comparação com os emblemas.

5.5.3 Relationship Between Badges and Microcredentials

Embora os badges e as microcredenciais sejam conceitos distintos, estão frequentemente interligados no contexto dos sistemas de aprendizagem modernos. Eis como:

1. **Os badges/emblemas como elementos constitutivos das microcredenciais**:
    - Em alguns sistemas, os emblemas são atribuídos como pequenas conquistas ou etapas no caminho para a obtenção de uma microcredencial. Por exemplo, poderá

receber um badge/emblema ao concluir módulos individuais dentro de um curso mais abrangente e, após concluir todos os módulos, obter uma microcredencial que certifica o seu domínio geral de uma matéria.

- **Badges acumuláveis**: Os formandos podem acumular vários emblemas que, quando combinados, constituem um conjunto de competências mais abrangente. Este processo cumulativo pode então ser formalmente reconhecido como uma microcredencial, especialmente se o formando cumprir os critérios gerais de competência ou de avaliação.

2. **o As microcredenciais utilizam badges/emblemas**:
   - Muitas plataformas atribuem emblemas aos formandos quando estes atingem marcos específicos ou competências no âmbito de um programa de microcredenciais. Por exemplo, um formando pode concluir uma série de tarefas num curso e ganhar emblemas por cada tarefa. Assim que todas as tarefas estiverem concluídas, o formando recebe a microcredencial.
   - Estes emblemas são frequentemente verificáveis digitalmente, o que significa que incluem metadados que comprovam a conquista e podem ser facilmente partilhados em plataformas como o LinkedIn ou em currículos digitais.
3. **Badges/emblemas como forma de reconhecimento informal ou complementar**:
   - Os badges/emblemas podem servir como um reconhecimento complementar da aprendizagem informal ou de conquistas que possam não exigir toda a estrutura de uma microcredencial. Por exemplo, alguém pode ganhar um emblema por concluir um questionário online ou um módulo de aprendizagem, mesmo que isso não constitua uma credencial completa.
   - Neste caso, os emblemas são uma forma de reconhecimento mais leve e acessível, mas podem não ter o mesmo peso ou formalidade que uma microcredencial.
4. **Flexibilidade e reconhecimento em todas as plataformas**:
   - Uma das principais vantagens dos emblemas é a sua flexibilidade e a capacidade de serem integrados em diferentes plataformas. Os formandos podem obter emblemas de várias fontes (por exemplo, MOOCs, workshops, cursos online) e exibi-los em portfólios digitais ou perfis nas redes sociais. As microcredenciais, por outro lado, podem ser atribuídas num formato mais padronizado ou estruturado e, embora os emblemas possam fazer parte desse processo, as microcredenciais vêm frequentemente acompanhadas de documentação mais formal.

Emblemas vs. microcredenciais: principais diferenças

Aspecto	Emblemas	Microcredenciais
Objetivo	Reconheça pequenas conquistas ou competências específicas	Certificar um conjunto mais amplo de competências ou aptidões
Formalidade	Informal e frequentemente utilizado como reconhecimento complementar	Certificação formal reconhecida em todos os sistemas
Âmbito	De âmbito mais restrito, normalmente destinado a tarefas ou módulos específicos	Abrange um conjunto mais vasto de competências
Reconhecimento	Mais informal, frequentemente apresentado em plataformas digitais	Mais formal, por vezes associado a qualificações académicas ou profissionais
Verificação	Pode ou não ser verificado (dependendo da plataforma emissora)	Normalmente, envolve um processo de verificação mais rigoroso
Processo de acreditação	Podem ser obtidos de forma rápida e fácil por tarefas ou conhecimentos específicos	Implica a conclusão de um programa ou curso estruturado com avaliações
Acumulação	Podem ser combinados para criar um conjunto mais vasto de conteúdos de aprendizagem	Normalmente, trata-se de uma conquista independente, mas pode fazer parte de um percurso de aprendizagem mais abrangente

5.5.4 Contributos emblemas e as microcredenciais para os alunos e os educadores

- **Para os alunos:**
    - **Emblemas** oferecem uma forma rápida de destacar competências específicas ou marcos alcançados, tornando-as úteis para o reconhecimento informal ou a aprendizagem no local de trabalho.
    - **Microcredenciais** oferecem uma forma mais estruturada e abrangente de comprovar os conhecimentos especializados numa área ou disciplina, o que pode ter um impacto mais significativo na progressão na carreira ou em contextos académicos.

- Os alunos podem acumular emblemas para obter uma microcredencial, o que lhes proporciona um caminho claro para conquistas mais amplas.

- **Para educadores**:
  - **Emblemas** são uma ferramenta fácil de implementar para reconhecer os progressos alcançados e motivar os alunos ao longo do seu percurso educativo.
  - **Microcredenciais** são valiosas por oferecerem qualificações mais formais e reconhecidas, que podem ser alinhadas com os padrões do setor, ajudando a satisfazer a crescente procura por uma aprendizagem flexível e baseada em competências.
  - o Os formadores podem utilizar os emblemas como marcos que, a longo prazo, conduzem à atribuição de uma microcredencial, proporcionando uma estrutura clara que os formandos podem seguir.

5.5.5 Exemplos de plataformas que utilizam em conjunto crachás e microcredenciais

Coursera, edX, and LinkedIn Learning: Estas plataformas utilizam frequentemente emblemas como parte do seu sistema de microcredenciação. Por exemplo, um aluno pode ganhar emblemas por concluir determinados módulos ou avaliações de um curso e, ao concluir o curso na íntegra, recebe uma microcredencial que pode ser adicionada ao seu currículo ou perfil profissional.

- **Open Badges Standard**: Trata-se de um padrão aberto para emblemas digitais desenvolvido pela Fundação Mozilla. Permite a emissão de emblemas para uma ampla variedade de resultados de aprendizagem e inclui metadados detalhados para verificar esses resultados. É possível criar microcredenciais com base neste sistema, adicionando critérios de aprendizagem mais formais.

5.6 O sistema debadges/emblemas do futurEng

A plataforma online FuturEng (https://elearn-futureng.projectsgallery.eu/) inclui 5 módulos e 7 tarefas na Internet. Módulos:

- Módulo 1: Introdução ao curso
- Módulo 2: Edge technologypara a Indústria 5.0
- Módulo 3: IA para a Indústria 5.0
- Módulo 4: Facilitadores da transição dupla
- Módulo 5: Implicações sociais, ambientais e éticas

WEB QUESTS.

1. EXPLORAR OS FACILITADORES TECNOLÓGICOS AVANÇADOS PARA A INDÚSTRIA 5.0: O FUTURO DA INOVAÇÃO COMEÇA AQUI!

2. INDÚSTRIAS INTELIGENTES: ALAVANCAR A IoT E A COMPUTAÇÃO PARA A TRANSFORMAÇÃO
3. EXPLORAR A COLABORAÇÃO ENTRE PESSOAS E ROBÔS
4. IA E APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA NA INDÚSTRIA 5.0: EVOLUÇÃO OU REVOLUÇÃO?
5. DOMINAR A ENGENHARIA DE PROMPTS EM SISTEMAS DE IA
6. TIRAR PARTIDO DA DIGITALIZAÇÃO PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL: EXPLORANDO A TRANSIÇÃO DUPLA
7. ARQUITETOS DA TRANSIÇÃO DUPLA: CONSTRUINDO MODELOS DE NEGÓCIO SUSTENTÁVEIS PARA O FUTURO

Os alunos podem criar uma conta e inscrever-se automaticamente no curso no idioma da sua preferência. A plataforma disponibiliza materiais didáticos para cada um dos cinco módulos, juntamente com pequenos questionários no final de cada unidade para avaliar os seus conhecimentos (excluindo o Módulo 1, que serve de introdução). Estes questionários estão no modo de aprendizagem, o que significa que a resposta correta é apresentada após cada pergunta. Não há pontuação nestes questionários.

No final dos módulos 2, 3, 4 e 5, os alunos podem realizar um teste. O teste inclui um sistema de pontuação, e é atribuído um crachá se o aluno obtiver uma pontuação igual ou superior a 75%. Note-se que não há penalização por respostas incorretas.

Título	**Estado do emblema**	**Criteria**
 IA para a Indústria 5.0	Disponível para os utilizadores	Complete: **"SCORM package - Test: AI for Industry 5.0"**
 Edge technologypara a Indústria 5.0	Disponível para os utilizadores	Complete: **"SCORM package - Test on Deep Tech enablers for Industry 5.0"**
 Implicações sociais, ambientais e éticas	Disponível para os utilizadores	Complete: **"SCORM package - Test: Social, environmental and ethical implications"**
 Facilitadores da transição dupla	Disponível para os utilizadores	Complete: **"SCORM package - Test: Twin transition enablers"**

Os alunos também podem enviar os trabalhos das 7 missões online, que podem ser avaliados pelos professores. Em cada missão, os alunos têm a oportunidade de ganhar um crachá adicional.

Assim, um aluno pode ganhar um total de 11 emblemas. Se todos os emblemas forem obtidos, o aluno receberá a microcredencial FutureEng e poderá descarregar um certificado.

6 Utilizar da plataforma

Os professores podem criar uma conta em https://elearn-futureng.projectsgallery.eu/.

Note que, por predefinição, a função atribuída a quem cria uma conta é a de aluno. O professor inscrito deve contactar o administrador da plataforma e solicitar a função de professor. Note-se também que as orientações para professores relativas às Web Quests ficam visíveis assim que a conta criada receber a função de professor. Estas orientações não são visíveis para os alunos.

Nas páginas seguintes, a plataforma é explicada em passos simples através de uma série de capturas de ecrã.

7 Estratégias de avaliação

O MOOC FuturEng combina duas estratégias de avaliação complementares: a avaliação tradicional — formativa e sumativa do conteúdo dos módulos — e a avaliação baseada no desempenho, através de webquests.

7.1 Estratégias de avaliação para o MOOC

A avaliação do módulo inclui avaliações formativas e sumativas.

A avaliação formativa não se destina a avaliar a aprendizagem, mas sim a promover a aprendizagem. Consiste normalmente em questionários curtos e de tentativas ilimitadas, como estratégias de avaliação de baixo risco que ajudam os alunos a acompanhar o seu próprio progresso. Em geral, estes questionários baseiam-se na ideia da prática de recuperação (Roediger & Karpicke, 2006) – retenção da memória através da recordação. Também servem para manter os alunos motivados, um aspeto essencial na aprendizagem online. Normalmente permitem várias tentativas, promovendo a persistência (Mastery Learning, Benjamin Bloom (1968)) e uma mentalidade de crescimento (Dweck, 2006).

No FuturEng, a avaliação formativa é realizada no final de cada submódulo através de pequenos questionários compostos por 3-4 perguntas de escolha múltipla ou exercícios de correspondência, cada um valendo 10 pontos. Os alunos têm tentativas ilimitadas.

A avaliação sumativa (final) funciona como prova de desempenho (Black & William, 1998; Harlen, 2007). Recomenda-se que as perguntas finais sejam formuladas de acordo com a taxonomia de verbos de ação de Bloom para avaliar eficazmente a memorização e a compreensão.

Esta avaliação inclui 14 a 18 perguntas de escolha múltipla e exercícios de correspondência, com um peso de 10 pontos cada. Os alunos têm um limite de 2 tentativas.

Este tipo de avaliação — composto por abordagens formativas e sumativas — garante a validade da aprendizagem e promove a melhoria contínua dos alunos (Harlen, 2007)

7.2 Estratégias de avaliação para as Web Quests

As WebQuests têm as suas raízes nos métodos de ensino construtivistas. Pretendem desenvolver competências de resolução de problemas e de pensamento crítico, promovendo simultaneamente a integração da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem.

As WebQuests envolvem normalmente atividades multifacetadas — pesquisa, análise, apresentação de informação, trabalho em equipa ou individual, desenvolvimento de projetos e tarefas práticas. Simulam frequentemente tarefas e situações do mundo real, refletindo uma abordagem baseada na investigação para a construção do conhecimento, bem como processos iterativos e reflexivos. O processo visa apoiar a transferência de aprendizagem entre diferentes contextos.

Como atividades baseadas na investigação, as WebQuests não têm «respostas certas». Em vez disso, os alunos são encorajados a explorar, refletir e construir a sua própria compreensão dos temas em questão. Consequentemente, a avaliação do desempenho dos alunos deve ser flexível. Uma abordagem eficaz consiste em aplicar um método de avaliação baseado em rubricas, nas quais estas estão alinhadas com os resultados de aprendizagem pretendidos. As rubricas devem avaliar tanto o desempenho do aluno como os resultados tangíveis da WebQuest.

No FuturEng, as WebQuests variam no tipo de resultado esperado: desde apresentações, relatórios e debates até propostas estratégicas, modelos/planos de negócio ou protótipos/demonstrações. Cada WebQuest, portanto, inclui a sua própria rubrica de avaliação. No entanto, apesar da sua diversidade, todas as WebQuests partilham um quadro de avaliação semelhante, composto por três a quatro critérios com igual ponderação. Estes critérios incluem a compreensão aplicada; o alinhamento com os descritores dos níveis do EQF, competências transversais como Ética, sustentabilidade e tecnologia centrada no ser humano, em consonância com os princípios da Indústria 5.0, e competências de colaboração, comunicação e apresentação (ou seja, a capacidade de comunicar ideias de forma clara e persuasiva).

Assim, o quadro de avaliação das WebQuests do FuturEng pode ser articulado nas seguintes rubricas transversais:

- Investigação e inovação: qualidade, profundidade e relevância do resultado.
- Comunicação/Apresentação: clareza de expressão
- Colaboração: dinâmica de trabalho em equipa
- Pensamento ético e sustentável: princípios tecnológicos centrados no ser humano e responsáveis

Para cada rubrica, devem ser definidos critérios e padrões para a classificação do desempenho do aluno. A matriz de avaliação final teria o seguinte aspeto:

Critério	0 pts – Fraco	2 pts – Satisfatório	4 pts – Bom	6 pts – Excelente
1. Investigação e Inovação	Compreensão limitada; trabalho impreciso ou irrelevante.	Conhecimentos básicos; pouca profundidade ou originalidade.	Boa compreensão; alguma criatividade e pertinência.	Um trabalho aprofundado, preciso e inovador, ligado a contextos reais.
2. Comunicação / Apresentação	Pouco claro, desorganizado, erros graves.	É compreensível, mas carece de estrutura ou clareza.	Clear and organized; appropriate visuals/media.	Claro, persuasivo, bem concebido e cativante.
3. Colaboração	Sem participação ou participação mínima	Inconsistent contribution or teamwork.	Participação e cooperação regulares.	Trabalho em equipa ativo, respeitoso e construtivo.
4. Pensamento ético e sustentável	Falta de consciência ética ou sustentável.	Aborda a ética e a sustentabilidade de forma superficial.	Incorpora algumas ideias éticas ou sustentáveis	Uma abordagem fortemente ética, sustentável e centrada no ser humano.

Tabela de classificação:

Excelente	Entre 20 a 24 pontos
Ótimo	Entre 13 a 19 pontos

Média	Entre 7 a 12 pontos
Pobre	Entre 0 a 6 pontos

Por fim, a tabela de avaliação deve ser apresentada aos alunos antes do início da WebQuest, a fim de garantir a transparência e um entendimento comum do processo de avaliação. Por fim, a tabela de avaliação deve ser apresentada aos alunos antes do início da WebQuest, a fim de garantir a transparência e um entendimento comum do processo de avaliação.

8 Lista de verificação

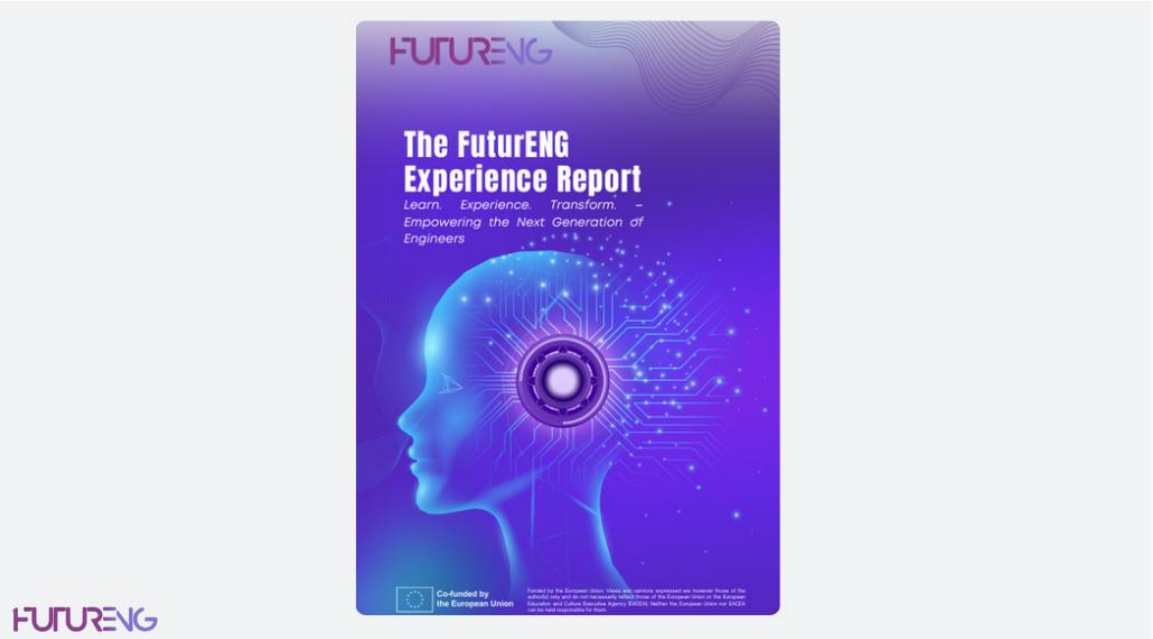
Para ministrar os conteúdos de forma eficaz, os formadores devem receber formação nas seguintes áreas:

- Noções básicas dos conceitos da Indústria 5.0
- Utilização da plataforma LMS e de ferramentas interativas
- Facilitação de atividades de pesquisa na Internet e de aprendizagem baseada em cenários
- Conceção de avaliações alinhadas com os resultados de aprendizagem
- Promoção da reflexão dos alunos e da colaboração digital

9 A Experiência FuturEng

O consórcio FuturEng elaborou um relatório de experiência abrangente que documenta de forma fundamentada os testes e a validação do MOOC e da CBL Toolbox nas três universidades parceiras, resumindo o feedback dos estudantes, as atividades-piloto e os eventos colaborativos que tiveram lugar ao longo da duração do projeto, nomeadamente o hackathon digital e o LTTA em Portugal. O relatório fornece uma visão geral baseada em evidências de como as ferramentas do projeto apoiaram o desenvolvimento das competências dos estudantes e orientaram melhorias através de atividades de cocriação e avaliação, servindo como referência fundamental para compreender o progresso do projeto e o impacto prático dos seus resultados. Além disso, serve como prova para educadores e instituições de que ferramentas de aprendizagem inovadoras, como as criadas no âmbito do projeto FuturEng, oferecem exemplos práticos de implementação que podem ser adaptados a vários programas de engenharia.

A versão completa deste relatório está disponível para download gratuito no site do FuturENG (na secção: A nossa experiência), ou pode ser acedido diretamente através do seguinte link: FuturEng Experience report.



10 Referências:

Beddoes, K. (2020) 'Interdisciplinary teamwork artefacts and practices: A typology for promoting successful teamwork in engineering education', *Australasian Journal of Engineering Education*, 25(2), pp. 133–141. doi: 10.1080/22054952.2020.1836753.

Black, P. and Wiliam, D. (1998) 'Assessment and classroom learning', *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), pp. 7–74. doi: 10.1080/0969595980050102.

Bloom, B.S. (1968) 'Learning for mastery', *UCLA-CSEIP Evaluation Comment*, 1(2), pp. 1–12.

Breque, M., De Nul, L. and Petridis, A. (2021) *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Cigdem, H. and Ozkan, U.B. (2024) 'Enhancing learning outcomes in engineering education with online formative quizzes: Results from a quasi-experimental study', *Journal of Interactive Learning Research*, 35(1), pp. 9–30.

Crowley, B. (2021) *Artificial intelligence models*. The Decision Lab. Available at: https://thedecisionlab.com/reference-guide/computer-science/artificial-intelligence-models (Accessed: 23 November 2025).

Dweck, C.S. (2006) *Mindset: The new psychology of success*. New York: Random House.

European Commission (2020) *The European Green Deal*. Brussels: European Commission. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (Accessed: 23 November 2025).

European Commission (2021) *Proposal for a regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain Union legislative acts*, COM(2021) 206 final. Available at: https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2021)206&lang=en (Accessed: 23 November 2025).

European Commission (2022) *Europe's Digital Decade: Digital Policy Programme 2030*. Brussels: European Commission. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europes-digital-decade_en (Accessed: 23 November 2025).

European Environment Agency (2024) *Europe's sustainability transitions outlook*. Available at: https://www.eea.europa.eu/publications/europes-sustainability-transitions-outlook (Accessed: 23 November 2025).

Floridi, L. (2019) *The ethics of artificial intelligence*. Oxford: Oxford University Press.

Harlen, W. (2007) *Assessment of learning*. London: SAGE Publications.

Kalyanakrishnan, S. (2023) 'Prompt engineering for AI applications in Industry 5.0', *International Journal of Artificial Intelligence and Applications*, 14(3), pp. 230–250.

Kolesnikova, I. (2023) *Computer vision applications and real-world case studies*. MindTitan. Available at: https://mindtitan.com/resources/blog/computer-vision-applications/ (Accessed: 23 November 2025).

Marr, B. (2016) *Big data in practice: How 45 successful companies used big data analytics to deliver extraordinary results*. Chichester: Wiley.

McNulty, A. and Brooks, D. (2006) 'Learning from WebQuests', *Journal of Science Education and Technology*, 15, pp. 133–136. doi: 10.1007/s10956-006-9005-7.

OECD (2024) *Digital Economy Outlook 2024 (Volume 2): Strengthening connectivity, innovation and trust*. Available at: https://www.oecd.org/digital/digital-economy-outlook/ (Accessed: 23 November 2025).

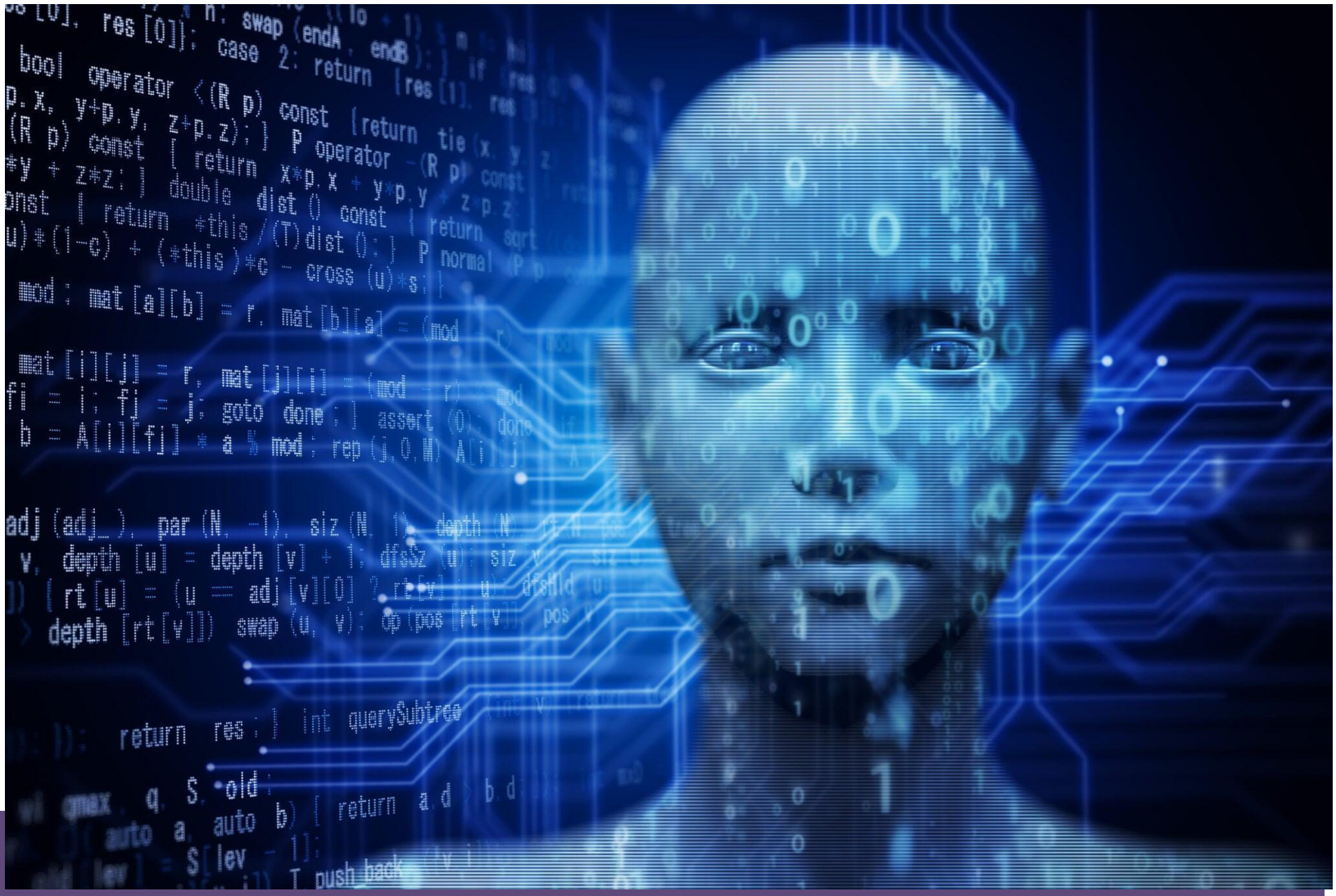
Roediger, H.L. and Karpicke, J.D. (2006) 'Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention', *Psychological Science*, 17(3), pp. 249–255. doi: 10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x.

Salmon, G. (2013) *E-moderating: The key to teaching and learning online*. 3rd edn. London: Routledge.

Sinakou, E., Donche, V., Boeve-de Pauw, J. and Van Petegem, P. (2019) 'Designing powerful learning environments in education for sustainable development: A conceptual framework', *Sustainability*, 11(21), 5994. doi: 10.3390/su11215994.

Stappenbelt, B. and Basu, A. (2019) 'Student-supervisor-university expectation alignment in the undergraduate engineering thesis', *Journal of Technology and Science Education*, 9(2), pp. 199–216. doi: 10.3926/jotse.482.

T-Challenge (no date) *O2TOT manual* [Manual]. Available at: https://t-challenge.eu/uploaded/tiny/files/t_challenge-o2tot-manual-en.pdf (Accessed: 23 November 2025).



Capítulo 2 – Roteiro para a Integração do E-learning da Indústria 5.0 e dos Webquests nos currículos de engenharia

1 Introdução

O FuturEng é um projeto europeu que dota o ensino da engenharia das competências necessárias para a Indústria 5.0 — uma mudança de rumo político que exige a utilização de tecnologias avançadas de forma a dar prioridade às pessoas, à sustentabilidade ambiental e à resiliência da cadeia de abastecimento. O projeto disponibiliza material pronto a utilizar que abrange inteligência artificial, tratamento seguro de dados, blockchain, modelos de negócio baseados em serviços, robôs colaborativos e impressão 3D. Todo o conteúdo de aprendizagem está mapeado consoante o Quadro Europeu de Qualificações e alinhado com a Recomendação do Conselho de 2022 sobre microcredenciais, garantindo que cada unidade de aprendizagem possa ser reconhecida além-fronteiras.

O FuturEng oferece três percursos práticos para os formandos. No percurso de licenciatura, os módulos podem ser integrados em programas de engenharia existentes, permitindo que os estudantes desenvolvam competências da Indústria 5.0 para obtenção de créditos. No percurso das microcredenciais, cursos curtos e flexíveis permitem que engenheiros em exercício e alunos de outras áreas adquiram competências específicas e as convertam posteriormente em créditos reconhecidos. No percurso dos workshops, atividades de exposição rápida, como hackathons e sprints de desafios, atribuem reconhecimento baseado em emblemas sem exigir alterações curriculares.

Os professores receberão formação específica que apoia tanto a instrução técnica como os aspetos sociais e ambientais mais amplos relacionados com a Indústria 5.0. As empresas contribuirão com dados reais, equipamento e descrições de problemas, reforçando a relevância para o local de trabalho e criando canais diretos de recrutamento de talentos. As agências de garantia da qualidade e os organismos de acreditação estarão envolvidos ao longo de todo o processo para assegurar a conformidade com as normas europeias em matéria de créditos e reconhecimento.

O FuturEng começa com atividades de conceção e piloto em 2025–2026, seguidas de uma adoção mais ampla até 2028 e de melhorias incrementais contínuas. O progresso será monitorizado através de indicadores como a aceitação de microcredenciais, a mobilidade dos formandos em toda a Europa e os resultados dos licenciados nos setores verde e digital. Ao integrar tecnologia de ponta com fortes valores de sustentabilidade e sociais, o FuturEng apoia o desenvolvimento de engenheiros capazes de conceber soluções que sejam não só inovadoras e eficientes, mas também responsáveis e resilientes.

1 A Visão: Indústria 5.0 e o Ensino da Engenharia

A Indústria 5.0 representa uma transição para sistemas industriais que melhoram o bem-estar humano, protegem o ambiente e se mantêm resilientes face a transformações (Comissão Europeia, 2021). Baseia-se nos avanços tecnológicos da Indústria 5.0, ao mesmo tempo que coloca

uma ênfase maior nos resultados sociais e ambientais. A necessidade de competências que permitam esta transformação tornou-se urgente, tal como referido em relatórios políticos europeus recentes (Comissão Europeia, 2024).

No que diz respeito à formação em engenharia, esta transição requer bases técnicas sólidas — incluindo inteligência artificial, gestão segura de dados, blockchain, robótica colaborativa, fabrico aditivo e análise avançada —, ao mesmo tempo que integra a sustentabilidade, a ética e a inclusão (Comissão Europeia, 2021). Os engenheiros devem ser capazes de avaliar as consequências mais amplas da tecnologia, adotar uma abordagem de ciclo de vida e contribuir para o desenvolvimento de soluções que abordem os riscos climáticos, de cibersegurança e da cadeia de abastecimento. Estes profissionais trabalharão cada vez mais em modelos de negócio baseados em serviços, tais como Software-as-a-Service, Platform-as-a-Service e Data-as-a-Service, que proporcionam valor respeitando os limites ambientais (Comissão Europeia, 2024).

O cumprimento destas expectativas exige novos métodos de ensino e aprendizagem. Abordagens baseadas em desafios, incluindo ambientes de laboratórios vivos, incentivam o trabalho em equipa multidisciplinar e a experimentação. Unidades de aprendizagem curtas e acumuláveis permitem aos alunos adquirir competências específicas e demonstrar competências rapidamente. As microcredenciais alinhadas com as normas europeias apoiam percursos de aprendizagem flexíveis, permitindo aos estudantes melhorar e requalificar as suas competências ao longo das suas carreiras (Conselho da UE, 2022). A colaboração interdisciplinar — por exemplo, estudantes de engenharia a trabalhar com estudantes de gestão, ciências sociais e design — ajuda-os a compreender as dimensões humanas e organizacionais da inovação. As oportunidades de desenvolvimento profissional contínuo garantem que os educadores se mantêm atualizados com as ferramentas emergentes e as questões sociais que estas suscitam. As janelas de mobilidade e a cooperação transfronteiriça reforçam o fluxo de talento e conhecimento por toda a Europa (Comissão Europeia, 2024).

As secções seguintes descrevem como o FuturEng apoia as universidades na implementação desta visão. Através de percursos de licenciatura atualizados, ofertas de microcredenciais e oportunidades extracurriculares de inovação, o projeto apoia a preparação de engenheiros para fornecer soluções tecnicamente robustas, sustentáveis e alinhadas com o futuro industrial da Europa centrado no ser humano (Comissão Europeia, 2021).

2 Partes interessadas e público alvo

A construção dos percursos de aprendizagem do FuturEng em torno dos princípios da Indústria 5.0 requer uma ação coordenada por parte de uma vasta comunidade de partes interessadas, cada uma das quais contribui com um valor distinto para garantir uma implementação bem-sucedida e um impacto a longo prazo.

Os estudantes e outros formandos estão no centro da iniciativa. Isto inclui estudantes universitários a tempo inteiro, candidatos a mestrado e doutoramento, e profissionais que procuram atualizar as suas competências a meio da carreira. As microcredenciais, alinhadas com as normas europeias de qualidade e transparência, proporcionam um reconhecimento flexível e transferível da aprendizagem, permitindo que os indivíduos adquiram e acumulem competências em tecnologias facilitadoras essenciais, tais como a inteligência artificial, a blockchain e a produção sustentável (Conselho da UE, 2022; Comissão Europeia, 2021).

O pessoal académico, os diretores de programas e as equipas de qualidade institucionais impulsionam a inovação curricular, salvaguardando os padrões académicos. Isto implicará adaptar os programas de estudos, modernizar a avaliação e integrar perspetivas centradas no aluna e na sustentabilidade. As orientações europeias enfatizam o envolvimento precoce e contínuo dos educadores para garantir resultados de aprendizagem coerentes e alinhados com quadros de qualificações reconhecidos (Comissão Europeia, 2024).

Os parceiros da indústria — incluindo fornecedores de tecnologia, produtores e start-ups — contribuem com contextos reais, dados, instalações e desafios. O seu papel de co-concepção garante que a aprendizagem se mantém estreitamente alinhada com as expectativas em evolução do local de trabalho e que as competências da Indústria 5.0 se traduzem diretamente em empregabilidade (Comissão Europeia, 2021).

Os decisores políticos, os organismos de acreditação e as agências nacionais fornecem a base regulamentar para a flexibilidade curricular, o reconhecimento e a mobilidade transfronteiriça dos alunos. Asseguram que os percursos académicos e de microcredenciais cumprem os princípios do Quadro Europeu de Qualificações e da Convenção de Lisboa sobre o Reconhecimento, mantendo a confiança e a transparência em toda a Europa (ENQA, 2015).

Por fim, a sociedade e a economia em geral beneficiam quando os licenciados em engenharia desenvolvem soluções que promovem o bem-estar, a inclusão social e a responsabilidade ambiental — os objetivos centrais da Indústria 5.0. Ao alinhar as ações de todas as partes interessadas, o FuturEng contribui para a transição verde e digital da Europa, reforçando simultaneamente a resiliência industrial.

3 Fases de integração estratégica

Para traduzir a visão da Indústria 5.0 na aprendizagem quotidiana, o FuturEng disponibilizará os seus conteúdos através de três vias complementares que respondem a diferentes necessidades

institucionais, constituindo simultaneamente uma estratégia única e escalável para a transformação curricular (Comissão Europeia, 2024).

Percurso 1 — Integração total no currículo

Os módulos do FuturEng, que abrangem inteligência artificial, blockchain, análise de big data, robótica colaborativa, fabrico aditivo e modelos de negócio orientados para os serviços, serão integrados nos programas acreditados existentes. Os resultados de aprendizagem serão mapeados para os níveis do Quadro Europeu de Qualificações (EQF) e para as normas ECTS, a fim de garantir a sua integração no ensino de engenharia convencional (Comissão Europeia, 2021).

Percurso 2 — Microcredenciais para a atualização flexível de competências

O mesmo conteúdo será disponibilizado sob a forma de unidades de aprendizagem curtas, avaliadas e acumuláveis, destinadas a profissionais, estudantes de outras disciplinas e ex-alunos. Uma vez que estas microcredenciais seguem a Recomendação do Conselho de 2022, promovem um rápido reconhecimento e a relevância para o mercado de trabalho em toda a Europa (Conselho da UE, 2022).

Percurso 3 — Inovação nas atividades extracurriculares e co-curriculares

Os sprints de fim de semana, os desafios do setor, os hackathons e as experiências do Degree Plus proporcionarão uma participação prática fora das estruturas formais, reconhecida através de emblemas digitais e que apoia a prototipagem rápida de novos conteúdos em parceria com o setor (OCDE, 2023).

As subsecções que se seguem descrevem os requisitos processuais, de garantia de qualidade e de governação para cada percurso, assegurando que os projetos-piloto iniciais evoluam no sentido de uma adoção sustentável a nível de toda a instituição

3.1 Registo e aprovação de um novo módulo de estudo

Em toda a Europa, os programas de estudos universitários e os seus módulos estão sujeitos a sistemas nacionais de garantia da qualidade que funcionam no âmbito de um quadro europeu comum. A principal referência são as Normas e Orientações para a Garantia da Qualidade no Espaço Europeu do Ensino Superior (ESG), adotadas pela primeira vez em 2005 e revistas em 2015. As ESG definem a forma como as instituições devem garantir a qualidade dos seus programas a nível interno e como as agências externas de garantia da qualidade devem avaliá-los (ENQA, 2015). A implementação da garantia da qualidade baseada nas ESG é uma obrigação fundamental do Processo de Bolonha, que instituiu o Espaço Europeu do Ensino Superior (EEES). Embora os princípios fundamentais sejam comuns, os procedimentos detalhados variam de país para país (Comissão Europeia, 2025).

Quando as universidades introduzem novos módulos em programas já estabelecidos, seguem normalmente um processo interno de garantia da qualidade que reflete, em menor escala, o processo de aprovação de programas completos. Em conformidade com as normas ESG para a garantia de qualidade interna, qualquer modificação curricular — incluindo a criação, revisão ou remoção de módulos — deve ser devidamente planeada, justificada e aprovada através de procedimentos institucionais. Normalmente, a iniciativa tem origem num departamento académico ou numa comissão do programa, que identifica uma necessidade decorrente de novos desenvolvimentos na investigação, das necessidades do mercado de trabalho ou do feedback dos estudantes e das partes interessadas externas. É então redigida uma descrição do módulo, delineando os resultados de aprendizagem pretendidos, o conteúdo, os métodos de avaliação e a carga de trabalho expressa em créditos ECTS.

Uma vez preparada, a proposta é analisada quanto à sua adequação ao programa global: o nível do módulo deve corresponder ao quadro de qualificações relevante, e os resultados de aprendizagem devem contribuir de forma significativa para os resultados do programa, sem sobrecarregar os estudantes ou duplicar o ensino existente. Em muitos sistemas, esta verificação de alinhamento é realizada por uma comissão do programa de estudos a nível da faculdade ou da universidade e por um gabinete de garantia da qualidade, utilizando modelos e critérios derivados do ESG. As áreas comuns de foco incluem a aprendizagem centrada no aluno, o alinhamento construtivo entre o ensino, a aprendizagem e a avaliação, e o fornecimento de informações claras aos alunos.

A aprovação final é então concedida pelo órgão de decisão apropriado (por exemplo, um conselho de faculdade, um senado ou equivalente). Pequenas atualizações podem ser tratadas inteiramente no âmbito da instituição e posteriormente comunicadas durante os ciclos de revisão externa. No entanto, alterações substanciais — tais como a adição de vários novos módulos que alterem significativamente o perfil do programa — podem exigir notificação ou reacreditação por uma agência externa de garantia da qualidade. Independentemente da classificação, uma vez implementados, os módulos são monitorizados através de avaliações internas regulares, incluindo feedback dos alunos e indicadores de desempenho.

Orientações sobre os mecanismos de gestão da qualidade nos sistemas de ensino nacionais, incluindo ligações para documentos políticos e regulamentares relacionados, são disponibilizadas na plataforma Eurydice da Comissão Europeia (Eurydice, 2025).

Para ilustrar este processo na prática, as páginas seguintes utilizam o exemplo da introdução de um novo módulo num programa de estudos na Universidade de Tecnologia de Kaunas (KTU). Embora os procedimentos variem consoante os contextos nacionais, este caso ajuda a destacar as etapas mais típicas, as partes interessadas e os documentos-chave envolvidos. Demonstra também como os recursos concebidos para um curso FuturEng — incluindo resultados de aprendizagem, programas, esquemas de avaliação e materiais didáticos — podem ser incorporados em estruturas de programas já estabelecidas. A descrição baseia-se em documentos

publicamente disponíveis da Universidade de Tecnologia de Kaunas (Universidade de Tecnologia de Kaunas, 2025).

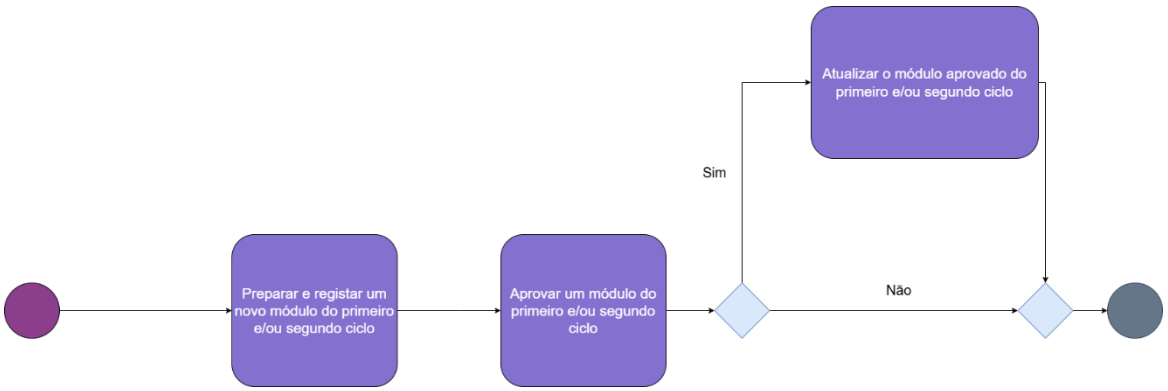
O registo e a aprovação de um módulo de estudo constituem um processo estruturado que garante a consistência académica e o alinhamento com as expectativas institucionais e europeias antes da inclusão no currículo oficial. Um módulo é elaborado, submetido e avaliado por comissões e peritos relevantes, sendo posteriormente aprovado e registado caso cumpra os padrões necessários. Uma vez aprovados, os módulos são válidos por um período definido e posteriormente reavaliados para manter a qualidade.

Esta secção apresenta os processos detalhados envolvidos:

- Estrutura para o registo, aprovação e atualização de módulos
- Preparação e registo de novos módulos (incluindo preparação detalhada, verificações de conformidade, apresentação à comissão e registo)
- Aprovação de módulos elaborados (revisões, correções e re-aprovação de módulos existentes)

3.1.1 Registar e aprovar os módulos e micro-módulos no primeiro e segundo ciclos

Este processo estabelece o quadro geral para a criação, aprovação e atualização de novos módulos de estudo (de licenciatura, mestrado ou micromódulos). Cada módulo de ensino é submetido a um processo formalizado de criação, aprovação e garantia de qualidade antes de ser incluído no plano de estudos oficial.

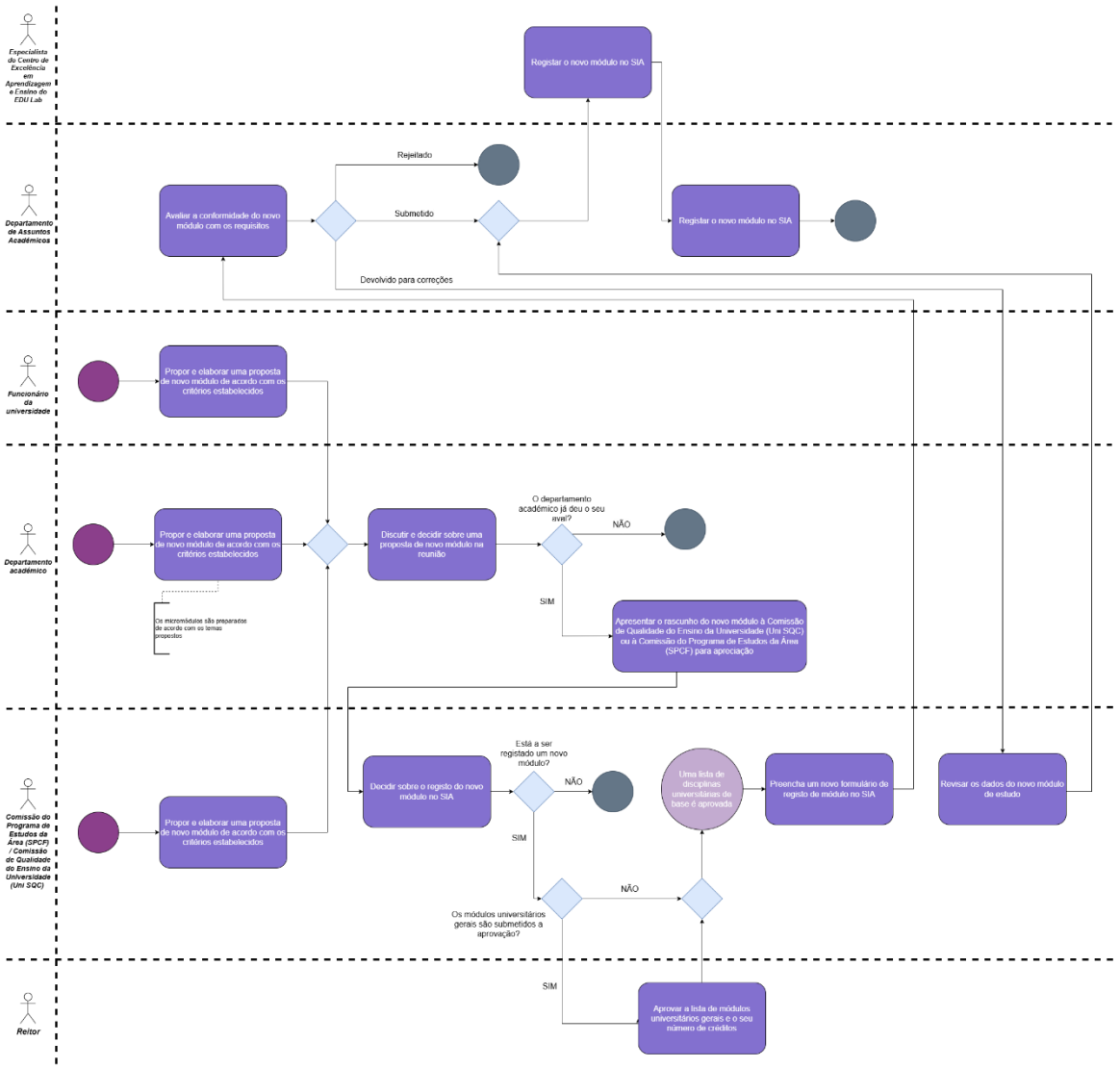


Etapas do processo:

- O processo tem início quando surge a necessidade de criar um novo módulo de estudos ou de rever um já existente.
- Um novo módulo de primeiro ou segundo ciclo é elaborado pelo pessoal académico responsável e registado no Sistema de Informação Académica (SIA) da universidade.
- O módulo proposto é submetido à aprovação das comissões ou órgãos competentes.
- Se aprovado, o módulo será incluído na oferta de estudos oficial e poderá ser atualizado posteriormente.
- Se não for aprovado, o módulo é devolvido para correções ou o processo termina sem aprovação.
- Os módulos aprovados podem ser atualizados quando necessário, garantindo que as alterações também sejam sujeitas a validação.

3.1.2 Preparar e registar um novo módulo do primeiro e/ou segundo ciclo

Este processo aprofunda os passos práticos da preparação de um novo módulo. O objetivo é garantir que os novos módulos sejam sistematicamente revistos, cumpram os padrões académicos e sejam devidamente registados antes de serem oferecidos aos estudantes.



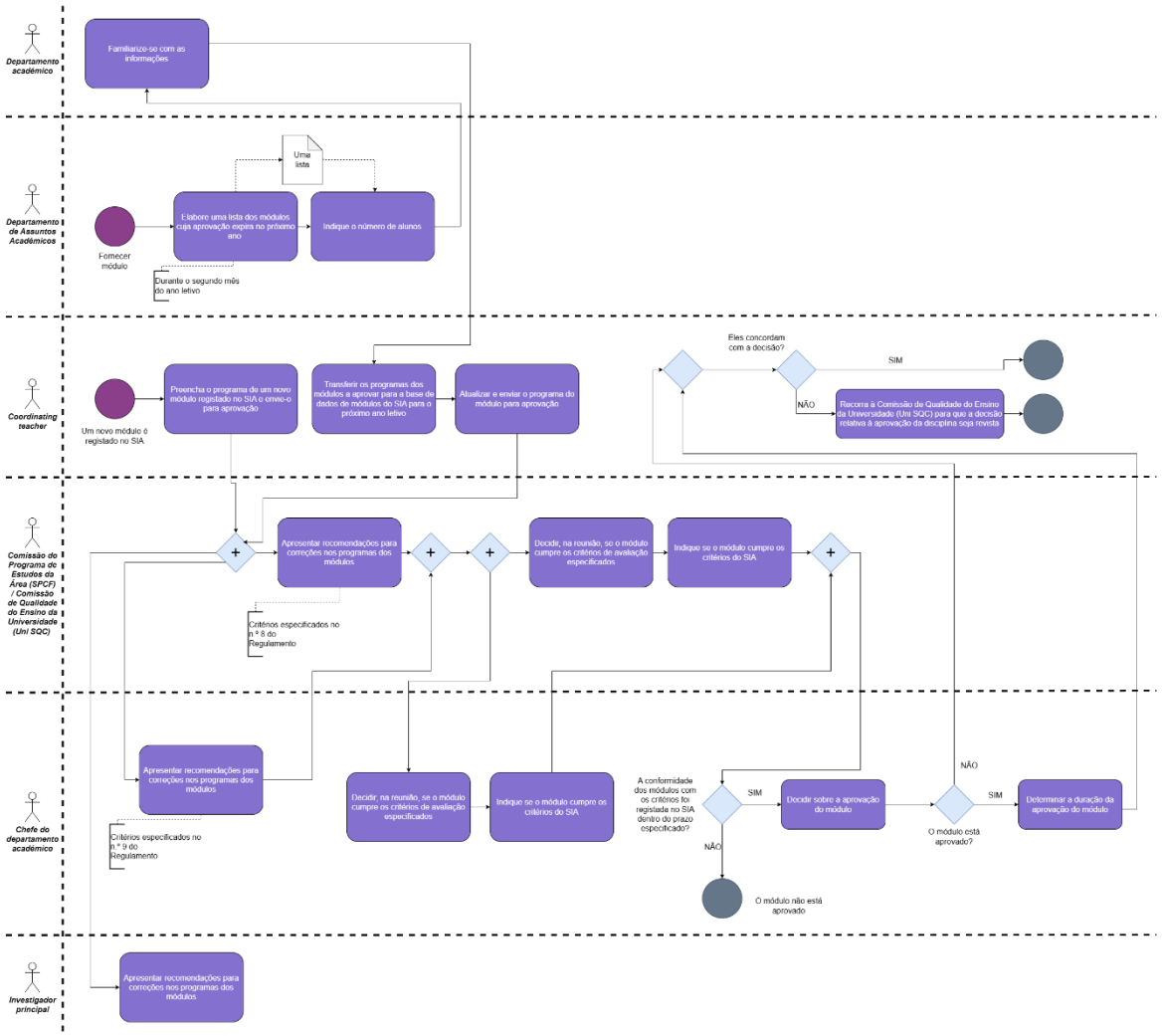
Etapas do processo:

1. O corpo docente propõe e elabora uma versão preliminar do novo módulo de acordo com critérios estabelecidos (resultados de aprendizagem, carga horária, conteúdo, alinhamento com os objetivos do programa).
2. A versão preliminar é discutida em reuniões da faculdade ou do departamento. São tomadas decisões sobre a versão preliminar.
3. Se a proposta não for adequada, é rejeitada.
4. Se for adequada, é submetida para avaliação posterior a um nível superior (ver passo 5).
5. O módulo é verificado consoante a conformidade com os requisitos da universidade e nacionais (por exemplo, estrutura de créditos, padrões de conteúdo).
6. Se não estiver em conformidade, é devolvido para correção.

7. Se estiver em conformidade, é submetido formalmente.
8. O rascunho do novo módulo é submetido a comissões centrais (por exemplo, Comissão de Estudos da Universidade, RSMK) para apreciação.
9. Se aprovado, o módulo é registado no SIA.
10. Se não for aprovado, o rascunho deve ser revisto.
11. Uma vez concedida a aprovação, o módulo é formalmente registado no Sistema de Informação Académica.
12. Nesta altura, o módulo torna-se parte da lista oficial de disciplinas universitárias, com o seu número de créditos confirmado.

3.1.3 Aprovar um módulo do primeiro e/ou segundo ciclo

Este processo descreve a forma como os módulos existentes (já criados e previamente aprovados) são periodicamente revistos, corrigidos, se necessário, e novamente aprovados. O objetivo é assegurar que apenas módulos de alta qualidade e em conformidade permanecem na oferta formativa, garantindo assim a garantia de qualidade contínua do currículo. Este processo descreve como os módulos existentes (já criados e previamente aprovados) são periodicamente revistos, corrigidos, se necessário, e novamente aprovados.



O processo:

1. É elaborada uma lista dos módulos a aprovar no próximo ano letivo.
2. São recolhidas informações adicionais (por exemplo, número de alunos, procura, relevância).
3. O programa do módulo foi concluído e submetido ao SIA para análise.
4. As comissões ou os avaliadores analisam o módulo de acordo com os critérios (qualidade, relevância, conformidade com os regulamentos) e podem apresentar recomendações para correções.
5. Se forem solicitadas correções, o módulo é revisto e reenviado para análise.
6. Na reunião oficial, é avaliada a conformidade e é tomada uma decisão relativamente à aprovação do módulo.
7. Se estiver em conformidade e tiver qualidade suficiente, a aprovação é concedida.
8. Caso contrário, o módulo é rejeitado ou devolvido para revisão.
9. Se aprovado, o módulo é marcado como conforme no SIA e incluído na oferta académica.

10. Se não for aprovado, pode ser devolvido para correções adicionais ou removido.
11. Para os módulos aprovados, é especificada a validade/duração da aprovação (ou seja, o número de anos durante os quais o módulo permanece aprovado antes de ser necessária uma reavaliação).

3.1.4 Informações oficiais para o registo de um novo módulo

O formulário de registo de módulos utilizado no sistema académico recolhe todas as informações essenciais necessárias para garantir que um módulo seja claramente definido e esteja em conformidade com os requisitos do programa. Inclui o título do módulo, pré-requisitos, objetivos, resultados de aprendizagem pretendidos, descrição do conteúdo, nível EQF, estrutura do programa, materiais de referência, língua de ensino e modalidade de estudo. Especifica ainda os métodos de organização, os procedimentos de avaliação e as abordagens para avaliar a aprendizagem autónoma e o desempenho dos estudantes.

Uma vez aprovadas estas informações, o formador pode criar o curso correspondente no sistema de gestão da aprendizagem e carregar os materiais de ensino e aprendizagem. O conteúdo do curso é então submetido a um processo de aprovação separado, utilizando a tabela de critérios descrita na Secção 4.1.5.

Informações para o sistema académico	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
1. Informações gerais:		
1.1. Título do módulo	S	O título do curso FuturEng é «FuturEng: Formando os Engenheiros do Futuro», mas é possível adaptar o título a um programa de estudos específico.
1.2. Requisitos para o curso	S	Os pré-requisitos estão indicados na descrição do curso FuturEng.
1.3. Objetivo do módulo	S	O objetivo do módulo/curso é apresentado na descrição do curso FuturEng (ver Objetivo).
1.4. Resultados de aprendizagem esperados do módulo, estudo prático e métodos de avaliação do desempenho dos alunos	S	Os resultados esperados estão descritos na descrição do curso FuturEng (ver Resultados).

Informações para o sistema académico	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
1.5. Descrição do módulo	S	A descrição do módulo/curso encontra-se na descrição do módulo FuturEng (ver Descrição).
1.6. Nível do módulo	S	Nível de licenciatura/mestrado/doutoramento. O projeto FuturEng oferece módulos para todos os níveis. O docente deve selecionar os módulos ou tópicos adequados do curso e controlar o nível de aprofundamento dos materiais e exercícios.
1.7. Programa	s	O programa do módulo/curso está disponível na descrição do curso FuturEng (ver Módulos).
1.8. Procedimento para a avaliação de conhecimentos e competências	N	O professor seleciona o procedimento de avaliação de conhecimentos e competências de forma semelhante: são aplicadas a escala de dez graus e o sistema de avaliação cumulativa. A avaliação final do módulo corresponde à soma dos produtos das notas das avaliações intercalares e da avaliação final, cada uma multiplicada por um coeficiente de ponderação (uma percentagem).
1.9. Referências	S	As referências são fornecidas nas submódulo s e nas respetivas atividades. Além disso, estão disponíveis na descrição do curso FuturEng.
1.10. Línguas de ensino	s	O conteúdo está disponível nos seguintes idiomas: inglês, lituano, grego, romeno e búlgaro.
1.11. Tipo de estudo	s/n	O curso FuturEng foi criado como um MOOC, mas pode ser adaptado a praticamente qualquer formato de estudo.

Informações para o sistema académico	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
1.12. Método de organização dos estudos	n	O curso FuturEng não impõe métodos de estudo.
1.13. Avaliação do trabalho autónomo	n	O curso FuturEng não impõe critérios de avaliação para trabalhos individuais, embora existam orientações para a avaliação de webquests.
1.14. Estratégia de avaliação dos resultados dos alunos	n	O curso FuturEng não impõe uma estratégia de avaliação dos resultados dos alunos.

3.1.5 Requisitos relativos ao conteúdo dos cursos online

O formulário de avaliação do curso é um instrumento estruturado utilizado para avaliar a qualidade dos cursos online que apoiam os módulos de estudo. Embora cada universidade utilize a sua própria versão, os critérios essenciais são, em geral, comparáveis. O formulário está normalmente dividido em secções como informações gerais, materiais de estudo, métodos de ensino e aprendizagem, avaliação dos alunos, apoio aos alunos e cultura da informação. Estes critérios garantem que o curso é completo, pedagogicamente sólido e está em conformidade com as normas institucionais.

O formulário ajuda os avaliadores a verificar a correspondência com o módulo de estudo em questão, a adequação e variedade dos métodos de ensino e avaliação, as oportunidades de envolvimento dos alunos e a qualidade técnica e estilística do curso.

A tabela abaixo apresenta uma visão geral do curso FuturEng e indica onde é possível aceder a informações detalhadas.

Critérios para o curso online do módulo de estudo	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
1. Informações gerais:		
1.1. Título, código, volume em créditos do módulo de estudo, língua de ensino, método de organização.	S	Esta informação é fornecida na descrição do curso.

Critérios para o curso online do módulo de estudo	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
1.2. Informações sobre o(s) docente(s): nome, apelido, cargo, dados de contacto, local de trabalho, horário e modalidade das consultas individuais (presenciais (indicando o local) ou à distância (especificando o link)). Além disso, pode ser fornecido um link para o perfil do docente no site da Universidade e/ou outras informações solicitadas pelo docente.	N	São os próprios palestrantes que fornecem os detalhes.
1.3. Uma descrição do módulo de estudos (em conformidade com o programa do módulo de estudos (doravante designado por «SMP») no Sistema de Informação Académica da Universidade (doravante designado por «SIA») e um link para o SMP no SIA da Universidade.	S	Trata-se de uma nota explicativa da descrição do curso.
1.4. Uma apresentação do módulo de estudo (sob a forma de slides, figuras, vídeo, áudio, etc.) com o objetivo de destacar a relevância do módulo de estudo.	S	No módulo 1 do FuturEng há um vídeo que apresenta um módulo de estudo.
1.5. Um plano para a realização do módulo do curso, incluindo prazos para os temas e avaliações (em conformidade com o SMP), bem como os requisitos de participação (assiduidade) (em conformidade com o SMP).	N	O docente fornece informações de acordo com os regulamentos da universidade e as suas próprias preferências.
1.6. Comentários de feedback substanciais baseados nos resultados do inquérito sobre a qualidade dos módulos e dos docentes no SIA da Universidade, bem como em mesas redondas e grupos de discussão. Recomenda-se que os comentários de feedback sejam apresentados anualmente, utilizando um quadro que inclua o ano de realização do módulo, as sugestões dos estudantes e os comentários de feedback do docente.	N	O docente fornece informações de acordo com os regulamentos da universidade e as suas próprias preferências.
2. Material de estudo:		
2.1. A bibliografia obrigatória e complementar utilizada no módulo do estudo (ligações online, ficheiros ou informações sobre a disponibilidade física/virtual da bibliografia), bem como as fontes da bibliografia, estão em conformidade com as especificadas no SMP.	S	No curso FuturEng são apresentados materiais de leitura adicionais, links e ficheiros.
2.2. Material didático preparado pelo professor.	S	O material didático está à disposição dos professores para utilização nos seus módulos.

Critérios para o curso online do módulo de estudo	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
2.3. Material de vídeo (pode incluir gravações de vídeo de palestras) e ilustrações.	S	O curso contém uma quantidade considerável de material de vídeo que pode ser reutilizado no curso.
2.4. Os resultados de aprendizagem esperados para cada tópico.	S	Cada submódulo inclui uma descrição e os objetivos.
2.5. Os requisitos em matéria de direitos de autor são cumpridos e os recursos didáticos, tanto os produzidos pelo professor como os materiais de outros autores utilizados no curso, são devidamente descritos e citados.	S	As informações sobre direitos de autor são fornecidas num ficheiro separado.
2.6. São utilizados, pelo menos, três formatos diferentes de recursos didáticos (por exemplo, slides de submódulo s, gravações, fontes da Internet, folhetos).	S	O curso FuturEng disponibiliza material de vídeo, slides com texto, fontes da Internet e tarefas online.
3. Métodos de estudo:		
3.1. As submódulo s síncronas decorrem de acordo com o calendário do SIA da Universidade, sendo disponibilizados links para aceder às submódulo s síncronas à distância.	n	O curso FuturEng existente não está diretamente relacionado com o trabalho síncrono. O professor deve relacionar os conteúdos do FuturEng com as reuniões síncronas.
3.2. São utilizados métodos de aprendizagem passiva (por exemplo, ler, ver vídeos, ouvir gravações de áudio).	S	O curso FuturEng permite ver (e ouvir) vídeos, disponibiliza textos para os leitores e apresentações (com comentários) para apoio visual.
3.3. São utilizados métodos de aprendizagem ativa (por exemplo, estudos de caso, aprendizagem colaborativa, trabalho em equipa, modelagem, debates, design thinking, registo em diário, discussão, realização de filmes/projetos (produção de material de vídeo), projetos em grupo/equipa).	S	As webquests fornecidas constituem o principal método de aprendizagem ativa. Podem ser utilizadas em conjunto com estudos de caso (apresentados no material da webquest), trabalho em equipa, colaboração e discussão.
3.4. São utilizados métodos de trabalho autónomo dos alunos (por exemplo, testes, reflexões, exercícios práticos).	S	No curso FuturEng, há testes para cada submódulo . Além disso, o material da webquest pode ser utilizado para trabalhos individuais.
3.5. São utilizados quadros colaborativos virtuais (por exemplo, «Miro», «Microsoft Whiteboard») e/ou documentos colaborativos (por exemplo, «Wiki»).	N	O curso FuturEng, por si só, não inclui quadros virtuais. Cabe ao docente decidir se pretende utilizar quadros virtuais e integrá-los no ambiente de aprendizagem.
3.6. Cada atividade é descrita em pormenor, indicando o seu objetivo, procedimento e prazo, bem como as ferramentas necessárias para a sua realização.	s/n	O curso FuturEng descreve em pormenor atividades que não costumam fazer parte de um processo de estudo normal (por

Critérios para o curso online do módulo de estudo	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
		exemplo, webquests). Os próprios professores devem definir os prazos.
3.7. São utilizados, pelo menos, três métodos de estudo diferentes para os diversos trabalhos (por exemplo, projeto em grupo, projeto individual, trabalhos de laboratório, trabalhos práticos, seminários, leituras).	N	Devem ser os próprios professores a decidir quais as diferentes tarefas que podem ser apoiadas pelo material do FuturEng.
4. Avaliação do desempenho dos alunos:		
4.1. Os métodos de avaliação utilizados estão em conformidade com os estabelecidos no SMP.	n	O curso FuturEng não impõe métodos de avaliação, embora sejam fornecidos critérios de avaliação em algumas atividades, como as webquests.
4.2. As ferramentas de avaliação (trabalhos, atividades) utilizadas permitem avaliar os resultados de aprendizagem esperados do módulo de estudo.	s	O curso FuturEng inclui testes que permitem avaliar os resultados de aprendizagem esperados.
4.3. As tecnologias da informação e da comunicação utilizadas garantem a integridade académica dos alunos.	n	O professor deve selecionar as tecnologias da informação e da comunicação de acordo com os regulamentos da universidade.
4.4. Os procedimentos e critérios de avaliação são especificados para cada tarefa/atividade.	n	O professor deve selecionar os procedimentos e critérios especificados para o trabalho/atividade, em conformidade com os regulamentos da universidade.
4.5. Caso seja necessário apresentar um trabalho escrito, este será submetido a uma verificação de plágio através da ferramenta «Turnitin».	n	Este requisito é específico da KTU e pode variar noutras universidades.
4.6. São utilizadas grelhas de avaliação (ferramentas «Moodle» ou «Turnitin») ou um guia de avaliação (em formato de texto).	n	Este requisito é específico da KTU e pode variar noutras universidades.
4.7. É utilizado o livro de notas do «Moodle», que está em conformidade com o sistema de classificação definido no SMP.	n	Este requisito é específico da KTU e pode variar noutras universidades.
4.8. São utilizadas ferramentas de avaliação formativa dos alunos para os ajudar a acompanhar o seu progresso na aprendizagem (por exemplo, «Mentimeter», «Socrative», «Kahoot», etc.).	n	O professor deve selecionar as ferramentas de avaliação formativa dos alunos a utilizar, em conformidade com os regulamentos da universidade.

Critérios para o curso online do módulo de estudo	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
4.9. São utilizadas ferramentas de autoavaliação dos alunos (por exemplo, reflexão, testes de autoavaliação ou perguntas).	y	O curso FuturEng inclui testes para atividades de autoavaliação.
4.10. É utilizada a avaliação do progresso dos alunos no «Moodle» (obrigatória para as avaliações, recomendada para outras atividades).	n	O professor deve decidir se utiliza o Moodle para avaliar o progresso dos alunos, em conformidade com os regulamentos da universidade.
4.11. A utilização de ferramentas de avaliação dos alunos e de autoavaliação contribui para a aprendizagem dos alunos (por exemplo, se uma resposta estiver incorreta, fornecendo instruções sobre o que devem reler ou uma explicação sobre o motivo pelo qual a resposta difere da que o aluno deu).	y	Os testes incluem apoio à autoavaliação com explicações.
4.12. São utilizados, pelo menos, três métodos diferentes para avaliar o desempenho dos alunos em diferentes trabalhos (por exemplo, exames, trabalhos escritos, trabalhos semestrais, exames intercalares, portfólios de trabalhos, testes).	n	O professor deve determinar quais os métodos a utilizar para avaliar o desempenho dos alunos, em conformidade com os regulamentos da universidade.
5. Apoio aos estudantes:		
5.1. Recomendações sobre como trabalhar com o material didático.	s	No módulo 1 do FuturEng, há um vídeo que mostra como trabalhar com os materiais didáticos.
5.2. Uma descrição dos requisitos técnicos para a participação dos alunos no ensino à distância.	n	O docente deve definir e descrever os requisitos técnicos de acordo com os regulamentos da universidade. O curso FuturEng deve estar disponível nos dispositivos mais comuns, tais como computadores, portáteis, tablets e smartphones.
5.3. São utilizadas ferramentas adicionais para incentivar a participação dos alunos (por exemplo, debates e distintivos).	y	O curso FuturEng inclui debates e emblemas.
5.4. São utilizados, pelo menos, dois métodos diferentes de comunicação com os alunos (por exemplo, fórum de discussão, consultas por e-mail, consultas presenciais).	y/n	O curso FuturEng inclui um fórum de discussão; no entanto, o docente deve decidir quais os canais de comunicação a utilizar, de acordo com os regulamentos da universidade.
6. Cultura da informação:		

Critérios para o curso online do módulo de estudo	Está relacionado com a FuturEng?	Comentários
6.1. O aspeto geral do campo é esteticamente agradável e estilisticamente coerente.	s	O material didático do curso FuturEng é esteticamente agradável e estilisticamente coerente. A qualidade foi avaliada através de uma revisão por pares.
6.2. A estrutura do curso baseia-se no padrão da Universidade desenvolvido pelo Gabinete de Metodologia de e-Learning. A estrutura do curso está organizada de forma coerente, podendo ser organizada por tema do módulo de estudo, por disciplina ou por semana. Todos os parâmetros estão em conformidade com o SMP.	n	Este requisito é específico da KTU e pode variar noutras universidades e instituições. Os docentes devem adotar os conteúdos do FuturEng de acordo com os regulamentos da universidade.
6.3. O material textual, visual ou áudio é facilmente acessível e de boa qualidade.	s	A qualidade do material didático do curso FuturEng foi validada através de uma revisão por pares interna.
6.4. A conceção dos materiais didáticos e/ou apresentações elaborados pelo docente é coerente e está em conformidade com as diretrizes de estilo da Universidade. Cada formato de texto ou recurso gráfico elaborado pelo docente inclui o logótipo e o título da Universidade. No que diz respeito às apresentações dos alunos, recomenda-se a utilização do modelo da Universidade.	n	Este requisito é específico da KTU e pode variar noutras universidades e instituições. Os docentes devem adaptar a estrutura dos conteúdos do FuturEng de acordo com os regulamentos da universidade.
6.5. A informação textual é apresentada no idioma correto, sem quaisquer erros de gramática, sintaxe e/ou estilo.	s	A qualidade linguística do curso FuturEng foi validada através de uma revisão por pares interna.
6.6. É utilizada uma linguagem personalizada e centrada no aluno, recorrendo a formas verbais ativas (por exemplo, resolver, utilizar, avaliar).	s	O curso FuturEng é de boa qualidade. Foi validado através de uma revisão por pares interna.

3.1.6 Descrição do curso FuturEng

Título	FuturEng: A formar os engenheiros do futuro	
Descrição	Este curso apresenta as tecnologias e os conceitos subjacentes à Indústria 5.0 e à transição dupla, mostrando como a inovação digital pode apoiar tanto as pessoas como o planeta. Irá explorar os principais facilitadores da tecnologia de ponta — tais como IA, tecnologias imersivas (RV/RA), robótica, IoT, big data e blockchain — com exemplos concretos de setores como a saúde, a indústria transformadora e os transportes. Ao longo do curso, aprenderá os conceitos básicos da IA e dos dados (como funcionam, onde falham e por que razão a ética e o preconceito são importantes) e verá como as ferramentas digitais podem impulsionar modelos de negócio mais ecológicos e circulares. Por fim, analisará os impactos sociais (emprego, competências, inclusão, bem-estar) e aprenderá sobre a importância prática da cibersegurança e da privacidade, para que possa discutir e aplicar a tecnologia de ponta de forma informada e responsável no seu futuro trabalho.	
Duração/Carga horária	1 a 6 meses	
Requisitos prévios	Conhecimentos básicos de informática (utilização de um computador, navegador da Web e ferramentas online) e a capacidade de ler e debater os materiais do curso em inglês e na língua materna. Não são necessários conhecimentos prévios de programação nem de matemática avançada.	
Objetivo	Capacitar os alunos a compreender e explicar os principais fatores impulsionadores da Indústria 5.0 e das edge technology(IA, dados, tecnologias imersivas, robótica, IoT e blockchain), relacioná-los com a transição para o «gémeo digital-verde» e avaliar criticamente os seus impactos sociais, ambientais e éticos, a fim de conceber soluções de engenharia responsáveis e centradas no ser humano.	
Resultados de aprendizagem	Os resultados são as competências detalhadas relacionadas com o objetivo. Utilizamos a abordagem do QEQ, definindo os resultados com base em conhecimentos, aptidões e atitudes. Estes resultados resumem todos os módulos do curso. Consulte as descrições dos resultados em módulos separados, se necessário.	
	Conhecimento	No final do curso, os alunos serão capazes de: ● Explique a transição da Indústria 4.0 para a Indústria 5.0 e a Sociedade 5.0, incluindo o papel da dupla transição (digital + ecológica) e os principais quadros políticos da UE, tais como o Pacto Ecológico Europeu e a Década Digital. ● Descreva os principais facilitadores de tecnologia de ponta para a Indústria 5.0: IA, tecnologias imersivas (RV/RA/RM), impressão 3D avançada, robótica avançada, IoT/computação de ponta, blockchain/registos distribuídos e big data/análise de dados,

		destacando as suas principais aplicações, vantagens e limitações em diferentes setores. ● Distinguir os conceitos e métodos fundamentais da IA (por exemplo, IA fraca vs. IA forte, ML, aprendizagem profunda, PLN, visão computacional), identificar os componentes-chave de um sistema de IA (dados, modelos, resultados) e reconhecer desafios técnicos e éticos comuns, tais como a qualidade dos dados, o viés e a explicabilidade. ● Explique os princípios da economia circular, do design ecológico e dos modelos de negócio de transição dupla (por exemplo, produto como serviço, simbiose industrial), e de que forma as tecnologias digitais apoiam a eficiência dos recursos e as cadeias de valor circulares e com baixas emissões de carbono. ● Resumir as principais implicações sociais, ambientais, éticas, de cibersegurança e de privacidade das tecnologias disruptivas, incluindo questões como o preconceito e a discriminação na IA, a transformação da força de trabalho, a inclusão digital e a relevância de quadros normativos como a Lei da IA da UE.
	Competências	No final do curso, os alunos serão capazes de: ● Analisar estudos de caso reais e cenários de pesquisa na Web para avaliar de que forma a tecnologia de ponta e a IA contribuem para os objetivos da Indústria 5.0, as metas de sustentabilidade e a inovação organizacional. ● Aplicar conhecimentos básicos de IA na prática: identificar métodos de IA adequados para um determinado problema, interpretar estruturas de sistemas de IA a um nível elevado e utilizar estratégias de engenharia de prompts para obter resultados mais relevantes e responsáveis a partir de ferramentas de IA. ● Utilizar o pensamento sistemático para mapear a forma como as tecnologias digitais, as estratégias de economia circular e os impulsionadores políticos interagem em modelos de negócio de transição dupla, e avaliar qualitativamente as implicações ambientais e económicas. ● Realizar investigação estruturada, ao estilo de pesquisa na web, sobre tecnologias emergentes (por exemplo, IA, IoT, robótica, blockchain), sintetizar os resultados em cartazes, relatórios ou apresentações e formular recomendações baseadas em evidências para organizações ou partes interessadas. ● Identificar riscos sociais, éticos, ambientais, de cibersegurança e de privacidade em cenários específicos e delinear medidas de mitigação, planos de ação ou escolhas de design adequadas que apoiem a implementação responsável e centrada no ser humano da tecnologia.

	Atitudes	No final do curso, os alunos serão capazes de: ● Demonstrar curiosidade e abertura em relação às tecnologias de ponta, à IA e às ferramentas digitais, mantendo simultaneamente uma atitude crítica face ao exagero mediático, às limitações e aos impactos a longo prazo. ● Valorizar abordagens de engenharia centradas no ser humano, éticas e inclusivas, reconhecendo a importância da equidade, da acessibilidade, do bem-estar e da equidade digital na conceção ou aplicação de novas tecnologias. ● Demonstrar um forte compromisso com a sustentabilidade, compreendendo como as escolhas tecnológicas afetam os resultados ambientais e privilegiando soluções alinhadas com os princípios da economia circular e da dupla transição. ● Adotar uma postura proativa e responsável em matéria de cibersegurança e privacidade, tratando a proteção de dados e ativos digitais como parte integrante da prática profissional da engenharia. ● Demonstrar uma mentalidade orientada para o futuro, empreendedora e colaborativa — disposta a trabalhar de forma interdisciplinar, a atualizar continuamente as suas competências e a atuar como agente de mudança para uma inovação sustentável e alinhada com a Indústria 5.0.
Módulos	Um curso é composto por cinco módulos: Módulo 1 - Introdução ao curso Módulo 2 - Facilitadores de tecnologia de ponta para a Indústria 5.0 Módulo 3 - IA para a Indústria 5.0 Módulo 4 - Facilitadores da transição digital Módulo 5 - Implicações sociais, ambientais e éticas	

3.2 Oferta de conteúdos sob a forma de microcredenciais

As microcredenciais representam uma forma de aprendizagem flexível e adaptada às necessidades do mercado, que apoia a rápida atualização e requalificação profissional em resposta às necessidades de competências em constante evolução (Comissão Europeia, 2022; OCDE, 2023). À medida que a evolução tecnológica se acelera, os mercados de trabalho exigem cada vez mais competências específicas que possam ser adquiridas rapidamente e atualizadas com frequência (Cedefop, 2023; OCDE, 2021). Os sistemas tradicionais de ensino superior (ES) e de educação e formação profissional (EFP) enfrentam frequentemente ciclos de aprovação morosos, o que dificulta a sua capacidade de responder ao ritmo exigido (EADTU, 2021).

As microcredenciais proporcionam oportunidades de aprendizagem curtas, modulares e acumuláveis que podem ser estreitamente alinhadas com as exigências do mercado de trabalho (Comissão Europeia, 2022). A sua rápida expansão, no entanto, resultou numa grande variedade de modelos, formatos e sistemas de certificação (Comissão Europeia, 2022; ETF, 2023).

Para melhorar a comparabilidade e o reconhecimento, os esforços recentes têm-se centrado no estabelecimento de princípios comuns para a conceção, implementação e integração das microcredenciais. Em 2022, a Comissão Europeia propôs uma definição oficial:

> *um registo dos resultados de aprendizagem avaliados com base num pequeno volume de aprendizagem (Comissão Europeia, 2022)*

Uma vez que muitas microcredenciais têm origem em iniciativas de base, fora dos sistemas de qualificação formalmente reconhecidos, subsistem desafios no que diz respeito à garantia de qualidade, credibilidade e portabilidade das mesmas.

O reconhecimento envolve múltiplos intervenientes — organizações emissoras, formandos e instituições interessadas, tais como prestadores de ensino superior, instituições de ensino e formação profissional e empregadores (ETF, 2023). De uma perspetiva educativa, a portabilidade e a acumulabilidade são fundamentais; por outro lado, os empregadores dão prioridade à fiabilidade das microcredenciais na demonstração de competências relevantes.

Embora alguns países estejam a começar a integrar as microcredenciais nos seus sistemas de qualificações formais, na maioria dos casos este desenvolvimento ainda se encontra numa fase inicial (ETF, 2023). No entanto, várias publicações propuseram quadros de referência para apoiar a adoção de microcredenciais. Um roteiro frequentemente citado trata a oferta e este reconhecimento como processos interligados: conceber microcredenciais tendo em conta os princípios de reconhecimento reforça a sua aceitação posterior. O roteiro inclui normalmente quatro fases: Preparação, Desenvolvimento, Certificação e Garantia de Qualidade

3.2.1 Preparação - Alinhamento estratégico

Antes de desenvolver ou adaptar o conteúdo do curso para uma microcredencial, a entidade emissora deve:

- Definir as microcredenciais – estabelecer um entendimento comum sobre o que constitui uma microcredencial, esclarecendo o seu âmbito, os destinatários, os resultados pretendidos e o formato de certificação.
- Garantir a relevância para o mercado de trabalho – Envolver parceiros do setor ou representantes dos empregadores para validar a oferta, idealmente através do alinhamento ou da conceção conjunta dos conteúdos de aprendizagem (ProToGo-YERUN, 2021).

- Garantir uma abordagem centrada no aluno – as microcredenciais devem acomodar perfis de alunos diversificados, permitindo uma participação flexível em paralelo com as responsabilidades profissionais e familiares (OCDE, 2023). Isto implica, geralmente, a conceção de formatos de aprendizagem mista ou online.

3.2.2 Desenvolvimento - Conformidade com o Currículo e a Estrutura ´

No início do desenvolvimento de microcredenciais, são utilizadas duas abordagens comuns: a desagregação de programas de estudo existentes ou a conceção de cursos autónomos.

Transparência e acumulabilidade

a. Definir e publicar os resultados de aprendizagem

Os resultados de aprendizagem devem descrever claramente o que se espera que os formandos saibam, compreendam e sejam capazes de fazer após a conclusão da microcredencial (Comissão Europeia, 2022). Devem estar em conformidade com o Quadro Europeu de Qualificações (QEQ) para garantir a transparência em termos de conhecimentos, aptidões e competências. Esse alinhamento favorece a acumulabilidade entre instituições e melhora o reconhecimento por parte dos empregadores.

b. **Alinhamento entre créditos e carga horária**

As microcredenciais devem estar alinhadas com os sistemas de créditos estabelecidos, para que possam ser consideradas fiáveis e integradas nos quadros de qualificações. Isto facilita a progressão dos formandos entre instituições e apoia o reconhecimento para fins de educação e emprego (ETF, 2023).

Nos casos em que a transferência formal de créditos não é possível, a documentação da carga de trabalho — por exemplo, utilizando o ECTS ou um sistema equivalente — reforça a transparência e a credibilidade. Um crédito ECTS representa normalmente entre 25 e 30 horas de tempo total de aprendizagem. Embora não exista um mínimo universal, as microcredenciais variam geralmente entre 1 ECTS e um volume inferior ao de um curso completo (Comissão Europeia, 2020).

Se não for possível alcançar o alinhamento de créditos, a clareza continua a ser essencial — as instituições devem descrever explicitamente o volume de aprendizagem, os resultados de aprendizagem e os métodos de avaliação (ETF, 2023).

c. Conceber estratégias de avaliação robustas

A avaliação é uma característica distintiva das microcredenciais. As experiências de aprendizagem de curta duração, incluindo os MOOC, que emitem certificados sem avaliação não correspondem à definição europeia de microcredencial. As estratégias de avaliação devem:

- Ser publicado antecipadamente
- Alinhar com os resultados de aprendizagem pretendidos
- Permitir que os alunos demonstrem os seus níveis de desempenho
- Seguir metodologias de teste reconhecidas
- Dar feedback construtivo aos alunos
- Ser aplicado de forma coerente e justa

Ao conceber avaliações, é importante garantir a validade através da combinação de diferentes métodos, tais como exames, tarefas práticas, estudos de caso e portfólios, que reflitam contextos autênticos do local de trabalho (ETF, 2023; ProToGo-YERUN, 2021).

3.2.3 Certificação — Procedimentos de portabilidade e reconhecimento

Para promover o reconhecimento e a portabilidade, os prestadores de microcredenciais devem garantir que os certificados sejam digitalmente verificáveis, legíveis por máquina e interoperáveis entre sistemas (ETF, 2023; microCredX, 2023).

3.2.3.1 Elementos padrão

A Recomendação do Conselho (Conselho da UE, 2022) propõe um formato de apresentação normalizado para certificados de microcredenciais, incluindo os seguintes elementos obrigatórios:

- Identificação do aluno
- Título
- País ou região do emitente
- Entidade certificadora
- Data de emissão
- Resultados de aprendizagem
- Carga horária (em créditos ECTS, sempre que possível)
- Nível EQF
- Método de avaliação
- Modo de participação
- Informações sobre garantia de qualidade

3.2.3.2 Verificação digital

Para garantir a autenticidade, as microcredenciais devem incluir uma assinatura digital, que verifique tanto o conteúdo como a identidade da instituição emissora (ECampusOntario, 2021). Recomenda-se que as microcredenciais adotem padrões de dados reconhecidos, tais como Open Badges, Comprehensive Learner Records ou European Learning Models, permitindo que as credenciais sejam partilhadas entre plataformas interoperáveis.

Um exemplo é a iniciativa European Digital Credentials for Learning, que aplica modelos de dados estruturados em conformidade com os European Learning Models e vincula as credenciais à base de dados de acreditação da Comissão Europeia (ETF, 2023).

Para apoiar a melhoria contínua, os procedimentos de verificação devem incorporar ciclos de feedback que informem as atualizações futuras.

3.2.4 Garantia da qualidade

Em conformidade com as recomendações da Comissão Europeia (Comissão Europeia, 2022), as microcredenciais devem fazer parte dos processos de garantia da qualidade, tanto a nível institucional como externo. Uma abordagem abrangente envolve tanto:

- Garantia de qualidade interna — baseada nos princípios ESG, assegurando a qualidade global das microcredenciais, da conceção dos cursos e dos mecanismos de feedback dos formandos (ETF, 2023)

- Avaliação externa da qualidade — análise dos procedimentos dos prestadores e da eficácia do sistema de monitorização interna

A verificação externa deve confirmar que:

- ☆ Os resultados de aprendizagem estão claramente definidos e são aplicados;
- ☆ A avaliação demonstra de forma fiável a concretização desses resultados;
- ☆ O feedback contribui para a melhoria contínua;
- ☆ As partes interessadas relevantes estão envolvidas em cada fase do desenvolvimento;
- ☆ Os cursos são avaliados regularmente;
- ☆ Os resultados da avaliação estão acessíveis por via eletrónica

Em conjunto, estes mecanismos garantem que as microcredenciais se mantêm credíveis, fiáveis e alinhadas com normas de qualificação reconhecidas.
A tabela seguinte resume os principais passos para a conceção e implementação de microcredenciais:

Fase	Ação	Descrição
0. Preparação	Integrar a iniciativa MC na estratégia global da instituição.	Definir o material didático, esclarecendo o seu âmbito, o público-alvo e os resultados pretendidos.
	Envolver parceiros do setor ou representantes dos empregadores.	Conceber o programa de forma a que seja flexível e adaptável às mudanças no mercado de trabalho. Conceber em conjunto os conteúdos ou validá-los junto das partes interessadas , a fim de garantir a sua relevância para o mercado de trabalho.
1. Desenvolvimento	Definir resultados de aprendizagem claros e mensuráveis	Assegure-se de que os resultados de aprendizagem constituem descrições verificáveis dos conhecimentos, aptidões e competências adquiridos. Reflete as necessidades do setor e dos empregadores nas descrições dos resultados de aprendizagem.
	Referência a taxonomias de competências padronizadas.	Utilize descritores como o ESCO
	Determinar a carga horária teórica e a correspondência com os créditos.	Utilize créditos ECTS sempre que possível, para garantir a transparência e a integração nos quadros de qualificações. Defina o volume, que varia normalmente entre 1 crédito ECTS e menos do que um curso completo (máximo de 59 créditos). Se a utilização do ECTS não for viável, dê prioridade à transparência no que diz respeito ao volume de aprendizagem, aos resultados e aos métodos de avaliação.
	Alinhar com os níveis do Quadro de Qualificações (QEQ.	Indique o nível da experiência de aprendizagem no Quadro Nacional de Qualificações (NQF)/Quadro Europeu de Qualificações (EQF) (recomenda-se os níveis 5 a 8).
	Conceber uma avaliação válida.	As credenciais não avaliadas (por exemplo, certificados de frequência) não cumprem a definição padrão da UE. A avaliação deve ser realizada com base em critérios transparentes e claramente definidos. A avaliação deve estar em

Fase	Ação	Descrição
		consonância com os resultados de aprendizagem pretendidos. Utilize métodos como projetos, estudos de caso, portfólios ou simulações práticas que reproduzam cenários reais do mercado de trabalho. Divulgue antecipadamente os critérios e métodos de avaliação.
2. Certificação	Inclua todos os elementos obrigatórios da norma da UE no documento certificado.	O documento certificado deve indicar: número de identificação do aluno, título, entidade emissora, país/região de emissão, data de emissão, carga horária estimada (em ECTS, sempre que possível) e o tipo de garantia de qualidade adotado.
	Emitir microcredenciais como credenciais digitais verificáveis.	As credenciais digitais devem ser legíveis por máquina e interoperáveis entre sistemas. Assinar digitalmente as credenciais para garantir a autenticidade.
	Garantir a autonomia e a portabilidade do aluno.	As credenciais devem ser de propriedade do aluno, partilháveis e transferíveis. Utilize modelos de dados estruturados (por exemplo, o modelo europeu de aprendizagem) para facilitar a verificação e a transferibilidade.
	Publique a oferta do MC em formatos acessíveis.	Garantir a acessibilidade e a divulgação eficaz da informação.
3. Reconhecimento e valor	Se a documentação do MC for transparente e completa, aplique os Procedimentos Padrão de Reconhecimento.	Os certificados de competências estão em conformidade com os princípios da Convenção de Lisboa sobre o Reconhecimento (LRC). Isto aplica-se aos certificados de competências emitidos por instituições de ensino superior e outras entidades cujas normas sejam transparentes
	Se a documentação não for transparente, aplique o procedimento de reconhecimento da aprendizagem prévia (RPL).	O procedimento de RPL/validação constitui a via alternativa padrão para o reconhecimento quando os certificados de qualificação não incluem elementos-padrão transparentes. Esta via é normalmente necessária para certificados de qualificação emitidos por prestadores de educação não formal

Fase	Ação	Descrição
	Garantir o reconhecimento para efeitos de emprego.	Colaborar com os empregadores para garantir o reconhecimento e a aceitação.
4. Garantia de qualidade	Implementar a garantia da qualidade	Os procedimentos de garantia da qualidade devem ser compatíveis com o ESG (Normas e Orientações para a Garantia da Qualidade no Espaço Europeu do Ensino Superior)

3.3 Aproveitamento de conteúdos híbridos do FuturEng

A via híbrida proporciona uma abordagem estruturada, mas flexível, para integrar os conteúdos do FuturEng no ensino superior, permitindo que as instituições respondam rapidamente às mudanças no mercado de trabalho, mantendo-se em conformidade com as normas de qualidade europeias (ENQA, 2015; ESG, 2015). Esta via articula o ritmo da inovação tecnológica com os ciclos de desenvolvimento curricular, garantindo que os formandos adquiram progressivamente competências da Indústria 5.0 (Comissão Europeia, 2021; OCDE, 2020).

A integração híbrida está em consonância com as atuais estratégias europeias que promovem a modularização, a acumulabilidade e a melhoria de competências a nível do sistema, garantindo que novas formas de aprendizagem possam ser implementadas sem uma reestruturação em grande escala dos programas (Comissão Europeia, 2022). Permite às universidades testar inovações em pequena escala, mantendo simultaneamente percursos claros rumo ao reconhecimento, à portabilidade e à acumulação de créditos.

3.3.1 Preparação — Alinhamento estratégico

Antes de introduzir componentes híbridos, as instituições devem:

- Correlacionar os elementos de aprendizagem do FuturEng com os currículos existentes e as prioridades estratégicas
- Envolver as partes interessadas internas para definir a responsabilidade pelo currículo e as implicações em termos de carga de trabalho
- Consultar representantes dos empregadores e do setor para validar a relevância e apoiar a conceção conjunta, sempre que possível (ProToGo–YERUN, 2021)
- Assegurar a conformidade com os quadros nacionais e europeus, tais como o QEQ, as ferramentas de transparência do Processo de Bolonha e a Agenda das Competências Verdes (Comissão Europeia, 2021b)

- O alinhamento estratégico garante que a implementação híbrida reforce — em vez de fragmentar — a coerência do programa.

3.3.3 Desenvolvimento — Conformidade do Currículo e da Estrutura Híbridos

A integração híbrida pode ser classificada em três categorias estruturais, cada uma com implicações distintas em termos de governação:

3.3.2.1 A) Alterações menores

Critérios:

- Sem alterações nos resultados de aprendizagem
- Não há alterações no valor dos créditos, no nível ou na correspondência com o quadro de referência
- Apenas pequenas alterações no modo de ensino (por exemplo, maior utilização de elementos mistos)

Governança:
Aprovação a nível do departamento ou da faculdade (QAA, 2018)

Exemplos:

- Inclusão de estudos de caso da Indústria 5.0 em módulos centrados na automação
- Breves atividades práticas de fabrico digital

3.3.2.2 B) Major Changes

Critérios:

- Resultados de aprendizagem revistos e mapeados para os descritores do EQF e do ESCO
- Alteração do valor em créditos ECTS ou do nível
- Título do módulo atualizado para refletir o novo âmbito
- Alteração significativa na modalidade de ensino (por exemplo, transição para o formato totalmente online)

Governança:

- Validação do programa, incluindo a análise por peritos externos
- Alinhamento com os quadros nacionais de qualificações
- Garantia de qualidade integrada desde a fase de conceção (Grupo Consultivo do QEC, 2018)

Formato típico:

- Unidades interdisciplinares de 5 ECTS recentemente validadas
- Que podem ser acumuladas para formar microcredenciais ou estruturas de licenciatura (Comissão Europeia, 2020)

3.3.2.3 C) Atividades extracurriculares híbridas

Critérios:

- Formação de curta duração ministrada fora das estruturas dos programas formais
- Percursos não formais que conduzem à obtenção de crachás digitais ou ao reconhecimento da aprendizagem prévia (ETF, 2023)

Propósito:

- Implementação rápida de temas do FuturEng
- Participação da indústria através de hackathons, design sprints e simulações (WEF, 2022)

3.3.3 Validação — Governação e Garantia da Qualidade

As ofertas híbridas devem respeitar os princípios de transparência institucionais e europeus:

- Os resultados de aprendizagem devem ser publicados, mensuráveis e passíveis de avaliação;
- A avaliação deve seguir normas reconhecidas e requisitos de equidade (EADTU, 2021);
- A carga de trabalho e as horas teóricas devem ser claramente documentadas de acordo com as convenções do ECTS;
- É encorajada a verificação digital das realizações (microCredX, 2023)

A garantia da qualidade envolve:

• Garantia de qualidade interna — revisão do plano de estudos, avaliações do ensino, feedback das partes interessadas
• Garantia de qualidade externa — alinhamento com os critérios ESG e auditorias periódicas (ENQA, 2015)

Estes mecanismos reforçam a credibilidade, o reconhecimento e a mobilidade dos alunos em toda a Europa.

3.3.4 Entrega — Reconhecimento e portabilidade

Para garantir a progressão dos formandos e o seu valor no mercado de trabalho:

• O reconhecimento deve estar em conformidade com os princípios da Convenção de Lisboa sobre o Reconhecimento;

• A documentação deve fornecer informações claras sobre os resultados de aprendizagem, a avaliação, a carga de trabalho e o nível do QE (CIMEA, 2022)

As conquistas híbridas podem contribuir diretamente para:

• Microcredenciais
• Reconhecimento da aprendizagem prévia (RPL)
• Módulos acreditados pelo ECTS

O envolvimento dos empregadores na avaliação e na revisão periódica garante a relevância contínua em relação às necessidades do mercado de trabalho (OCDE, 2023).

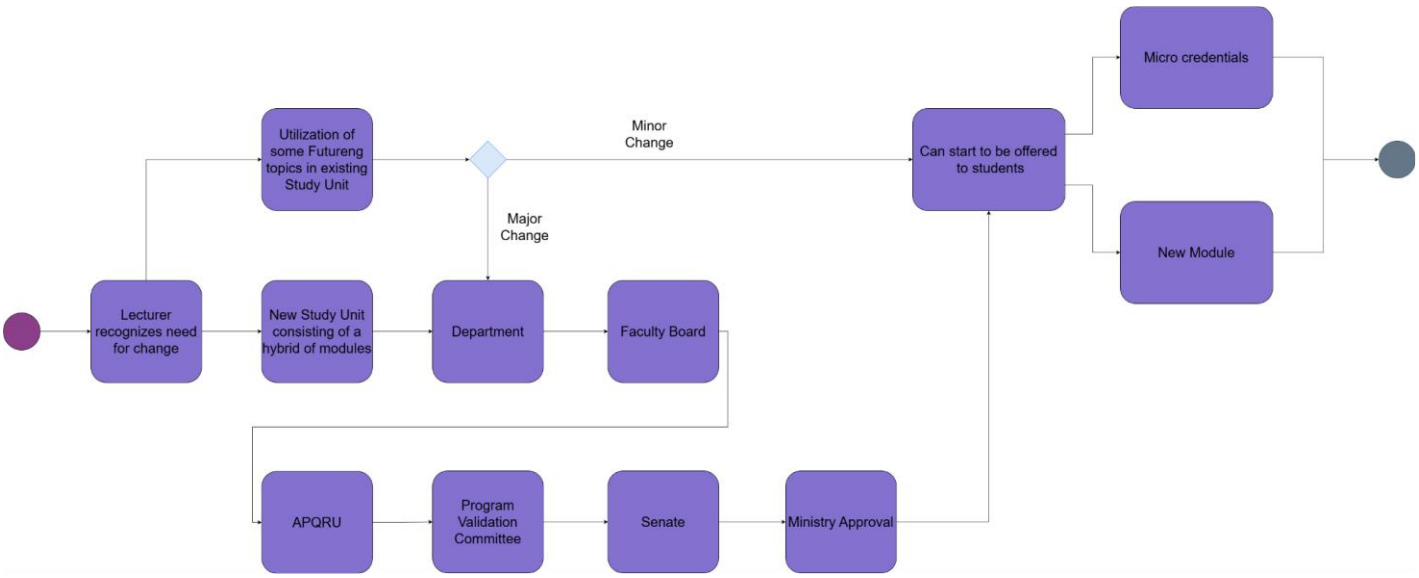


Figura 4.3.5. Fluxo de decisão sobre a gestão do currículo do percurso híbrido

Este fluxo de decisão ilustra como os conteúdos do FuturEng podem ser introduzidos no ensino superior através de alterações curriculares de menor ou maior dimensão.

Quando um docente identifica a necessidade de integrar os resultados de aprendizagem do FuturEng, a dimensão da mudança determina o caminho a seguir:

• As alterações híbridas menores envolvem a integração de elementos do FuturEng nos módulos existentes. Estes ajustes requerem normalmente apenas a aprovação a nível do departamento ou da faculdade antes de serem ministrados aos estudantes.

• As alterações híbridas de maior envergadura exigem a criação de um novo módulo que integre vários tópicos do FuturEng. Este processo deve passar por um controlo de qualidade formal e por uma validação institucional, incluindo a análise por órgãos como o Departamento, o Conselho da Faculdade, a Comissão de Validação do Programa e o Senado e, quando aplicável, a aprovação por uma autoridade nacional.

A aprovação bem-sucedida por qualquer uma das vias resulta numa oferta de aprendizagem reconhecida — quer se trate de módulos com créditos ou de microcredenciais acumuláveis — alinhada com os quadros e mecanismos de reconhecimento europeus.

Vantagens da abordagem híbrida

Parte interessada	**Benefício**
Alunos	Acesso flexível às competências da Indústria 5.0 e reconhecimento através da acumulação de pequenos módulos de aprendizagem
Académicos	Um mecanismo estruturado para inovar no âmbito dos requisitos de governação estabelecidos
Indústria	Influência precoce no desenvolvimento de talentos e acesso a formandos com competências comprovadas
Instituições	Ampliação escalável dos programas, mantendo a garantia de qualidade alinhada com os critérios ESG

As vias híbridas aceleram o tempo de impacto, garantindo simultaneamente o reconhecimento a longo prazo, a transparência e a sustentabilidade.

4 Cronograma do roteiro

A via selecionada será implementada de forma progressiva, garantindo um equilíbrio entre a inovação rápida, a garantia de qualidade rigorosa e a sustentabilidade a longo prazo.

4.1.1 2025–2026 (Fase-piloto)

- Organizar workshops de curta duração, atividades de aprendizagem mista e hackathons para proporcionar uma exposição precoce aos conteúdos do FuturEng
- Integrar tópicos selecionados do FuturEng nos módulos existentes através de pequenas alterações, permitindo a realização de projetos-piloto rápidos sem uma reestruturação profunda do currículo;
- Experimentar abordagens de avaliação inovadoras, tais como estudos de caso, desenvolvimento de protótipos e trabalhos de reflexão;
- Convidar especialistas do setor para ministrarem palestras que garantam uma relevância imediata para o local de trabalho e reforcem a colaboração com os empregadores

4.1.2 2027 (Fase de expansão)

- Desenvolver os primeiros módulos interdisciplinares específicos de 5 ECTS que combinem vários temas do FuturEng em cursos coerentes;
- Oferecer estes módulos tanto como unidades de estudo integradas nos cursos de licenciatura como microcredenciais autónomas, alinhadas com os quadros europeus de qualificações;
- Aumentar a participação do setor na avaliação, incluindo a coavaliação de apresentações, estudos de caso e resultados de projetos;
- Alargar os formatos de ensino misto e online, apoiados por procedimentos institucionais e nacionais de garantia da qualidade

4.1.3 2028 adiante (Expansão e consolidação)

- Implementar módulos validados numa gama mais ampla de programas e instituições, apoiando a portabilidade transfronteiriça através do reconhecimento do Erasmus+, do EQF e do ECTS
- Estabelecer palestras com oradores convidados e resumos de desafios do setor desenvolvidos em conjunto como elementos padrões dos módulos híbridos
- Introduzir um acompanhamento a longo prazo utilizando indicadores específicos de percursos, tais como a participação dos estudantes, a aceitação de microcredenciais, a mobilidade transfronteiriça dos aprendentes e o emprego dos licenciados nos setores da Indústria 5.0;
- Manter a melhoria contínua através de feedback estruturado por parte dos estudantes, equipas académicas, representantes da indústria e avaliadores externos

Este roteiro faseado garante que os percursos híbridos do FuturEng evoluam de projetos-piloto de baixo risco para módulos validados e, por fim, para uma oferta educativa sustentável e transfronteiriça, mantendo sempre no centro o envolvimento da indústria e a inovação na avaliação.

4.1.3.1 Orientações sugeridas para as instituições

Ano / Fase	Responsabilidades da universidade (os indicadores-chave de desempenho variam consoante o percurso escolhido)	Resultado esperado
2025–2026 (Fase-piloto)	Realizar um número mínimo de workshops-piloto, hackathons ou sprints de desafios que integrem conteúdos do FuturEng Atualizar pelo menos duas unidades de estudo existentes com temas do FuturEng (pequenas alterações) Assegurar que seja lançada pelo menos uma atividade extracurricular (por exemplo, uma atividade baseada em distintivos) Convidar especialistas do setor para participar em, pelo menos, uma palestra ou seminário	Os alunos têm um contacto precoce com a Indústria 5.0 As instituições avaliam a relevância dos conteúdos Estabelecida a primeira ligação entre a indústria e o meio académico
2027 (Fase de Expansão)	Desenvolver e validar pelo menos uma nova unidade de ensino (aproximadamente 5 ECTS) que integre conteúdos do FuturEng Introduzir pelo menos duas microcredenciais alinhadas com o EQF/ECTS Incorporar especialistas externos do setor na ministração ou na avaliação conjunta de módulos híbridos Alargar a avaliação para além dos exames, de modo a incluir projetos, estudos de caso ou protótipos	Primeira série de unidades curriculares formalmente integrada Microcredenciais reconhecidas além-fronteiras Alunos avaliados com base em competências aplicadas da Indústria 5.0

Ano / Fase	Responsabilidades da universidade (os indicadores-chave de desempenho variam consoante o percurso escolhido)	Resultado esperado
A partir de 2028 (Expansão e consolidação)	Assegurar a adoção de, pelo menos, cinco unidades de ensino híbridas em todos os cursos de licenciatura	Adoção generalizada do FuturEng por parte das instituições
	Oferecer microcredenciais a alunos externos e profissionais, para além dos alunos matriculados	Percursos de aprendizagem ao longo da vida abertos aos profissionais
	Facilitar o reconhecimento e a mobilidade transfronteiriços de créditos para os estudantes que concluem os cursos híbridos FuturEng	Reconhecimento transfronteiriço garantido
	Realizar estudos de acompanhamento de licenciados para monitorizar os resultados nos setores digital e ecológico	Provas de que os licenciados aplicam competências da Indústria 5.0

5 Conclusão

Os percursos propostos demonstram como os conteúdos do FuturEng podem ser integrados no ensino superior de forma flexível e sólida. Ao distinguir pequenas alterações curriculares, que permitem uma implementação piloto rápida, de alterações de maior envergadura que conduzem a unidades de estudo validadas e microcredenciais, o roteiro apresenta uma abordagem faseada que apoia a inovação, respeitando simultaneamente os padrões académicos.

As instituições desempenham um papel central na implementação deste percurso. São responsáveis pela realização de atividades-piloto, pela atualização de módulos existentes, pela validação de novos cursos híbridos e por garantir que as microcredenciais sejam reconhecidas além-fronteiras. Esta responsabilidade vai além do ensino, exigindo o envolvimento de equipas de garantia de qualidade, revisores externos e autoridades nacionais para garantir credibilidade e portabilidade.

O envolvimento da indústria — através de palestras de convidados, desafios co-concebidos e avaliação conjunta — garante que os alunos adquiram não só conhecimentos académicos, mas também competências práticas ligadas às necessidades reais do local de trabalho. Esta ligação direta com os empregadores melhora a empregabilidade dos licenciados e reforça a confiança no quadro FuturEng.

Ao combinar projetos-piloto, módulos validados, microcredenciais e oportunidades de aprendizagem extracurriculares, as instituições podem oferecer aos alunos um percurso de progressão claro: desde a exposição inicial às competências da Indústria 5.0, passando pelo reconhecimento acumulável, até unidades de estudo totalmente creditadas integradas em programas de licenciatura. Isto cria um ecossistema sustentável no qual a aprendizagem permanece transferível, alinhada com a indústria e continuamente atualizada para refletir as exigências tecnológicas e sociais em evolução.

Através desta abordagem, o FuturEng prepara os futuros engenheiros da Europa para conceber e fornecer soluções que não sejam apenas tecnicamente avançadas, mas também centradas no ser humano, ambientalmente responsáveis e resilientes aos desafios futuros.

6 Referências:

Cedefop (2023) *Microcredentials for lifelong learning and employability: A European overview*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at: https://www.cedefop.europa.eu/files/5603_en.pdf (Accessed: 23 November 2025).

CIMEA (2022) *Micro-credentials in higher education*. Rome: CIMEA. Available at: https://www.cimea.it/Upload/Documenti/Micro-credentials%20in%20HE_1.pdf (Accessed: 23 November 2025).

EADTU (2021) *Quality assurance for short learning programmes and microcredentials in the EHEA*. European Association of Distance Teaching Universities. Available at: https://e-slp.eadtu.eu/images/publications_and_outputs/D51_Recommendations_for_QA_and_accreditation_for__SLPs.pdf (Accessed: 23 November 2025).

eCampusOntario (2021) *Micro-credentials: Insights and opportunities for Canada*. Available at: https://openlibrary-repo.ecampusontario.ca/jspui/bitstream/123456789/1439/1/eCampusOntario039s-Micro-credential-Toolkit-1655731685._print.pdf (Accessed: 23 November 2025).

ENQA, ESU, EUA and EURASHE (2015) *Standards and guidelines for quality assurance in the European higher education area (ESG)*. Brussels: ENQA. Available at: https://www.enqa.eu/esg-standards-and-guidelines-for-quality-assurance-in-the-european-higher-education-area (Accessed: 23 November 2025).

ETF – European Training Foundation (2023) *Microcredentials: Building trust in non-traditional learning*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at: https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2023-05/Micro-Credential%20Guidelines%20Final%20Delivery.pdf (Accessed: 23 November 2025).

EQF Advisory Group and European Commission (2018) *European qualifications framework (EQF)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Commission (2020) *A European approach to micro-credentials*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at: https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/european-approach-micro-credentials-higher-education-consultation-group-output-final-report.pdf (Accessed: 23 November 2025).

European Commission (2021a) *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Brussels: European Commission.

European Commission (2021b) *European skills agenda and the green transition*. Brussels: European Commission.

European Commission (2022) *Council Recommendation on a European approach to micro-credentials for lifelong learning and employability*. *Official Journal of the European Union*, C243, pp. 1–16. Available at: https://eur-lex.europa.eu (Accessed: 23 November 2025).

European Commission (2025) *Eurydice: National education systems*. Available at: https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/eurypedia (Accessed: 23 November 2025).

Kaunas University of Technology (2025a) *Organisation of studies*. Available at: https://en.ktu.edu/studies/#documents (Accessed: 23 November 2025).

Kaunas University of Technology (2025b) *Study quality and development*. Available at: https://en.ktu.edu/study-quality/#general-information (Accessed: 23 November 2025).

microCredX (2023) *Digital verification and interoperability framework for micro-credentials*. European Commission Erasmus+ Project. Available at: https://microcredx.microcredentials.eu/wp-content/uploads/sites/56/2023/11/MicroCredX-Implementation-Framework.pdf (Accessed: 23 November 2025).

Nuffic (2022) *The rise and recognition of micro-credentials*. Available at: https://www.nuffic.nl/sites/default/files/2022-03/The%20rise%20and%20recognition%20of%20micro-credentials.pdf (Accessed: 23 November 2025).

OECD (2020) *Digitalisation and the green transition*. Paris: OECD Publishing.

OECD (2021) *Micro-credentials for lifelong learning and employability: Building trust and recognition across education systems*. Paris: OECD Publishing. Available at: https://www.oecd.org/en/publications/micro-credentials-for-lifelong-learning-and-employability_9c4b7b68-en.html (Accessed: 23 November 2025).

OECD (2023) *Skills outlook 2023: Empowering people for the future of work*. Paris: OECD Publishing. Available at: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-skills-outlook-2023_27452f29-en.html (Accessed: 23 November 2025).

ProToGo–YERUN (2021) *Micro-credentials in higher education: Towards a common framework for Europe*. Young European Research Universities Network. Available at: https://yerun.eu/wp-content/uploads/2024/03/ProcToGo-YERUN-Guidelines-on-Micro-credentials.pdf (Accessed: 23 November 2025).

QAA (2018) *Frameworks for higher education qualifications and programme specifications*. Gloucester: QAA.

World Economic Forum (2022) *Digital and sustainability skills for future workforces*. Geneva: WEF.

FUTURENG

Shaping the Engineers of Tomorrow

Project number: 2023-1-RO01-KA220-HED-000155387

https://www.futureng.projectsgallery.eu

Co-funded by the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

GEORGE EMIL PALADE UNIVERSITY OF MEDICINE, PHARMACY, SCIENCE, AND TECHNOLOGY OF TARGU MURES

ACTA FOUNDATION

EdiTC

FH JOANNEUM University of Applied Sciences

ktu kauno technologijos universitetas 1922

iSQ

mecb Driving Excellence & Innovation