

**UNIVERSIDADE ABERTA**



UNIVERSIDADE  
**AbERTA**  
www.uab.pt

**Integração de Tecnologias Emergentes da  
Indústria 4.0 no Ensino Profissional:  
Implementação de um projeto**

**João Carlos da Luz Fernandes Baptista**

**Mestrado em  
Pedagogia do E-learning**

**2026**

**UNIVERSIDADE ABERTA**



UNIVERSIDADE  
**AbERTA**  
[www.uab.pt](http://www.uab.pt)

**Integração de Tecnologias Emergentes da  
Indústria 4.0 no Ensino Profissional:  
Implementação de um projeto**

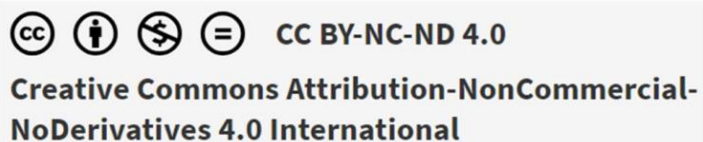
**João Carlos da luz Fernandes Baptista**

**Mestrado em  
Pedagogia do E-learning**

**Trabalho de Projeto orientado pelo  
Professor Doutor  
Diogo Gonzalez Casa Nova**

**Fevereiro de 2026**

## LICENÇA *CREATIVE COMMONS*



Este trabalho está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. Esta licença permite que os utilizadores copiem e distribuam o material em qualquer meio ou formato, de forma não adaptada, apenas para fins não comerciais e desde que seja atribuída a autoria ao criador.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>

## Agradecimentos

Quero expressar o meu profundo agradecimento aos colegas do Mestrado, pelo apoio, pela partilha de experiências e pelo espírito de entreajuda que acompanharam todo este percurso académico. Um agradecimento muito especial às colegas Sofia Fraústo, Liliana Eira e Sandrine, cuja colaboração, disponibilidade e paciência foram fundamentais na realização dos trabalhos desenvolvidos em conjunto. Os momentos de aprendizagem partilhada e de convivência marcaram de forma muito positiva este percurso.

Agradeço igualmente a todos os professores do Mestrado que, apesar do regime de *e-learning*, asseguraram sempre um acompanhamento próximo, rigoroso e disponível. Em particular, à Professora Lina Morgado, pelo apoio constante na superação de desafios metodológicos e pela orientação segura em momentos de maior incerteza, e ao Professor António Teixeira, pela dedicação, clareza nas orientações e permanente disponibilidade para o esclarecimento de dúvidas.

Ao meu orientador, Professor Diogo Casa Nova, deixo um agradecimento muito sentido pela orientação científica, pelo acompanhamento atento e pela confiança demonstrada ao longo de todo o processo. A sua persistência, exigência e apoio foram determinantes para que este projeto se tornasse uma realidade.

Por fim, agradeço à minha família e a todos os que, de forma direta ou indireta, estiveram presentes ao longo deste percurso e acreditaram na sua concretização. Um agradecimento muito especial à minha esposa, Rita Pereira, pelo apoio incondicional, pela compreensão e pelos sacrifícios assumidos, sobretudo pelo tempo que este projeto exigiu e que foi retirado à vida familiar e ao lazer.

Aos meus filhos deixo o meu agradecimento mais profundo. À Luísa, que nasceu pouco antes do início deste percurso, em fevereiro de 2023; ao Xavier, que chegou já durante o mestrado, em janeiro de 2025; e ao Francisco, que, apesar da sua juventude, revelou uma maturidade e sensibilidade notáveis. O carinho, o apoio emocional e a motivação que me deram ao longo destes anos foram essenciais para a conclusão deste trabalho

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

### STATEMENT OF INTEGRITY

Declaro ter atuado com integridade na elaboração da presente dissertação/tese. Confirmando que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri à prática de plágio ou a qualquer outra forma de falsificação de resultados.

Mais declaro que tomei conhecimento integral do Regulamento Disciplinar da Universidade Aberta, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 215, de 6 de novembro de 2013.

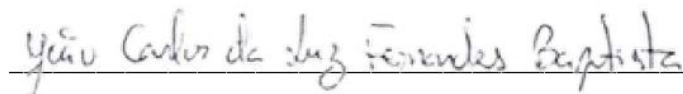
I hereby declare having conducted my thesis with integrity. I confirm that I have not used plagiarism or any form of falsification of results in the process of the thesis elaboration.

I further declare that I have fully acknowledged Disciplinary Regulations of the Universidade Aberta (regulation published in the official journal Diário da República, 2.ª série, N.º 215, de 6 de novembro de 2013).

Universidade Aberta, 17 de Fevereiro de 2026

Nome completo/Full name: João Carlos da Luz Fernandes Baptista

Assinatura/Signature:



manuscrita ou digital / handwritten or digital

**Resumo:** O presente estudo de natureza aplicada e focado no design instrucional, visa a concepção pedagógica de um referencial de formação e o desenvolvimento de um protótipo em regime *b-learning* para a integração de tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0) no currículo do Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial – Variante Eletromecânica (CPTMIvE). Inserido na área da Pedagogia do E-learning, o estudo responde ao desfasamento entre os currículos do ensino profissional e as exigências tecnológicas dos contextos industriais atuais. Metodologicamente, a investigação segue os princípios da *Design-Based Research* (DBR) articulada com o modelo ADDIE, baseando-se num diagnóstico empírico realizado através de questionários aplicados a ex-alunos e profissionais da indústria. Esta análise permitiu identificar lacunas críticas em competências técnicas, digitais e transversais, sustentando o desenvolvimento de um design instrucional estruturado com recurso à ferramenta *Learning Designer*. O alcance da investigação compreende a análise, o desenho e a prototipagem pedagógica (fase de desenvolvimento conceptual), evidenciando o potencial do *b-learning* como estratégia estruturante para a modernização curricular e pedagógica do ensino profissional.

*Palavras-chave: Indústria 4.0; Tecnologias emergentes; Ensino profissional.*

**Abstract:** This applied study, focused on instructional design, aims at the pedagogical design of a training framework and the development of a b-learning prototype to integrate Industry 4.0 (I4.0) technologies into the curriculum of the Professional Course in Industrial Maintenance Technician – Electromechanical Variant (CPTMIvE). Part of the field of E-learning Pedagogy, the study addresses the mismatch between vocational education curricula and the technological requirements of current industrial contexts. Methodologically, the research follows the principles of *Design-Based Research* (DBR) articulated with the ADDIE model, based on an empirical diagnosis carried out through questionnaires applied to former students and industry professionals. This analysis identified critical gaps in technical, digital and soft skills, supporting the development of a structured learning design using the *Learning Designer* tool. The scope of the research includes analysis, design and pedagogical prototyping (conceptual development phase), highlighting the potential of b-learning as a structuring strategy for the curricular and pedagogical modernization of vocational education.

*Keywords: Industry 4.0; Emerging technologies; Vocational education*

## ÍNDICE GERAL

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Abstract .....	vi
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Enquadramento do Tema, Apresentação e Justificação do Título .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. Questões de Investigação e Objetivos .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.1. Objetivo Geral .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. Fundamentação da Pertinência do Estudo .....</b>	<b>19</b>
<b>2. Enquadramento Teórico .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Revisão de Literatura .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. Relação da Problemática com o Estado da Arte .....</b>	<b>27</b>
<b>3. Metodologia .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Fundamentos Metodológicos do Estudo .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.1. Paradigma e Abordagem de Investigação .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.2. Estrutura e Fases do <i>DBR</i> .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2. Design Metodológico .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3. Participantes do Estudo .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3.1. Ex-Alunos .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3.2. Profissionais da Indústria Automóvel e Metalomecânica .....</b>	<b>41</b>
<b>3.3.3. Tamanho da Amostra e Seleção dos Participantes .....</b>	<b>41</b>
<b>3.4. Etapas e Procedimentos do Trabalho de Campo .....</b>	<b>41</b>
<b>3.5. Tratamento e análise de dados .....</b>	<b>42</b>
<b>3.6. Questões Éticas da Investigação .....</b>	<b>43</b>
<b>3.7. Limites e Alcance da Investigação .....</b>	<b>44</b>
<b>3.7.1. Limites Metodológicos e de Amostragem .....</b>	<b>44</b>
<b>3.7.2. Limites da Validação Conceptual do Protótipo .....</b>	<b>45</b>
<b>4. Resultados .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1. Caracterização da Amostra e do Estudo Empírico .....</b>	<b>47</b>
<b>4.2. Diagnóstico curricular .....</b>	<b>47</b>
<b>4.3. Apresentação dos Resultados: Ex-Alunos .....</b>	<b>49</b>

4.3.1. Perfil e inserção profissional .....	49
4.3.2. Utilização de tecnologias I4.0 no contexto profissional.....	50
4.3.3. Avaliação da utilidade das competências aprendidas .....	51
4.3.4. Percepção de preparação para tecnologias emergentes .....	52
4.3.5. Sugestões de melhoria e preferências de modalidade.....	52
4.3.6. Síntese da análise qualitativa (Respostas abertas).....	54
4.4. Apresentação dos Resultados: Profissionais da Indústria.....	54
4.4.1. Perfil dos profissionais .....	54
4.4.2. Valorização das competências técnicas e preparação dos ex-alunos .....	54
4.4.3. Tecnologias I4.0 indispensáveis e prioridades curriculares .....	56
4.4.4. Competências transversais ( <i>Soft Skills</i> ).....	58
4.4.5. Síntese da análise qualitativa (Visão empresarial) .....	58
4.5. Triangulação e Síntese dos Resultados.....	59
4.5.1. Convergências e Divergências de Percepção .....	59
4.5.2. Lacunas Críticas Identificadas .....	59
4.5.3. Síntese das Evidências Qualitativas.....	60
4.5.4. Balanço do Modelo Curricular.....	60
4.6. Contributos para a Adequação Curricular.....	61
4.6.1. Síntese dos Resultados e Áreas Prioritárias.....	61
4.6.2. Conclusão da Fase de Diagnóstico .....	61
5. Discussão de Resultados .....	63
5.1. Discussão do Diagnóstico e Enquadramento Teórico .....	63
5.2. Análise SWOT da Conceção e Viabilidade do Projeto.....	64
5.3. Do Diagnóstico à Intervenção.....	66
6. Proposta de Formação .....	67
6.1. Proposta de Referencial de Formação .....	67
6.1.1. Fontes e critérios para o desenvolvimento do referencial .....	68
6.1.2. Construção do Quadro Referencial de Formação.....	68
6.1.3. Definição de Áreas de Competência.....	69
6.1.4. Operacionalização e Atualização Curricular.....	71
6.2. Princípios Pedagógicos e Metodológicos .....	72
6.2.1. Princípios Orientadores da Intervenção .....	72
6.2.2. Operacionalização: O Roteiro de Aprendizagem em <i>b-learning</i> .....	73
6.2.3. Articulação com o Modelo <i>DBR</i> .....	76

<b>6.3. Conceção do Protótipo no <i>Learning Designer</i></b> .....	77
<b>6.3.1. Estrutura do Storyboard (ADDIE)</b> .....	77
<b>6.3.2. Protótipo e Distribuição de Tipos de Aprendizagem</b> .....	78
<b>6.3.3. Exemplo de Atividade: Fabrico Aditivo e Prototipagem</b> .....	82
<b>6.4. Validação Conceptual da Proposta</b> .....	85
<b>6.4.1. Validação Conceptual do Referencial e do Protótipo</b> .....	85
<b>6.4.2. Processos de Validação</b> .....	86
<b>6.4.3. Carácter e Alcance da Validação</b> .....	86
<b>7. Conclusões e Perspetivas para o Futuro</b> .....	88
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	91
<b>APÊNDICES</b> .....	96
<b>Apêndice I – Protótipo do Módulo Piloto desenvolvido no <i>Learning Designer</i></b> .....	97
<b>Apêndice II – Cronograma do Projeto</b> .....	106
<b>Apêndice III – Diário de Bordo do Desenvolvimento do Projeto</b> .....	108
<b>ANEXOS</b> .....	110
<b>Anexo I – Consentimento Informado, Livre e Esclarecido</b> .....	111
<b>Anexo II – Submissão à Comissão de Ética e Parecer Favorável</b> .....	114
<b>Anexo III – Questionário dirigido a Ex-Alunos</b> .....	117
<b>Anexo IV – Questionário dirigido a Profissionais da Indústria</b> .....	125

## ÍNDICE DE GRÁFICOS/QUADROS/TABELAS

Quadro 2.1 – Tecnologias emergentes da I4.0 e aplicações na formação profissional ....	24
Quadro 3.1 – Estrutura e Fases do Modelo DBR .....	36
Quadro 3.2 – Síntese da metodologia do estudo segundo o DBR.....	37
Quadro 4.1 – Caracterização da Amostra de Profissionais da Indústria (n=5) .....	54
Quadro 5.1 – Análise SWOT da Conceção do Projeto .....	64
Quadro 6.1 – Estrutura Geral do Referencial de Formação.....	69
Quadro 6.2 – Propostas de atualização curricular com base nas áreas de competência identificadas .....	71
Quadro 6.3 – Estrutura do Módulo Piloto em b-learning: “Automação e Monitorização Inteligente de Sistemas Industriais” .....	75
Quadro 6.4 – Estrutura do Storyboard segundo o modelo ADDIE .....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Fluxograma do Ciclo Iterativo do Design-Based Research (DBR) .....	36
Figura 4.1 – Setores de atividade dos ex-alunos (n = 34).....	49
Figura 4.2 – Experiência profissional dos ex-alunos (n = 34).....	50
Figura 4.3 – Utilização de tecnologias da I4.0 no contexto profissional (n = 34).....	51
Figura 4.4 – Avaliação da utilidade das competências aprendidas (n = 34).....	51
Figura 4.5 – Percepção de preparação para competências I4.0 (escala 1–5; n = 34) .....	52
Figura 4.6 – Sugestões de melhoria da formação (n = 34) .....	53
Figura 4.7 – Preferência de modalidade de ensino e recomendação (n = 34).....	53
Figura 4.8 – Avaliação da importância das competências técnicas (n = 5) .....	55
Figura 4.9 – Percepção da preparação técnica dos ex-alunos (n = 5).....	56
Figura 4.10 – Tecnologias da I4.0 consideradas indispensáveis (n = 5) .....	57
Figura 4.11 – Importância atribuída à atualização curricular (n = 5).....	58
Figura 4.12– Soft skills consideradas essenciais (n = 5) .....	58
Figura 6.1 – Visão geral do design do módulo no Learning Designer, mostrando a distribuição do tempo pelos diferentes tipos de aprendizagem.....	79
Figura 6.2 – Estrutura sequencial das atividades do módulo no Learning Designer, organizada segundo o modelo ADDIE.....	82
Figura 6.3 – Exemplo de uma atividade prática no Learning Designer, com a distribuição dos tipos de aprendizagem e respectiva carga temporal.....	83

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ABP / PBL** — Aprendizagem Baseada em Projetos (ou Problemas) / *Project-Based Learning*

**ADDIE** — *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (Análise, Conceção, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação) (um modelo instrucional tradicional).

**AI / IA** — *Artificial Intelligence* / Inteligência Artificial

**ANQEP** — Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional

**b-learning** — *Blended Learning*

**CAD** — *Computer-Aided Design* (Desenho Assistido por Computador)

**CAM** — *Computer-Aided Manufacturing* (Fabrico Assistido por Computador)

**CEDEFOP** — Centro Europeu para o Desenvolvimento da Formação Profissional

**CNC** — *Computer Numerical Control* (Controlo Numérico Computadorizado)

**CNQ** — Catálogo Nacional de Qualificações

**CPTMIVE** — Curso Profissional de Técnico de Manutenção Industrial – variante Eletromecânica

**DBR** — *Design-Based Research*

**DGEEC** — Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência

**e-learning** — *Electronic Learning*

**EQF** — *European Qualifications Framework*

**ERP** — *Enterprise Resource Planning*

**FCT** — Formação em Contexto de Trabalho

**FFMS** — Fundação Francisco Manuel dos Santos

**IoT** — *Internet of Things*

**IVET** — *Initial Vocational Education and Training*

**LED** — Laboratórios de Educação Digital

**OCDE / OECD** — Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

**PLC** — *Programmable Logic Controller* (Controlador Lógico Programável)

**PRR** — Plano de Recuperação e Resiliência

**QNQ** — Quadro Nacional de Qualificações

**RGPD** — Regulamento Geral de Proteção de Dados

**SOPeL** — Seminário de Orientação para a Pedagogia do E-learning

**STEM** — *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*

**UNESCO** — Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

**VET** — *Vocational Education and Training*

**WEF** — *World Economic Forum*

# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento do Tema, Apresentação e Justificação do Título

A transformação digital da indústria, associada ao paradigma da Indústria 4.0 (I4.0), tem vindo a redefinir profundamente os contextos produtivos, organizacionais e profissionais. A integração de tecnologias como os sistemas ciber-físicos, a Internet das Coisas (IoT), a inteligência artificial (IA), o fabrico aditivo e a análise de dados exigem profissionais capazes de interagir com sistemas complexos, interpretar informação digital e tomar decisões em ambientes tecnologicamente mediados (Schwab, 2016).

Estas transformações colocam desafios significativos ao ensino profissional, nomeadamente no que respeita à adequação dos currículos, das metodologias pedagógicas e dos ambientes de aprendizagem. Para além da aquisição de competências técnicas específicas, os futuros profissionais necessitam de desenvolver competências digitais e competências transversais, como a autonomia, a resolução de problemas, a colaboração e a capacidade de aprendizagem ao longo da vida, competências amplamente valorizadas em contextos industriais contemporâneos (Junqueira, 2020).

No ensino profissional de nível secundário, a integração pedagógica das tecnologias emergentes da I4.0 assume particular relevância, não apenas enquanto atualização de conteúdos, mas como oportunidade para repensar os modelos de ensino e aprendizagem, incorporando metodologias ativas, abordagens centradas no aluno e modalidades de *e-learning* e *b-learning*, capazes de promover aprendizagens mais flexíveis, contextualizadas e significativas.

É neste enquadramento que se insere o presente projeto de mestrado, desenvolvido no âmbito do Mestrado em Pedagogia do E-learning, que tem como

foco a integração pedagógica das tecnologias emergentes da I4.0 no ensino profissional, através da conceção de um projeto formativo apoiado em ambientes digitais de aprendizagem.

O estudo incide sobre o CPTMIvE, lecionado na Escola Secundária de Ponte de Lima. Embora este curso se encontre enquadrado pela Portaria n.º 1312/2006 e alinhado com o Quadro Nacional de Qualificações (QNQ – Nível 4), observa-se que a integração sistemática de tecnologias emergentes e de abordagens pedagógicas digitais é ainda limitada, o que pode comprometer a preparação dos alunos para contextos industriais cada vez mais digitalizados.

Neste sentido, o título do projeto — *Integração de Tecnologias Emergentes da Indústria 4.0 no Ensino Profissional: Implementação de um projeto* — reflete a sua intencionalidade pedagógica, centrada não apenas na introdução de novas tecnologias, mas sobretudo na implementação de um projeto formativo concebido segundo princípios da Pedagogia do E-learning, promovendo a articulação entre ambientes online e presenciais e o desenvolvimento de competências relevantes para o século XXI.

A formulação do projeto assenta num diagnóstico fundamentado, suportado na análise do currículo em vigor, na revisão da literatura sobre Educação e Formação Profissional (Vocational Education and Training - VET) e na identificação de necessidades formativas, a partir da aplicação de questionários a ex-alunos e da recolha de contributos de profissionais dos setores automóvel e metalomecânico. Este diagnóstico constitui o ponto de partida para a definição da problemática de investigação e para a proposta de intervenção educativa apresentada neste estudo.

## **1.2. Questões de Investigação e Objetivos**

O ensino profissional enfrenta o desafio de acompanhar o ritmo acelerado da inovação tecnológica associada à I4.0. A ausência de um alinhamento consistente entre os currículos, as práticas pedagógicas e as exigências dos contextos industriais pode conduzir à formação de profissionais com competências

desatualizadas, afetando a sua empregabilidade e a capacidade de adaptação a ambientes de trabalho em constante mudança.

Neste contexto, formulam-se as seguintes questões de investigação:

- Quais são as principais lacunas formativas, ao nível das competências, dos alunos do ensino profissional face às exigências da I4.0?
- De que forma a conceção de um plano de formação em regime *b-learning* pode contribuir para a integração pedagógica das tecnologias emergentes da I4.0 no ensino profissional?

Estas questões orientam um estudo de natureza aplicada, centrado na conceção pedagógica de um projeto formativo, fundamentado num diagnóstico prévio e sustentado teoricamente, sem implicar a implementação tecnológica em contexto real no âmbito deste trabalho.

Para responder à problemática identificada, propõe-se a conceção de um plano de formação em regime *b-learning*, integrando tecnologias emergentes da I4.0 e recorrendo a metodologias de *e-learning*, com o objetivo de proporcionar uma experiência de aprendizagem pedagogicamente estruturada e envolvente.

A partir da análise das necessidades dos diferentes *stakeholders* — nomeadamente ex-alunos e profissionais da indústria — e da conceção de um protótipo instrucional em ambiente digital, bem como da integração destas tecnologias nos materiais pedagógicos, pretende-se contribuir para a identificação e mitigação das lacunas existentes no currículo, promovendo uma formação alinhada com as exigências da I4.0.

No caso específico do CPTMIvE, identificam-se lacunas significativas na integração sistemática de tecnologias associadas à I4.0. A Portaria n.º 1312/2006, de 23 de novembro, que estabelece este curso no âmbito do Quadro Nacional de Qualificações (QNQ – Nível 4), organiza a formação em áreas sociocultural, científica e técnica. Contudo, disciplinas de natureza técnica, como Tecnologia e Processos, Desenho Técnico, Práticas Oficiais e Organização Industrial, não

contemplam de forma abrangente tecnologias como a automação industrial, a robótica, o fabrico aditivo ou a inteligência artificial, limitando a exposição dos alunos a ferramentas essenciais para o exercício da profissão (Moraes *et al.*, 2022).

A ausência de conteúdos estruturados sobre tecnologias da I4.0 pode resultar na formação de profissionais com competências inadequadas, dificultando a sua empregabilidade (Cedefop, 2021b) e progressão profissional. A falta de familiaridade com estas tecnologias compromete igualmente a produtividade e a competitividade no mercado de trabalho, sendo reconhecida a necessidade de uma atualização frequente dos currículos para acompanhar a evolução tecnológica (Frey & Osborne, 2017).

Paralelamente, muitas instituições educativas enfrentam constrangimentos na implementação destas transformações, nomeadamente ao nível das infraestruturas e equipamentos, da formação do corpo docente e da flexibilidade curricular (West, 2012). Neste sentido, torna-se essencial a adoção de metodologias pedagógicas que estimulem a aprendizagem ativa, a descoberta e o trabalho em equipa, promovendo o desenvolvimento de competências valorizadas na sociedade contemporânea (Baltazar, 2022).

A análise de experiências internacionais pode fornecer contributos relevantes para a reflexão sobre a integração da I4.0 no ensino profissional em Portugal. Países como a Finlândia e Singapura têm-se destacado na transição para modelos de Educação 4.0, promovendo a interdisciplinaridade e a personalização da aprendizagem (Malessa, 2023; Fang *et al.*, 2023). De igual modo, países como a Índia e o Brasil têm vindo a adotar práticas inovadoras neste domínio, reconhecendo a importância de preparar os estudantes para contextos profissionais em permanente evolução (Jingar *et al.*, 2022).

### 1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto de mestrado é conceber um plano de formação em regime *b-learning*, integrando tecnologias emergentes da I4.0 no ensino profissional, de forma pedagogicamente fundamentada e alinhada com os princípios da Pedagogia do E-learning.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

Para concretizar o objetivo geral, definem-se os seguintes objetivos específicos:

#### a) Diagnosticar necessidades formativas

- Identificar lacunas nas competências técnicas, digitais e transversais associadas à I4.0 no contexto do CPTMIvE;
- Analisar contributos de ex-alunos e de profissionais da indústria, de modo a fundamentar a proposta formativa.

#### b) Desenvolver conceptualmente um referencial de formação

- Elaborar um referencial de formação que integre tecnologias emergentes da I4.0, articulando competências técnicas e transversais;
- Definir objetivos de aprendizagem e resultados esperados, coerentes com o perfil profissional e com as exigências dos contextos industriais atuais.

#### c) Conceber módulos de aprendizagem em regime *e-learning/b-learning*

- Conceber módulos de aprendizagem apoiados em ambientes digitais, integrando tecnologias da I4.0;
- Definir metodologias ativas e recursos digitais que promovam a aprendizagem colaborativa e experiencial.

#### d) Propor a adaptação pedagógica do currículo existente

- Propor, de forma conceptual, a integração dos módulos concebidos no currículo do CPTMIvE;
- Sugerir uma organização curricular mais flexível, compatível com abordagens de *b-learning*.

### 1.3. Fundamentação da Pertinência do Estudo

A pertinência deste estudo reside na necessidade de repensar o ensino profissional à luz das transformações digitais, não apenas através da introdução de novos conteúdos tecnológicos, mas sobretudo pela adoção de modelos pedagógicos inovadores, suportados por ambientes digitais de aprendizagem e alinhados com os princípios da Pedagogia do E-learning.

A rápida evolução das tecnologias associadas à I4.0 tem evidenciado limitações nos currículos tradicionais do ensino profissional, que frequentemente não acompanham o ritmo da inovação, originando um desfasamento entre a formação ministrada e as competências exigidas pelas organizações industriais. Este contexto reforça a necessidade de propostas formativas que promovam a articulação entre conhecimentos técnicos, competências digitais e competências transversais, consideradas essenciais em contextos profissionais contemporâneos.

Ao propor a conceção de um projeto formativo em regime *b-learning*, este estudo contribui para a atualização pedagógica do ensino profissional, valorizando a flexibilidade, a aprendizagem ativa e a integração intencional de tecnologias digitais em contextos formativos. A participação de ex-alunos e de profissionais da indústria no processo de diagnóstico reforça a relevância prática do projeto, assegurando que a proposta formativa responde a necessidades reais e contribui para uma melhor preparação dos alunos para ambientes industriais em constante evolução.

Paralelamente, o estudo assume relevância académica ao explorar a aplicação de princípios do design instrucional e da Pedagogia do E-learning no contexto específico do ensino profissional, contribuindo para a reflexão sobre modelos formativos híbridos orientados para o desenvolvimento de competências no âmbito da I4.0.

## **2. Enquadramento Teórico**

O presente capítulo tem como objetivo contextualizar os fundamentos conceptuais e teóricos que sustentam o projeto. Não se trata de uma revisão sistemática da literatura, mas sim de uma síntese crítica e orientada, que procura enquadrar as principais tendências e contributos científicos relevantes para compreender o impacto da transformação digital no ensino profissional. Neste sentido, são abordados os conceitos centrais da I4.0, o papel do VET em Portugal e as implicações destas transformações na formação técnica em Eletromecânica, de forma a sustentar teoricamente a implementação do projeto.

### **2.1. Revisão de Literatura**

A revisão da literatura incidiu sobre estudos e publicações científicas recentes que abordam a integração das tecnologias da I4.0 no ensino e na formação profissional. A análise centrou-se em contributos relevantes relacionados com tecnologias emergentes, transformação digital, aprendizagem ao longo da vida, metodologias híbridas e digitais, e competências profissionais para a I4.0. Foram privilegiadas fontes académicas e institucionais que exploram a modernização dos currículos de VET, a digitalização dos processos educativos e a formação técnica nas áreas da Eletromecânica, Automação, Robótica e Tecnologias Industriais. A seleção dos estudos considerou sobretudo investigações publicadas nos últimos cinco anos, de forma a garantir a atualidade dos contributos e o alinhamento com as tendências e políticas mais recentes de transformação digital e educativa.

Importa, antes de mais, situar a I4.0 no contexto das revoluções industriais precedentes, de forma a compreender a sua especificidade e impacto. A Primeira Revolução Industrial (I1.0, século XVIII) assentou na mecanização através do vapor; a Segunda (I2.0, final do século XIX) introduziu a eletricidade e a produção em massa; a Terceira (I3.0, meados do século XX) caracterizou-se pela automação eletrónica e digitalização inicial dos processos produtivos, com recurso a computadores e controladores lógicos programáveis (PLCs). É sobre

este alicerce da I3.0 que a I4.0 emerge, aproximadamente a partir de 2011 (Schwab, 2016; Kagermann et al., 2013), adicionando uma camada de interconectividade inteligente e ciberfísica que a torna qualitativamente distinta das revoluções anteriores. Esta contextualização é particularmente relevante no presente estudo, considerando que os referenciais curriculares do CPTMIvE analisados datam de 2006 e 2007, sendo, portanto, anteriores à própria emergência formal do conceito de I4.0 — o que, por si só, fundamenta a pertinência da atualização curricular aqui proposta. Importa igualmente reconhecer que a evolução mais recente destes conceitos aponta já para a emergência da Indústria 5.0 (I5.0), centrada na centralidade do fator humano, na resiliência e na sustentabilidade, aspetos que serão retomados na discussão dos resultados.

Neste contexto, importa clarificar o conceito de I4.0, dado o seu papel central no enquadramento teórico e metodológico deste trabalho. I4.0 refere-se à quarta revolução industrial, caracterizada pela integração em larga escala de tecnologias digitais, físicas e biológicas nos sistemas produtivos — por exemplo, automação avançada, IoT, IA, computação em nuvem, análise massiva de dados (*Big Data*), impressão 3D e sistemas ciber-físicos (Cam et al., 2024). A I4.0 pressupõe, assim, uma convergência tecnológica e digital que integra sistemas ciber-físicos, IoT, IA e análise avançada de dados, promovendo redes produtivas inteligentes e interconectadas. Este paradigma tecnológico redefine os modelos de produção e gestão industrial, criando exigências ao nível da qualificação e da flexibilidade dos perfis profissionais, em resposta às rápidas transformações da economia digital (Rupp et al., 2021).

A literatura evidencia, contudo, que a integração de tecnologias emergentes da I4.0 nos currículos de formação profissional ainda é limitada, tanto em Portugal como no panorama internacional. Esta lacuna implica que os alunos não estão a ser suficientemente preparados para as exigências do mercado de trabalho atual e futuro. O World Economic Forum (2025) refere que, até 2030, as competências mais valorizadas incluirão pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas, liderança e inteligência emocional. Um estudo de referência do

*McKinsey Global Institute (2017), Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation*, acrescenta que a automação e a inteligência artificial poderão deslocar entre 400 e 800 milhões de empregos até 2030, enquanto criarão cerca de 974 milhões de novas funções.

No contexto português, o relatório do *Cedefop – Centro Europeu para o Desenvolvimento da Formação Profissional (2021a)*, organismo da União Europeia responsável por apoiar o desenvolvimento de políticas de educação e formação profissional nos Estados-Membros, sublinha que o ensino profissional tem estado, historicamente, demasiado centrado no desenvolvimento de competências técnicas específicas, frequentemente orientadas para profissões de carácter mais operacional. Embora estas competências sejam relevantes, o relatório enfatiza que, face à I4.0 e às mudanças constantes do mercado de trabalho, este enfoque já não é suficiente. Torna-se necessário expandir os currículos para incluir competências transversais – como a resolução de problemas, o pensamento crítico, a comunicação eficaz, a criatividade e a colaboração interdisciplinar – que permitem aos diplomados adaptar-se a contextos profissionais complexos, dinâmicos e tecnologicamente avançados. Esta perspetiva é consistente com a reflexão de Perrenoud (1999), que defende que a educação deve ir além da transmissão de conteúdos técnicos, promovendo o desenvolvimento de competências essenciais à vida profissional e social, como a capacidade de trabalhar em equipa, de comunicar em diferentes contextos e de analisar criticamente situações complexas. De igual modo, Alhloul e Kiss (2022) demonstram que, na I4.0, a empregabilidade depende não apenas da literacia tecnológica, mas também da aprendizagem contínua, da adaptação rápida a novas ferramentas e processos digitais, do pensamento crítico, da comunicação eficaz, da criatividade e da capacidade de colaboração.

Em termos internacionais, tanto a *OECD (2023)*, através do relatório *Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition*, como o estudo de Jeon (2025), que analisa o impacto das tecnologias inovadoras na transformação da VET, defendem a modernização dos currículos de VET de forma a incorporar não apenas competências técnicas, mas também competências transversais e

capacidades para o século XXI, consideradas essenciais num mercado global cada vez mais dinâmico e digital.

Do mesmo modo, a UNESCO (2021), no relatório *Reimagining our futures together: A new social contract for education*, sublinha a necessidade de uma educação orientada por princípios de equidade, inclusão e aprendizagem ao longo da vida, destacando o papel da formação profissional na preparação para sociedades mais justas e sustentáveis. Já a sua estratégia *Transforming Technical and Vocational Education and Training 2022–2029* (UNESCO, 2022) reforça essa visão, utilizando o termo *Technical and Vocational Education and Training (TVET)* — equivalente ao conceito de VET adotado na Europa — para salientar a importância da personalização da aprendizagem, da digitalização, da capacitação docente e da adaptação curricular como meios fundamentais para apoiar as transições digitais e ecológicas.

Casos concretos de integração curricular de competências associadas à I4.0 encontram-se já documentados em vários países europeus. Na Alemanha, o sistema dual de formação profissional tem vindo a incluir módulos sobre digitalização, proteção de dados, segurança em tecnologias de informação e programação nos cursos de Educação e Formação Profissional Inicial (IVET) — uma das vertentes da VET, centrada na formação antes da entrada no mercado de trabalho — no âmbito de uma estratégia nacional destinada a adaptar a formação às exigências da transformação digital (Wittig, 2022). Em Portugal, a *Estratégia Nacional para a Indústria 4.0* (COTEC Portugal, 2020) já salientava a necessidade de modernizar os currículos do ensino profissional e reforçar a literacia digital através da criação de cursos técnicos especializados, programas de demonstração tecnológica e iniciativas de capacitação orientadas para a transformação digital das empresas e das qualificações dos trabalhadores. No entanto, estudos como o de Azevedo *et al.* (2021) revelam que persistem desigualdades territoriais que condicionam a implementação destas medidas, influenciando diretamente as práticas pedagógicas dos formadores e limitando a homogeneidade da integração das tecnologias emergentes no ensino. Os autores sublinham que o recurso a plataformas digitais, metodologias híbridas e soluções

pedagógicas inovadoras pode desempenhar um papel decisivo na mitigação destas disparidades, promovendo uma formação profissional mais equitativa, adaptada e alinhada com os princípios da I4.0.

Quadro 2.1 – Tecnologias emergentes da I4.0 e aplicações na formação profissional

<b>Tecnologia Emergente</b>	<b>Descrição sintética</b>	<b>Aplicações na Formação Profissional (VET)</b>	<b>Competências Desenvolvidas</b>
<b>Internet das Coisas (IoT)</b>	Interligação de dispositivos físicos e digitais através de redes inteligentes.	Utilização de sensores e dispositivos conectados em laboratórios e simulações industriais.	Literacia digital, análise de dados, manutenção de sistemas interligados.
<b>Inteligência Artificial (IA)</b>	Sistemas capazes de aprender e tomar decisões com base em dados.	Simulações adaptativas, tutoria inteligente, diagnóstico automatizado de falhas.	Pensamento crítico, resolução de problemas, automação inteligente.
<b>Big Data e Análise de Dados</b>	Processamento de grandes volumes de informação para apoiar decisões.	Monitorização de desempenho de alunos, análise preditiva de falhas em equipamentos.	Análise estatística, interpretação de dados, tomada de decisão baseada em evidências.
<b>Computação em Nuvem (Cloud Computing)</b>	Armazenamento e processamento remoto de dados e aplicações.	Acesso remoto a conteúdos, laboratórios virtuais e plataformas colaborativas.	Colaboração digital, gestão de informação, autonomia no uso de recursos online.
<b>Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV)</b>	Integração de elementos digitais em ambientes reais ou imersivos.	Treino prático em ambientes simulados de manutenção e montagem industrial.	Visualização espacial, segurança operacional, aprendizagem experiencial.
<b>Impressão 3D (Fabrico Aditivo)</b>	Criação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais.	Projetos de prototipagem em oficinas e laboratórios técnicos.	Criatividade, design técnico, compreensão de processos de fabrico.
<b>Sistemas Ciber-Físicos</b>	Integração entre componentes físicos e digitais com controlo automatizado.	Simulações de linhas de produção inteligentes, controlo remoto de equipamentos.	Integração tecnológica, automação, resolução de problemas técnicos complexos.

<b>Robótica Colaborativa</b>	Interação direta entre humanos e robôs em ambientes partilhados.	Oficinas e projetos de programação de robôs colaborativos.	Programação, segurança industrial, trabalho colaborativo homem-máquina
------------------------------	--	--	--

Fonte: Adaptado de Rupp et al. (2021); COTEC Portugal (2020); OECD (2023); Jeon (2025); Delač & Purković (2024).

Assim, a revisão da literatura demonstra que a integração de tecnologias emergentes da I4.0 no ensino profissional é fundamental para aproximar os currículos das necessidades efetivas do mercado de trabalho contemporâneo. Esta modernização não se pode restringir à vertente técnica, exigindo igualmente o reforço de competências transversais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas complexos, a comunicação eficaz e a colaboração interdisciplinar, amplamente reconhecidas pelas principais organizações internacionais.

Paralelamente, o recurso a metodologias pedagógicas inovadoras constitui um elemento-chave na transformação do ensino profissional em direção a modelos mais flexíveis e centrados no aluno. A aprendizagem ativa, sustentada por metodologias como a *aprendizagem baseada em problemas (Problem-Based Learning – PBL)*, a *aprendizagem por projetos (Project-Based Learning)* e o *ensino híbrido (blended learning)*, promove de forma eficaz o desenvolvimento de competências centrais em contextos de formação profissional, tais como pensamento crítico, resolução de problemas complexos, criatividade e colaboração (Delač & Purković, 2024). Estas metodologias colocam o estudante como protagonista do processo formativo, estimulando a autonomia, o pensamento reflexivo e a capacidade de aplicar o conhecimento em contextos reais — aspetos essenciais para a integração bem-sucedida no mercado de trabalho digital e automatizado (OECD, 2023).

Neste contexto, o *e-learning* e as plataformas digitais emergem como ferramentas poderosas para personalizar e diversificar as experiências de aprendizagem. Segundo Moreira, *et al.* (2020b), o ensino digital em rede permite não apenas ultrapassar barreiras espaciais e temporais, mas também criar ambientes colaborativos e interativos que favorecem o envolvimento ativo dos estudantes. A

literatura evidencia que o uso de ambientes virtuais de aprendizagem, laboratórios digitais e simulações industriais pode aumentar significativamente a motivação, o envolvimento e a retenção do conhecimento, tornando o processo educativo mais inclusivo, flexível e ajustado às necessidades diversificadas dos formandos (Alhloul & Kiss, 2022).

No contexto da formação profissional, a educação a distância constitui um veículo estratégico para a democratização do acesso à aprendizagem técnica e para a atualização contínua das competências. Diversos estudos internacionais (OECD, 2023; UNESCO, 2022; Cedefop, 2021c) evidenciam que os modelos híbridos e em *b-learning* permitem articular a flexibilidade do ensino digital com a necessidade de prática laboratorial e de acompanhamento personalizado, características centrais do ensino profissional. Em Portugal, a adoção progressiva de plataformas digitais e ambientes virtuais de simulação tem revelado um elevado potencial para promover aprendizagens mais autónomas, colaborativas e contextualizadas, sobretudo em cursos de natureza tecnológica e industrial. Este modelo combina sessões presenciais orientadas para a experimentação prática com módulos online dedicados à consolidação teórica e à aprendizagem autodirigida, respondendo de forma eficaz aos desafios da formação ao longo da vida e à necessidade de atualização constante das qualificações profissionais. Assim, o *b-learning* emerge não apenas como uma modalidade pedagógica inovadora, mas também como um instrumento estruturante para a modernização do ensino profissional, em linha com os objetivos deste projeto, que pretende desenvolver um referencial de formação flexível e adaptado às exigências da I4.0.

Além disso, a integração de tecnologias emergentes — como a Realidade Aumentada, a IA e o *Big Data* — nas práticas pedagógicas tem vindo a redefinir o papel do formador, que passa de transmissor de conteúdos a facilitador de aprendizagens. De acordo com o relatório *Skills Outlook 2023* da OECD, a digitalização da formação profissional requer não apenas infraestruturas tecnológicas adequadas, mas também a capacitação contínua dos docentes para o uso pedagógico das tecnologias, de modo a criar experiências de aprendizagem relevantes, interativas e significativas (OECD, 2023). O Cedefop (2021c) reforça

esta perspectiva ao afirmar que os sistemas de VET que investem em inovação pedagógica e desenvolvimento profissional docente apresentam maiores níveis de empregabilidade dos diplomados e melhor adaptação às mudanças tecnológicas e setoriais.

Por fim, estas metodologias contribuem também para a inclusão e a equidade educativa, princípios fundamentais destacados pela UNESCO (2022) na sua estratégia global para a VET. O acesso a ambientes digitais de aprendizagem amplia as oportunidades para grupos tradicionalmente sub-representados, como estudantes de regiões periféricas ou com limitações físicas, permitindo-lhes desenvolver competências digitais e profissionais em condições de maior igualdade. Assim, a combinação entre inovação pedagógica, tecnologia e enfoque humanista constitui um vetor essencial para assegurar uma formação profissional mais resiliente, equitativa e alinhada com as exigências da I4.0.

Em síntese, preparar os alunos para os desafios e oportunidades da I4.0 implica articular a literacia tecnológica com competências humanas e sociais, criando percursos formativos que não apenas respondam às transições digitais e ecológicas em curso, mas também potenciem a empregabilidade e a competitividade futura dos diplomados.

Em linha com esta revisão, importa compreender de que forma o contexto nacional e as políticas públicas têm enquadrado a transformação digital e o desenvolvimento das competências profissionais associadas à I4.0.

## **2.2. Relação da Problemática com o Estado da Arte**

A problemática da integração das tecnologias emergentes da I4.0 no ensino profissional de nível secundário reflete uma exigência global de modernização curricular e de adaptação das metodologias de ensino às necessidades da era digital. Organizações internacionais como a *OECD* e a *UNESCO* têm reiterado a urgência desta transformação, sublinhando que as competências atualmente exigidas pelo mercado de trabalho não se encontram ainda suficientemente

contempladas nos currículos tradicionais (OECD, 2023; UNESCO, 2021; UNESCO, 2022).

Este cenário coloca o ensino profissional português perante desafios estruturais significativos, já que a falta de alinhamento com as exigências da I4.0 pode traduzir-se numa força de trabalho menos competitiva quando comparada com outros países industrializados. De acordo com o relatório *OECD Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition*, da OECD, as profissões técnicas do futuro exigirão não apenas competências em inteligência artificial, automação e *IoT*, mas também habilidades transversais, como resolução de problemas, adaptabilidade e trabalho colaborativo (OECD, 2023). A UNESCO (2021) complementa esta perspetiva ao recomendar uma *Educação 4.0*, que privilegie metodologias ativas, digitais e interdisciplinares como ferramentas de preparação dos alunos para uma realidade automatizada e interconectada.

Na União Europeia, documentos estratégicos como o *Relatório do Parlamento Europeu (2023)* sobre a adaptação da formação profissional à I4.0 reforçam de forma consistente a necessidade de alinhar a formação profissional com as competências emergentes da I4.0. Este alinhamento passa pela integração transversal da literacia digital, essencial para a compreensão e utilização crítica das novas tecnologias, pela cibersegurança, cada vez mais determinante num mercado global altamente digitalizado, e pelo fortalecimento das competências *STEM* (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), consideradas pilares para a inovação e competitividade europeia. O relatório sublinha, ainda, que a modernização do VET deve contemplar não apenas a atualização curricular, mas também a capacitação contínua dos docentes e a criação de ecossistemas educativos que favoreçam a ligação entre escolas, empresas e centros de investigação.

Exemplos de boas práticas podem ser observados em países da União Europeia, como a Alemanha, a Itália e a Finlândia, que têm concretizado reformas significativas no ensino profissional. Na Alemanha, a revisão curricular de 2018 incluiu módulos específicos sobre digitalização, programação, redes e segurança de dados (Wittig, 2022). Em Itália, os Institutos Técnicos Superiores foram

reformulados no âmbito da estratégia nacional *Indústria 4.0*, oferecendo cursos especializados em áreas como automação, IoT e inteligência artificial (Vergani, 2022). Já a Finlândia destaca-se pelo modelo de ensino técnico-profissional centrado na personalização da aprendizagem, integrando desde cedo tecnologias como a robótica e a realidade aumentada. O sistema de VET finlandês permite ainda a introdução de até 8% de unidades locais nos diplomas, facilitando a adaptação curricular a necessidades emergentes, como as competências digitais e verdes. Mais de 69% dos docentes participam em formação contínua especializada são utilizadas tecnologias como IA e *Big Data* para a atualização dos conteúdos, demonstrando a capacidade de resposta às exigências da I4.0 (OECD, 2025).

Singapura, embora fora do contexto europeu, constitui outro exemplo relevante pela sua abordagem prática e inovadora à educação técnica. O país aposta em tecnologias digitais e metodologias de *Problem Based Learning (PBL)* para desenvolver competências técnicas e adaptativas. Os estudantes têm acesso a ambientes de simulação digital que reproduzem contextos industriais reais, utilizando softwares de automação e plataformas de IoT. Destaca-se ainda o programa nacional *SkillsFuture*, que promove uma cultura de aprendizagem ao longo da vida, com forte envolvimento da indústria no desenvolvimento curricular. Esta colaboração materializa-se através da criação de laboratórios corporativos e programas de formação prática em áreas estratégicas como cibersegurança, IA e automação (Digital Asia Hub, 2021; ASEAN Briefing, 2021).

Neste contexto, a necessidade de transformação digital em Portugal assume uma dimensão estratégica central, tal como é reiterado pela *Estratégia Nacional para a Indústria 4.0* (COTEC Portugal, 2020). Este documento baliza o avanço das tecnologias emergentes e a digitalização industrial como pilares da modernização produtiva; contudo, para o presente estudo, destaca-se sobretudo a sua ênfase na valorização do capital humano como condição indispensável para a competitividade, reforçando a urgência de modelos pedagógicos que acompanhem esta evolução.

Neste cenário, a *Iniciativa Nacional Competências Digitais e.2030 (INCoDe.2030)* surge como o principal instrumento de política pública orientado para a capacitação digital da sociedade portuguesa. Lançada em 2017 e reforçada pelo Plano de Ação para a Transição Digital (Portugal, 2021a), esta iniciativa visa 'posicionar Portugal no grupo de países europeus mais avançados em matéria de competências digitais' até 2030 (INCoDe.2030, 2022). Estruturada em cinco eixos — *Educação e Formação Profissional, Qualificação e Requalificação, Inclusão Digital, Formação Avançada e Investigação e Inovação* —, a INCoDe.2030 estabelece metas mensuráveis que se articulam diretamente com a modernização do ensino profissional. No âmbito do Eixo 1, orientado para a educação e formação, destaca-se a meta de atingir 1 aluno por computador com ligação à Internet nas escolas até 2025, reduzindo a média de 4,9 alunos por computador em 2019 para 1,1 em 2022/23, segundo dados da DGEEC (INCoDe.2030, 2022; DGEEC, 2024). No mesmo eixo, pretende-se que 90 % dos jovens entre os 16 e 19 anos apresentem competências digitais acima do nível básico até 2030, face aos 67 % registados em 2019 (INCoDe.2030, 2022).

Estas metas refletem o esforço em dotar o sistema educativo de condições tecnológicas e pedagógicas que sustentem a integração das tecnologias da I4.0 — como a automação, a robótica, a IoT, a IA e os sistemas ciber-físicos — nos currículos e práticas de ensino profissional. Complementarmente, programas como o *Escola Digital* e os *Laboratórios de Educação Digital (LED)*, financiados pelo *Plano de Recuperação e Resiliência (PRR)*, visam a criação de ecossistemas de aprendizagem inovadores através da introdução de kits de robótica, impressoras 3D e equipamentos de fabrico digital em escolas e centros de formação técnica (Portugal, 2021b).

Contudo, apesar deste quadro político e programático robusto, persistem barreiras estruturais que comprometem a equidade e a eficácia da transformação digital no ensino profissional. Azevedo *et al.* (2021) identificam desigualdades territoriais significativas no acesso a infraestruturas digitais, à conectividade e à formação docente, afetando particularmente as regiões periféricas. Estas assimetrias reforçam a necessidade de uma articulação sistémica entre políticas

públicas, investimento tecnológico e capacitação pedagógica. Assim, a transição para um ensino profissional verdadeiramente alinhado com a I4.0 exige uma abordagem integrada que combine modernização tecnológica, inovação pedagógica e desenvolvimento contínuo de competências, garantindo oportunidades equitativas de aprendizagem e empregabilidade num mercado de trabalho crescentemente digitalizado.

A modernização do ensino técnico-profissional em Portugal afirma-se como uma prioridade estratégica, face à crescente digitalização dos processos industriais e à necessidade de qualificação da força de trabalho. Nesse contexto, CPTMIvE — regulado pela Portaria n.º 1312/2006, de 23 de novembro — configura-se como uma habilitação de nível 4 do *Quadro Nacional de Qualificações (QNQ)*, com equivalência ao 12.º ano de escolaridade, e habilita os formandos a planear, preparar e intervir no funcionamento de sistemas eletromecânicos, bem como a executar operações de instalação, manutenção preventiva e corretiva em ambientes industriais (Portugal, 2006).

No contexto português atual, o CPTMIvE assume um papel estratégico no reforço do ensino profissional e na modernização do sistema de qualificações, respondendo às novas exigências de reconfiguração das profissões técnicas decorrentes da transição digital e tecnológica. De acordo com a metodologia de atualização e desenho das qualificações promovida pela ANQEP (2025a), esta formação integra-se num processo dinâmico de revisão dos referenciais do *Catálogo Nacional de Qualificações (CNQ)*, visando alinhar os perfis profissionais com as necessidades reais do setor industrial. A estrutura curricular contempla áreas técnicas de automação, robótica, eletrotecnia, instrumentação e manutenção industrial, formando profissionais capazes de operar, supervisionar e otimizar sistemas produtivos integrados e tecnologicamente avançados. Estas competências inserem-se no domínio das denominadas “competências 4.0”, que abrangem a utilização de tecnologias digitais, a análise de dados, a manutenção preditiva e a integração de sistemas inteligentes — elementos essenciais para assegurar a competitividade e sustentabilidade das indústrias portuguesas no contexto da I4.0 (ANQEP, 2025b).

De acordo com os dados mais recentes sobre o ensino profissional e a inserção no mercado de trabalho em Portugal, verifica-se que cerca de 83 % dos diplomados em cursos de educação e formação profissional obtêm emprego no período de um a três anos após a conclusão da sua formação, segundo o Monitor de Educação e Formação 2023 (2024) — relatório anual da Comissão Europeia que avalia o desempenho dos Estados-Membros nos domínios da educação, qualificação e empregabilidade. Este relatório destaca Portugal como um dos países da União Europeia com maiores progressos na integração profissional de jovens diplomados do ensino técnico-profissional, evidenciando o impacto positivo destas vias na transição para o mercado de trabalho. Complementarmente, um estudo da Fundação Francisco Manuel dos Santos (FFMS, 2025) sobre o impacto dos cursos profissionais revela que 72 % dos diplomados em vias profissionalizantes encontraram emprego no prazo de um a dois anos após a conclusão do curso, valor significativamente superior ao registado entre os diplomados do ensino secundário científico-humanístico (56 %). Estes indicadores reforçam o contributo da via profissional para a empregabilidade juvenil e a coesão social, enquanto sublinham a necessidade de um contínuo alinhamento curricular, tecnológico e pedagógico que assegure a relevância da oferta formativa face às exigências da I4.0 e às novas dinâmicas do mercado de trabalho.

No seguimento deste enquadramento conceptual, torna-se evidente que a integração das tecnologias emergentes associadas à I4.0 no ensino profissional exige uma abordagem articulada entre política educativa, atualização curricular e inovação pedagógica. A revisão teórica realizada permitiu consolidar as bases científicas e contextuais que sustentam a pertinência deste projeto, bem como identificar as lacunas e oportunidades existentes no panorama nacional da formação técnica em Eletromecânica.

## **3. Metodologia**

### **3.1. Fundamentos Metodológicos do Estudo**

O presente estudo adota uma metodologia estruturada e fundamentada, adequada ao objetivo de investigar a integração das tecnologias da I4.0 no ensino profissional. Pretende-se desenvolver uma abordagem prática e adaptável, que responda eficazmente às exigências formativas do CPTMIvE, promovendo uma modernização curricular alinhada com as necessidades da indústria contemporânea.

A escolha da metodologia é crucial para o sucesso do projeto, pois assegura a recolha de dados fiáveis, a análise rigorosa da informação e a produção de resultados relevantes que possam sustentar a melhoria do ensino profissional e o reforço da sua pertinência face às transformações tecnológicas e produtivas em curso.

#### **3.1.1. Paradigma e Abordagem de Investigação**

O *Design-Based Research* (DBR) constitui a abordagem metodológica central deste estudo, caracterizando-se por dois ciclos iterativos principais de análise, conceção e validação, realizados entre maio de 2025 e janeiro de 2026. Esta abordagem permite desenvolver intervenções ajustadas às necessidades do ensino profissional, promovendo uma articulação efetiva entre teoria e prática e originando soluções fundamentadas e aplicáveis (The Design-Based Research Collective, 2003; Wang & Hannafin, 2005; Anderson & Shattuck, 2012). No âmbito deste projeto, a natureza iterativa da *DBR* possibilitou que o diagnóstico inicial das necessidades industriais informasse diretamente a conceção do protótipo pedagógico, permitindo refinamentos contínuos com base no feedback de especialistas e nas reflexões académicas.

Este estudo insere-se no paradigma pragmático (Creswell & Plano Clark, 2017), orientado para a resolução de problemas reais e para a relevância prática dos resultados. O pragmatismo enfatiza a utilidade e a aplicabilidade do conhecimento

produzido, valorizando a flexibilidade metodológica e a seleção de estratégias de investigação adequadas às características e exigências do contexto educativo. Neste enquadramento, a natureza do estudo — centrado na conceção e implementação de um protótipo formativo em *b-learning*, articulado com os desafios da I4.0 no ensino profissional — torna o paradigma pragmático especialmente adequado. Sustenta-se, assim, a articulação entre teoria, prática e melhoria contínua em consonância com as premissas da *DBR*, caracterizada como uma metodologia pragmática, iterativa e contextualizada (Amiel & Reeves, 2008; Barab & Squire, 2004).

A investigação adota uma abordagem mista, combinando métodos quantitativos e qualitativos, que permite uma análise mais abrangente e profunda do fenómeno em estudo. Os métodos quantitativos possibilitam medir tendências, frequências e perceções através de questionários, enquanto os métodos qualitativos permitem compreender de forma aprofundada as experiências e significados atribuídos pelos participantes através de respostas abertas e análise documental (Creswell & Plano Clark, 2017).

A triangulação destes métodos — quantitativos (dados dos inquiridos) e qualitativos (análise documental e feedback de *stakeholders*) — reforça a validade dos resultados e a robustez das conclusões. Esta integração metodológica revela-se especialmente pertinente no contexto do ensino profissional, permitindo estruturar, testar e refinar as intervenções de forma situada e colaborativa, assegurando a sua adequação às exigências formativas da I4.0 e às especificidades do CPTMIvE.

### **3.1.2. Estrutura e Fases do *DBR***

O modelo *DBR* operacionaliza a investigação deste estudo através de um processo iterativo que permite o ajuste contínuo das soluções pedagógicas. A investigação foi estruturada em dois ciclos iterativos principais, que englobam as quatro fases propostas por Wang e Hannafin (2005):

O percurso metodológico seguiu um faseamento focado no diagnóstico e na posterior fundamentação da proposta:

- Ciclo I – Diagnóstico e Análise (maio a julho de 2025):
  - Objetivo: Diagnosticar necessidades formativas e identificar lacunas curriculares face à I4.0 no contexto do CPTMIvE.
  - Procedimentos: Realização de inquéritos por questionário a ex-alunos e profissionais da indústria e análise documental dos programas curriculares.
- Ciclo II – Conceção e Validação Conceptual (julho de 2025 a janeiro de 2026):
  - Objetivo: Desenvolver a solução pedagógica e verificar a sua coerência interna e exequibilidade teórica.
  - Procedimentos: Definição do quadro de competências e validação conceptual interna, sustentada pela reflexão crítica em reuniões de orientação e no alinhamento com os referenciais da I4.0.

A natureza iterativa do *DBR* manifestou-se na participação sistemática no Seminário de Orientação para a Pedagogia do E-learning (SOPeL). As sessões de "Ronda do Ponto de Situação" foram fundamentais para a análise reflexiva e para o refinamento do design pedagógico, permitindo assegurar a exequibilidade e a sustentabilidade instrucional do projeto no tempo disponível.

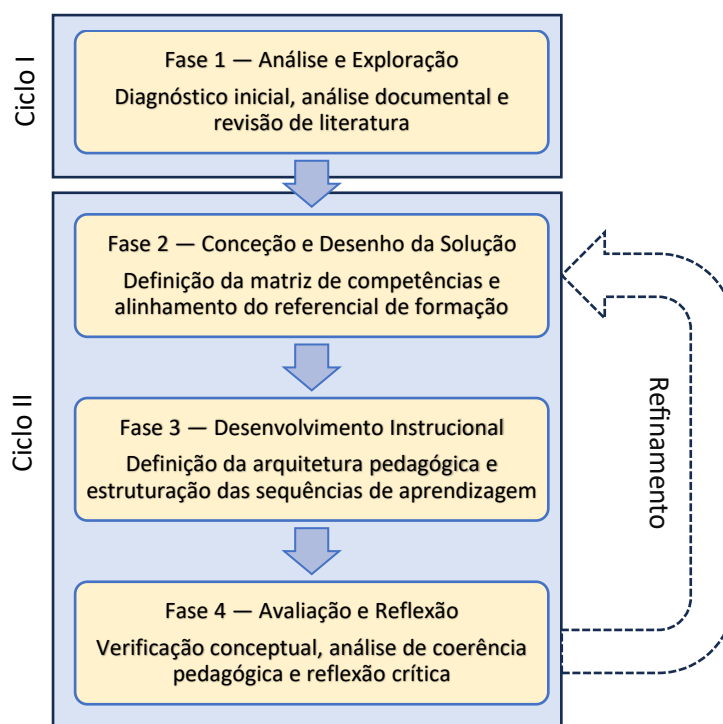


Figura 3.1 – Fluxograma do Ciclo Iterativo do *Design-Based Research* (DBR)

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Wang e Hannafin (2005).

A estrutura sequencial e a operacionalização destas fases, integrando os objetivos de investigação com os procedimentos de design instrucional, encontram-se sintetizadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Estrutura e Fases do Modelo *DBR*

Fase do <i>DBR</i>	Objetivo Principal	Procedimentos e Instrumentos	Resultados Esperados
<b>1. Análise e Exploração</b>	Diagnosticar necessidades formativas e lacunas curriculares.	Análise documental; Inquéritos por questionário.	Identificação de necessidades de atualização e competências prioritárias.
<b>2. Conceção e Desenho</b>	Estruturar a base conceptual da intervenção pedagógica.	Definição da matriz de competências I4.0; Princípios de Design Instrucional.	Modelo conceptual da proposta e alinhamento curricular.
<b>3. Desenvolvimento</b>	Definir a arquitetura da solução pedagógica e recursos digitais.	Desenho das atividades; Elaboração e seleção de conteúdos.	Design instrucional do roteiro (regime <i>b-learning</i> ).

<b>4. Avaliação e Reflexão</b>	Verificar a coerência interna e exequibilidade da proposta.	Validação conceptual interna; Reflexão crítica	Orientações para a proposta final e futuras iterações
--------------------------------	---	--	---

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Wang & Hannafin (2005); The Design-Based Research Collective (2003)

A adoção do modelo *DBR* e da abordagem mista possibilita que as soluções propostas sejam fundamentadas num processo iterativo de análise e refinamento. Esta articulação assegura que as decisões metodológicas respondem diretamente aos desafios identificados no enquadramento teórico, nomeadamente as recomendações da UNESCO (2022) e da OECD (2023). O Quadro 3.2 sintetiza a operacionalização dos métodos e os resultados expectáveis de cada etapa da investigação.

Quadro 3.2 – Síntese da metodologia do estudo segundo o *DBR*

<b>Fase do estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Métodos</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Resultados esperados</b>
<b>Fase 1</b>	Diagnosticar necessidades e lacunas	Abordagem mista; análise documental	Inquéritos por questionário e programas curriculares	Identificação de competências prioritárias (Técnicas, Digitais e Transversais)
<b>Fase 2</b>	Definir referencial e estruturar módulo	Planeamento pedagógico (Articulação <i>DBR-ADDIE</i> )	Matriz de competências e Estruturação das sequências de aprendizagem	Estrutura conceptual e desenho do percurso de aprendizagem ( <i>Roteiro</i> )
<b>Fase 3</b>	Desenvolver a arquitetura do protótipo	Criação e seleção de materiais digitais	Mapeamento de atividades; Guias de atividades e recursos multimédia	Modelo instrucional estruturado e coerente com a I4.0
<b>Fase 4</b>	Verificar coerência e exequibilidade	Análise reflexiva; validação conceptual interna	Registos das sessões SOPeL e reflexão crítica;	Aperfeiçoamento do referencial e orientações para futuras iterações e implementação

Fonte: Elaboração própria, com base em Wang & Hannafin (2005), Branch (2009) e Creswell & Plano Clark (2017).

Com base nesta estrutura metodológica, a Secção 3.2 apresenta a operacionalização do estudo, descrevendo a estratégia de design pedagógico e a integração das metodologias ativas que sustentam a proposta de intervenção.

### **3.2. Design Metodológico**

A articulação entre o *DBR* e o modelo ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) permite estruturar o processo investigativo de forma coerente: o *DBR* enquadra o ciclo global de análise, conceção e avaliação da intervenção, enquanto o modelo ADDIE operacionaliza o design pedagógico do protótipo em regime *b-learning*. Esta integração assegura que as fases de investigação se traduzam em decisões instrucionais fundamentadas (Branch, 2009; Gagné *et al.*, 2005).

O design metodológico operacionaliza as fases do *DBR* no contexto do ensino profissional, centrando-se no CPTMIvE da Escola Secundária de Ponte de Lima. O objetivo é articular o diagnóstico de necessidades com a fundamentação de soluções formativas orientadas para a I4.0. Conforme descrito na Secção 3.1, a abordagem *DBR* permite desenvolver e ajustar intervenções educativas de forma iterativa, garantindo simultaneamente relevância prática e validade científica.

A estrutura metodológica organiza-se em quatro fases principais:

#### **Fase 1 – Análise e Exploração**

A fase inicial centra-se na criação de uma base informada para a intervenção, visando diagnosticar lacunas curriculares face às tendências tecnológicas emergentes. No contexto da VET, esta fase assume particular relevância, integrando:

- Revisão da literatura sobre a integração das tecnologias da I4.0 no ensino técnico;
- Análise documental do currículo em vigor (disciplinas e recursos);
- Identificação de oportunidades de modernização curricular.

## **Fase 2 – Recolha de Dados e Feedback**

Nesta fase procede-se à recolha e triangulação de dados empíricos junto de *stakeholders* estratégicos. Através de questionários de natureza mista aplicados a ex-alunos e profissionais da indústria, pretende-se validar as competências técnicas, digitais e transversais efetivamente requeridas pelo mercado de trabalho contemporâneo (Creswell & Plano Clark, 2017).

## **Fase 3 – Desenvolvimento Conceptual**

Com base no diagnóstico e no *feedback* recolhido, esta fase metodológica prevê a estruturação do referencial de formação e o planeamento instrucional. A estratégia de desenvolvimento assenta no modelo ADDIE para garantir a coerência do percurso de aprendizagem digital. Embora a construção detalhada do protótipo constitua o produto final do projeto (apresentado no Capítulo 6), a metodologia assegura que a definição das áreas de competência e a seleção de recursos multimédia resultem diretamente dos dados da investigação (The Design-Based Research Collective, 2003).

## **Fase 4 – Avaliação e Reflexão**

A fase final do desenho metodológico foca-se na avaliação reflexiva. Através de mecanismos de validação conceptual interna e reflexão crítica, pretende-se verificar a pertinência e a exequibilidade da proposta formativa face às exigências da I4.0. Este processo permite sustentar futuras iterações e fases de expansão da intervenção (Sandoval & Bell, 2004).

### **3.2.1. Integração da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**

Para promover a resolução de problemas reais e a aplicação prática dos conhecimentos, a estratégia metodológica prevê a integração da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no desenho das atividades formativas.

A ABP assenta em princípios pedagógicos que valorizam a participação ativa, a investigação autónoma e a aprendizagem experiencial, promovendo competências cognitivas, sócio emocionais e colaborativas (Jonassen *et al.*, 2003). De acordo com Savery (2006), esta abordagem coloca o estudante no

centro do processo de aprendizagem, desafiando-o a analisar, investigar e propor soluções para problemas complexos e autênticos.

A integração entre o *DBR* e a *ABP* visa criar um ambiente de aprendizagem dinâmico, centrado no aluno e orientado para o desenvolvimento de pensamento crítico, criatividade, capacidade de colaboração e resolução de problemas — competências essenciais para a I4.0 e para uma empregabilidade sustentável.

### **3.3. Participantes do Estudo**

Os participantes deste estudo foram organizados em dois grupos distintos: ex-alunos do CPTMIvE e profissionais da indústria automóvel e metalomecânica. A participação foi voluntária e todos os inquiridos foram previamente informados sobre os objetivos da investigação, bem como sobre o carácter confidencial e anónimo das respostas, em conformidade com as normas éticas de investigação educacional.

#### **3.3.1. Ex-Alunos**

Este grupo é constituído por diplomados de diferentes edições do CPTMIvE, inseridos em diversos contextos profissionais, predominantemente nas áreas da manutenção industrial, automação e metalomecânica. Este grupo constitui uma fonte essencial de informação para avaliar a relevância e aplicabilidade do currículo face às exigências reais do mercado de trabalho. O questionário aplicado a este grupo procurou recolher informação sobre:

- A transição para o mercado de trabalho e a situação profissional atual;
- A utilização de tecnologias emergentes no exercício profissional;
- A perceção da relevância e aplicabilidade dos conteúdos aprendidos durante o curso;
- A identificação de lacunas formativas e prioridades de atualização curricular.

### **3.3.2. Profissionais da Indústria Automóvel e Metalomecânica**

O segundo grupo é constituído por profissionais da indústria (gestores, responsáveis de manutenção e técnicos especializados), ligados a empresas com protocolos de colaboração com a escola no âmbito da Formação em Contexto de Trabalho (FCT). Este grupo é fundamental para alinhar a formação profissional com as exigências tecnológicas e digitais da I4.0. O questionário aplicado teve como objetivos identificar:

- As competências técnicas mais valorizadas (manutenção, automação, programação, robótica, etc.);
- As competências digitais emergentes (IoT, IA, análise de dados, fabrico aditivo, etc.);
- As competências transversais consideradas essenciais (comunicação, trabalho em equipa, resolução de problemas, adaptabilidade).

### **3.3.3. Tamanho da Amostra e Seleção dos Participantes**

A amostra foi selecionada por conveniência, considerando a acessibilidade aos ex-alunos e às empresas parceiras do curso.

- Ex-Alunos: O recrutamento foi realizado através de contacto direto via redes sociais (*WhatsApp* e *Messenger*).
- Profissionais da Indústria: O contacto foi mediado pelo Diretor do Curso, recorrendo à rede de parceiros institucionais da escola.

Embora a amostra não pretenda ser estatisticamente representativa do universo total, a diversificação dos participantes garante uma visão abrangente e fiável das necessidades dos dois grupos, conferindo validade contextual para a construção do referencial de formação.

## **3.4. Etapas e Procedimentos do Trabalho de Campo**

O trabalho de campo foi desenvolvido de forma faseada, com o objetivo de assegurar uma recolha sistemática, ética e fiável dos dados necessários ao diagnóstico curricular e ao desenvolvimento da proposta formativa.

As estratégias de contacto e seleção dos participantes foram já enquadradas na secção 3.3.3. A presente secção operacionaliza essas estratégias no plano do trabalho de campo, descrevendo a sua concretização prática.

### **Etapa 1 — Convite e aplicação dos questionários**

A recolha de dados foi realizada junto de dois grupos de participantes distintos, utilizando estratégias de contacto adequadas a cada contexto:

- Ex-alunos do CPTMIVÉ: foram contactados individualmente através de mensagens personalizadas enviadas por *WhatsApp* e *Messenger*, o que permitiu uma comunicação direta, rápida e eficaz, favorecendo a taxa de resposta.
- Profissionais da indústria automóvel e metalomecânica: foram convidados a participar através de contactos diretos estabelecidos pelo Diretor do Curso CPTMIVÉ, junto das empresas parceiras no âmbito da FCT. Esta mediação institucional facilitou o acesso a profissionais com experiência relevante e assegurou a pertinência das respostas recolhidas.

### **Etapa 2 — Recolha, organização e preparação dos dados**

As respostas aos questionários foram recolhidas por via digital, garantindo o anonimato e a confidencialidade. Após a recolha, os dados foram organizados e preparados para análise através de procedimentos de codificação e sistematização em tabelas. Este processo permitiu estruturar os dados para as análises comparativas apresentadas no Capítulo 5, sustentando a construção do referencial de formação.

## **3.5. Tratamento e análise de dados**

O tratamento dos dados foi realizado através de uma abordagem mista, em coerência com o *DBR*.

Os dados de natureza quantitativa foram sujeitos a análise estatística descritiva, recorrendo ao software *Microsoft Excel*. Foram calculadas frequências e percentagens, permitindo identificar tendências gerais e padrões de resposta.

Os dados qualitativos, resultantes das questões abertas, foram analisados através da técnica de análise de conteúdo, seguindo os procedimentos de categorização temática propostos por Bardin (2011). Este processo permitiu identificar percepções e necessidades formativas específicas que complementam os dados quantitativos.

A triangulação destes dados reforçou a validade e a consistência interpretativa do estudo (Creswell & Plano Clark, 2017). Os resultados detalhados destas análises são expostos no Capítulo 5, assegurando a necessária separação entre os procedimentos metodológicos e a apresentação dos dados empíricos.

### **3.6. Questões Éticas da Investigação**

A presente investigação cumpre integralmente os princípios éticos definidos pela Declaração de Helsínquia, pela Convenção de Oviedo, pelo Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD – UE 2016/679) e pelas orientações éticas da Universidade Aberta aplicáveis à investigação científica no domínio das ciências sociais e humanas.

Todos os participantes foram informados dos objetivos, procedimentos e natureza académica do estudo, sendo garantida a sua participação de forma totalmente voluntária. Antes de responderem aos questionários, foi apresentado e solicitado o Consentimento Informado, Livre e Esclarecido, documento no qual se explicitam os direitos dos participantes, a ausência de riscos, o tratamento ético dos dados recolhidos e as garantias de anonimato e confidencialidade.

Não foram recolhidos dados de identificação pessoal, assegurando-se a anonimização completa das respostas. Os dados são utilizados exclusivamente para fins académicos, nomeadamente para o diagnóstico de necessidades formativas e para a construção de um plano de formação alinhado com as exigências da I4.0 no CPTMIvE. A qualquer momento, e sem qualquer prejuízo académico, profissional ou institucional, os participantes podem retirar o seu consentimento e desistir da participação no estudo.

A recolha de dados obteve anuência formal da Direção da Escola Secundária de Ponte de Lima, assegurando a conformidade institucional e administrativa. Toda a informação relativa à finalidade do estudo, procedimentos, anonimato, utilização e posterior eliminação dos dados foi comunicada de forma clara e transparente, respeitando os princípios de autonomia, beneficência, não maleficência e justiça.

O Consentimento Informado, Livre e Esclarecido disponibilizado aos participantes encontra-se incluído no Anexo I. A documentação submetida à Comissão de Ética da Universidade Aberta, bem como o respetivo parecer favorável, encontra-se reunida no Anexo II. Os instrumentos de recolha de dados utilizados — questionário dirigido a ex-alunos e questionário dirigido a profissionais da indústria — encontram-se apresentados nos Anexos III e IV, respetivamente.

### **3.7. Limites e Alcance da Investigação**

A investigação realizada procurou contribuir para a atualização curricular do curso CPTMIvE, todavia, os resultados devem ser interpretados considerando os limites metodológicos e contextuais inerentes a um projeto desta natureza.

#### **3.7.1. Limites Metodológicos e de Amostragem**

Em primeiro lugar, a investigação decorreu num período temporal limitado (ano letivo 2024/2025), o que impossibilitou a implementação plena, iterativa e longitudinal das soluções propostas. Assim, o protótipo desenvolvido no *Learning Designer* foi analisado sobretudo de forma conceptual, tal como é comum em estudos *DBR* conduzidos em projetos de mestrado.

Em segundo lugar, o estudo ocorreu num único contexto institucional — a Escola Secundária de Ponte de Lima — o que restringe a transferibilidade dos resultados para outros cursos ou instituições de ensino profissional. As especificidades locais, os recursos disponíveis e a dinâmica de colaboração com empresas parceiras influenciaram diretamente o diagnóstico e a construção do referencial formativo.

Em terceiro lugar, a recolha de dados dependeu da participação voluntária de ex-alunos e profissionais da indústria, originando amostras numericamente reduzidas. Embora adequadas ao carácter exploratório do *DBR*, estas amostras não permitem generalizações estatísticas amplas, contribuindo sobretudo para orientar decisões de design e fundamentar o desenvolvimento do referencial.

### **3.7.2. Limites da Validação Conceptual do Protótipo**

A opção metodológica pela conceção de um protótipo instrucional, recorrendo à plataforma *Learning Designer*, assume um carácter conceptual e exploratório, não tendo sido implementado em contexto real. Esta opção, justificada pelo âmbito e pelos prazos de um projeto de mestrado, implica um conjunto de limitações que importa reconhecer.

Em primeiro lugar, a ausência de testagem com alunos impede avaliar dimensões essenciais de um módulo em *b-learning*, como o envolvimento dos participantes, o grau de adequação das atividades práticas, a duração estimada ou a usabilidade dos recursos digitais. Assim, as conclusões relativas ao potencial do protótipo baseiam-se exclusivamente na sua análise conceptual e na coerência com o referencial de formação.

Em segundo lugar, o desenvolvimento do protótipo foi condicionado pelos recursos técnicos disponíveis na escola. A inexistência de alguns equipamentos associados à I4.0 — como soluções avançadas de robótica colaborativa, sensores industriais integrados ou plataformas de simulação — obrigou a simplificar determinadas atividades ou a descrevê-las em termos conceptuais, sem possibilidade de modelação completa.

Em terceiro lugar, a própria plataforma *Learning Designer*, embora adequada à estruturação pedagógica de módulos híbridos, apresenta limitações ao nível da modelação de cenários industriais complexos, da integração multimédia e da representação de processos avançados de automação, o que restringe a fidelidade prática do protótipo.

Por fim, o carácter conceptual do protótipo significa que este representa apenas uma primeira iteração possível dentro do ciclo *DBR*. A sua utilidade prática e o seu impacto no desenvolvimento de competências só poderão ser plenamente avaliados em futuras implementações e revisões, tal como recomendado pela literatura da área (Wang & Hannafin, 2005; McKenney & Reeves, 2012).

Concluída a fundamentação e a descrição do desenho metodológico, bem como a salvaguarda dos princípios éticos e o reconhecimento dos limites do estudo, estão reunidas as condições para a apresentação dos dados empíricos. A estrutura rigorosa do *DBR* aqui delineada permitiu converter as necessidades sentidas pelos *stakeholders* em dados passíveis de análise. No capítulo seguinte, procede-se à exposição e interpretação dos resultados obtidos através dos inquéritos e da análise documental, os quais constituirão a base para a proposta de modernização curricular do CPTMIvE.

## 4. Resultados

### 4.1. Caracterização da Amostra e do Estudo Empírico

A fase de diagnóstico deste estudo sustentou-se na recolha de dados junto de dois grupos estratégicos de participantes, permitindo confrontar a formação ministrada no CPTMIvE com as exigências reais do paradigma da I4.0.

A amostra final do estudo é constituída por:

- Ex-alunos (n=34): Foram obtidas 39 respostas, das quais se validaram 34 questionários de diplomados atualmente inseridos no mercado de trabalho, garantindo que as perceções recolhidas advêm de uma aplicação prática dos conhecimentos em contexto industrial.
- Profissionais da Indústria (n=5): Foram validadas 5 respostas de profissionais com cargos de responsabilidade (Direção de Produção, Supervisão Técnica e Gerência) em empresas dos setores automóvel e metalomecânica, parceiras da instituição de ensino.

Os dados apresentados nas seções seguintes oferecem uma leitura integrada sobre quatro eixos fundamentais:

1. O perfil profissional dos diplomados e a sua efetiva inserção no mercado;
2. A relevância e utilidade atribuída às competências adquiridas durante o curso;
3. As expectativas e exigências da indústria face às competências técnicas, digitais e transversais emergentes;
4. As prioridades de atualização curricular identificadas pelos *stakeholders*.

### 4.2. Diagnóstico curricular

A primeira etapa do diagnóstico centrou-se na análise documental dos programas e referenciais em vigor para o curso CPTMIvE (referencial de 2006/2007). O objetivo desta análise foi confrontar a estrutura curricular estabelecida com as exigências e competências emergentes do paradigma da I4.0.

Os resultados revelaram que o currículo mantém uma orientação predominantemente técnico-operacional, consolidada em conteúdos tradicionais como a mecânica, a eletrotécnica, o desenho técnico e as práticas oficinais. Embora o referencial apresente uma base técnica sólida, esta foca-se em processos convencionais, evidenciando as seguintes lacunas:

- Défice de Integração Digital: Observa-se uma presença limitada de tecnologias avançadas, nomeadamente automação inteligente, IoT, robótica colaborativa e análise de dados (*Big Data*).
- Desfasamento na Manutenção: Os conteúdos programáticos não contemplam, de forma explícita, a manutenção preditiva baseada em sensores, sistemas ciber-físicos ou IA, pilares fundamentais da I4.0.

Este diagnóstico documental serviu de fundamento para a construção dos instrumentos de recolha de dados (inquéritos por questionário). O objetivo subsequente, cujos resultados se apresentam nas secções seguintes, foi aferir se este desfasamento identificado nos documentos oficiais é corroborado pela prática profissional dos ex-alunos e pelas necessidades estratégicas das empresas do setor.

Para melhor contextualizar o diagnóstico curricular, importa caracterizar sumariamente o CPTMIvE. Trata-se de um curso de nível 4 do Quadro Nacional de Qualificações (QNQ), regulado pela Portaria n.º 1312/2006, de 23 de novembro, e que confere equivalência ao 12.º ano de escolaridade. A sua estrutura curricular organiza-se em três componentes: sociocultural, científica e técnica. A componente técnica — que constitui o núcleo central da formação — inclui disciplinas como Tecnologia e Processos, Práticas Oficinais, Desenho Técnico e Organização Industrial, perfazendo cerca de 1900 horas de formação técnica, acrescidas de 420 horas de Formação em Contexto de Trabalho (FCT). O perfil profissional visa habilitar o diplomado a planear, preparar e executar operações de instalação, manutenção preventiva e corretiva em sistemas eletromecânicos e equipamentos industriais. Como referido, o referencial foi concebido num contexto cronologicamente anterior ao estabelecimento formal do

paradigma da I4.0 (circa 2011), pelo que a integração de tecnologias emergentes — como a automação inteligente, os sistemas ciber-físicos, a IoT ou a IA — está praticamente ausente dos objetivos de aprendizagem e das competências formalmente definidas, justificando assim a necessidade de atualização aqui proposta.

### 4.3. Apresentação dos Resultados: Ex-Alunos

Os resultados apresentados nesta secção decorrem da análise das respostas de 34 ex-alunos do CPTMIvE, todos em situação de ativo no mercado de trabalho.

#### 4.3.1. Perfil e inserção profissional

No que concerne ao setor de atividade, observa-se uma concentração na indústria metalomecânica (44%) e no setor automóvel (29%), enquanto as restantes áreas industriais (energia e serviços técnicos) representam 27% (Figura 4.1).

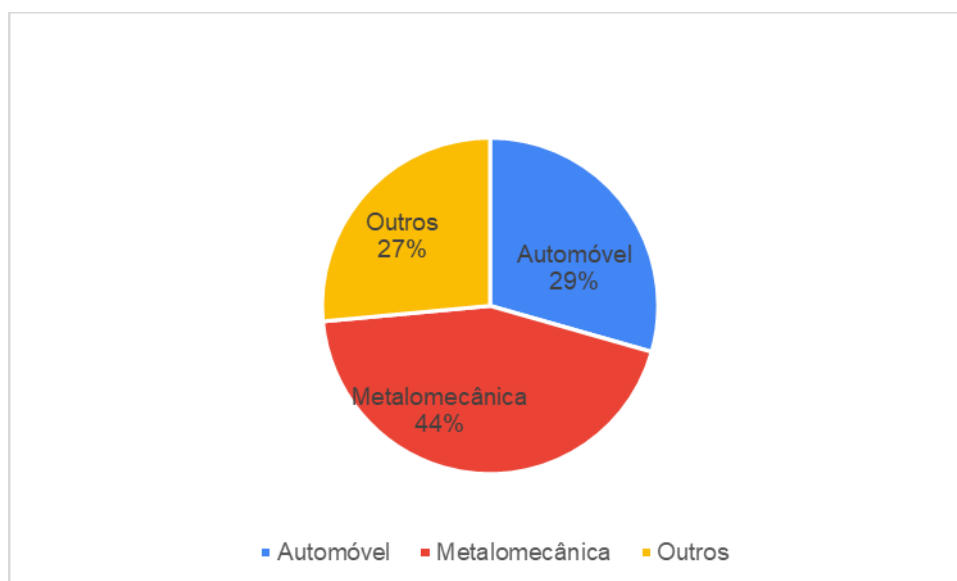


Figura 4.1 – Setores de atividade dos ex-alunos (n = 34)

Fonte: Elaboração própria.

Relativamente à experiência profissional acumulada após a conclusão do curso (Figura 4.2), 32% dos diplomados possuem mais de cinco anos de atividade e

29% situam-se entre três e cinco anos. Os restantes dividem-se entre um e três anos (18%) e menos de um ano de experiência (21%).

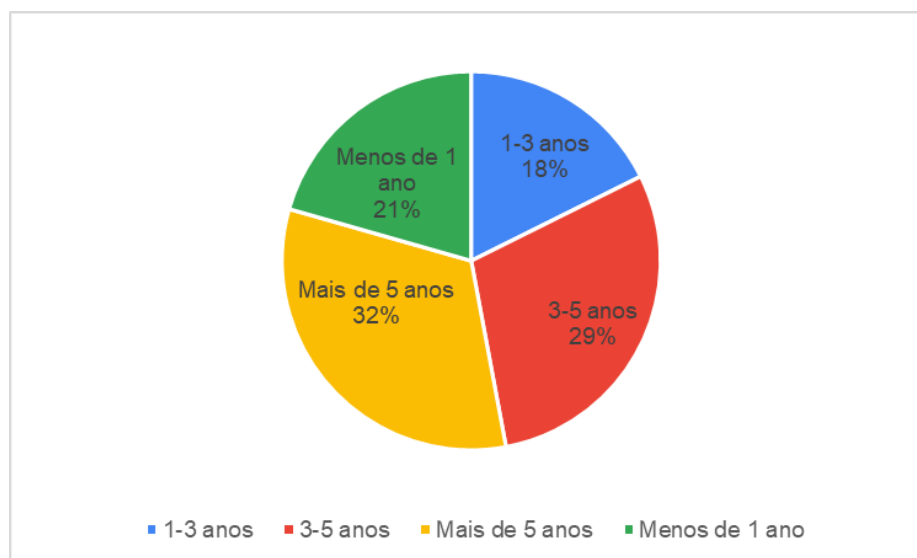


Figura 4.2 – Experiência profissional dos ex-alunos (n = 34)

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.3.2. Utilização de tecnologias I4.0 no contexto profissional

Quanto à frequência de utilização de tecnologias associadas à I4.0 (Figura 4.3), a automação industrial é a mais prevalente (59%). A robótica é utilizada por 14%, ao passo que o fabrico aditivo e a IoT registam 10% cada. A IA foi reportada por 7% da amostra e não houve registos de utilização de *Big Data* ou análise de dados (0%).

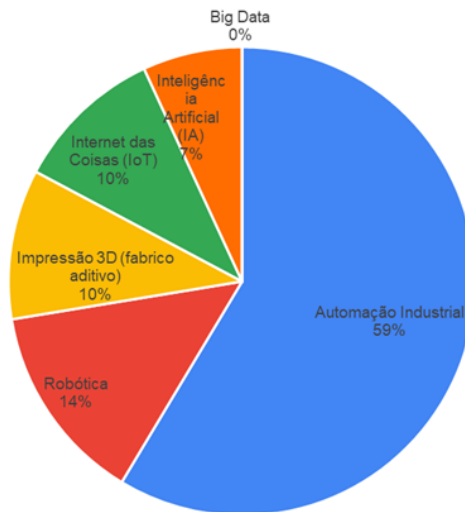


Figura 4.3 – Utilização de tecnologias da I4.0 no contexto profissional (n = 34)

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.3.3. Avaliação da utilidade das competências aprendidas

A percepção de utilidade das competências adquiridas (Figura 4.4) revela que o desenho técnico (53% "muito útil") e as práticas oficinais (41%) são as mais valorizadas. A manutenção preditiva e a organização industrial obtiveram 76% de avaliações positivas (entre "útil" e "muito útil"). Em contraste, a programação de PLCs apresenta maior dispersão, com 30% de classificações negativas ("pouco útil" ou "não útil").

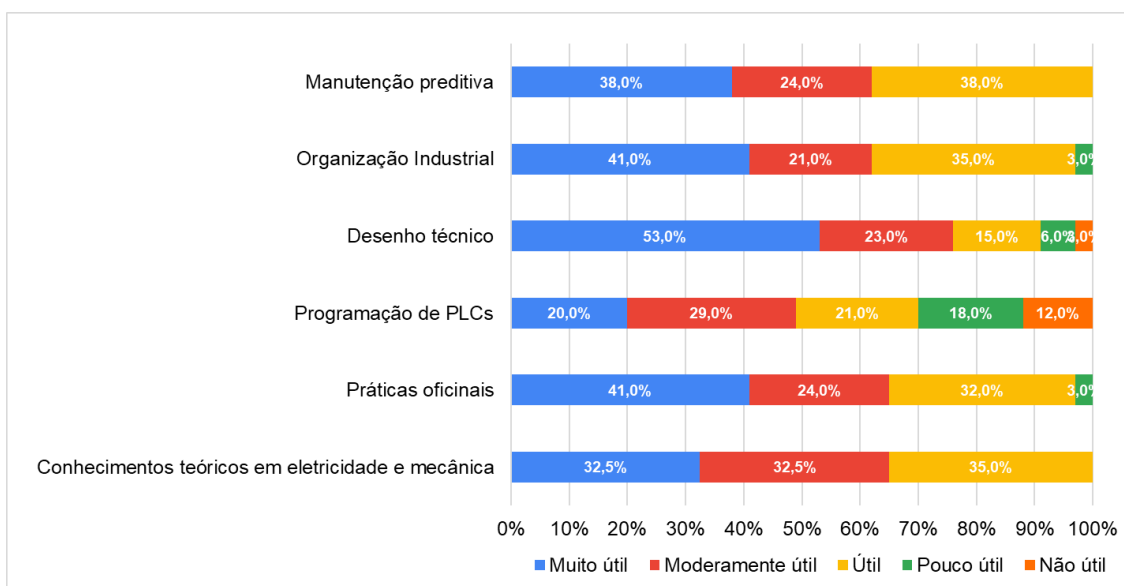


Figura 4.4 – Avaliação da utilidade das competências aprendidas (n = 34)

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.3.4. Percepção de preparação para tecnologias emergentes

No nível de preparação autoavaliado (Figura 4.5), a manutenção preditiva e preventiva destaca-se positivamente (76% entre "bom" e "excelente"). Contudo, na programação avançada de PLCs e IA, cerca de 60% dos participantes situam o seu nível de preparação entre "regular" e "insuficiente".

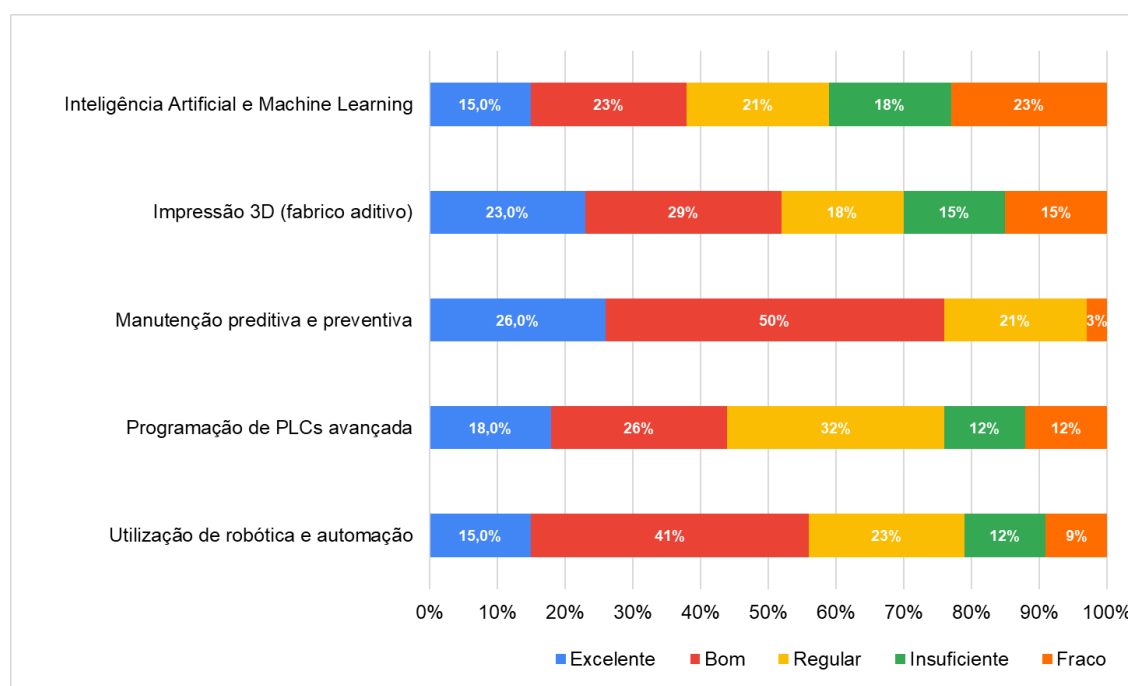


Figura 4.5 – Percepção de preparação para competências I4.0 (escala 1–5; n = 34)

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.3.5. Sugestões de melhoria e preferências de modalidade

As propostas de melhoria (Figura 4.6) revelam prioridades claras: 76% consideram "muito importante" o reforço da programação avançada e simulação industrial, e mais de 67% atribuem a mesma importância à integração de tecnologias emergentes (Impressão 3D, IoT e IA) e *soft skills*.

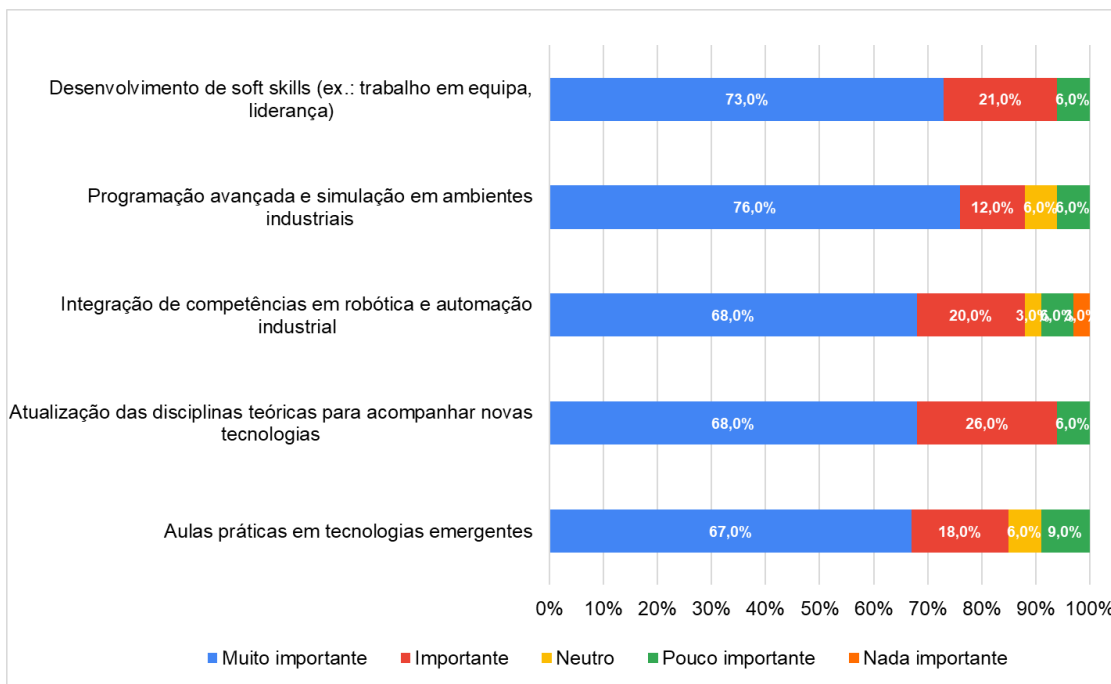


Figura 4.6 – Sugestões de melhoria da formação (n = 34)

Fonte: Elaboração própria.

Quanto à modalidade de ensino (Figura 4.7), 88% manifestam preferência pelo regime presencial. No entanto, regista-se um índice de satisfação de 100% no que toca à recomendação do curso a terceiros.

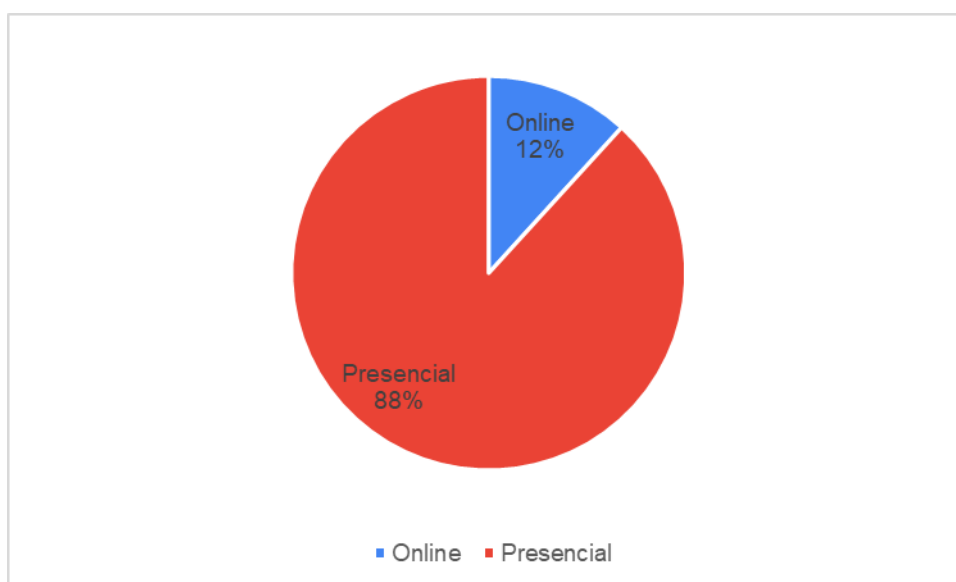


Figura 4.7 – Preferência de modalidade de ensino e recomendação (n = 34)

Fonte: Elaboração própria.

### 4.3.6. Síntese da análise qualitativa (Respostas abertas)

Através da análise de conteúdo das respostas abertas, foi possível identificar padrões nas sugestões dos diplomados:

- Componente Prática: Necessidade de reforço do contacto direto com equipamentos e "menos teoria";
- Atualização Tecnológica: Foco em programação (TIA Portal), robótica, IA e ferramentas de gestão (ERP/Excel avançado);
- Articulação Curricular: Desenvolvimento de projetos interdisciplinares que unam CAD, CAM e montagem;
- Contexto Real: Valorização de estágios mais longos, visitas técnicas e participação nos campeonatos *Skills*.

## 4.4. Apresentação dos Resultados: Profissionais da Indústria

### 4.4.1. Perfil dos profissionais

Participaram no estudo cinco profissionais do setor industrial, distribuídos pelas indústrias metalomecânica (3) e automóvel (2). A amostra é composta por Diretores de Produção, Supervisores Técnicos e um Gerente, refletindo um perfil com responsabilidades diretas na gestão de equipas e processos produtivos (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 – Caracterização da Amostra de Profissionais da Indústria (n=5)

Participante	Setor de Atividade	Função / Cargo
Profissional 1	Indústria Metalomecânica	Diretor de Produção
Profissional 2	Indústria Metalomecânica	Supervisor Técnico
Profissional 3	Indústria Metalomecânica	Gerente
Profissional 4	Setor Automóvel	Diretor de Produção
Profissional 5	Setor Automóvel	Supervisor Técnico

### 4.4.2. Valorização das competências técnicas e preparação dos ex-alunos

Os profissionais classificaram a importância de diversas competências técnicas associadas à manutenção e à I4.0 (Figura 4.8). A manutenção preditiva e preventiva foi unânime (100% como "importante" ou "muito importante"), seguida pela Robótica e Automação (80%). A IA e *Machine Learning* (ML) foram

valorizadas por 60% dos inquiridos, enquanto a Programação de PLCs e a Impressão 3D registaram níveis de importância de 40% e 20%, respetivamente.

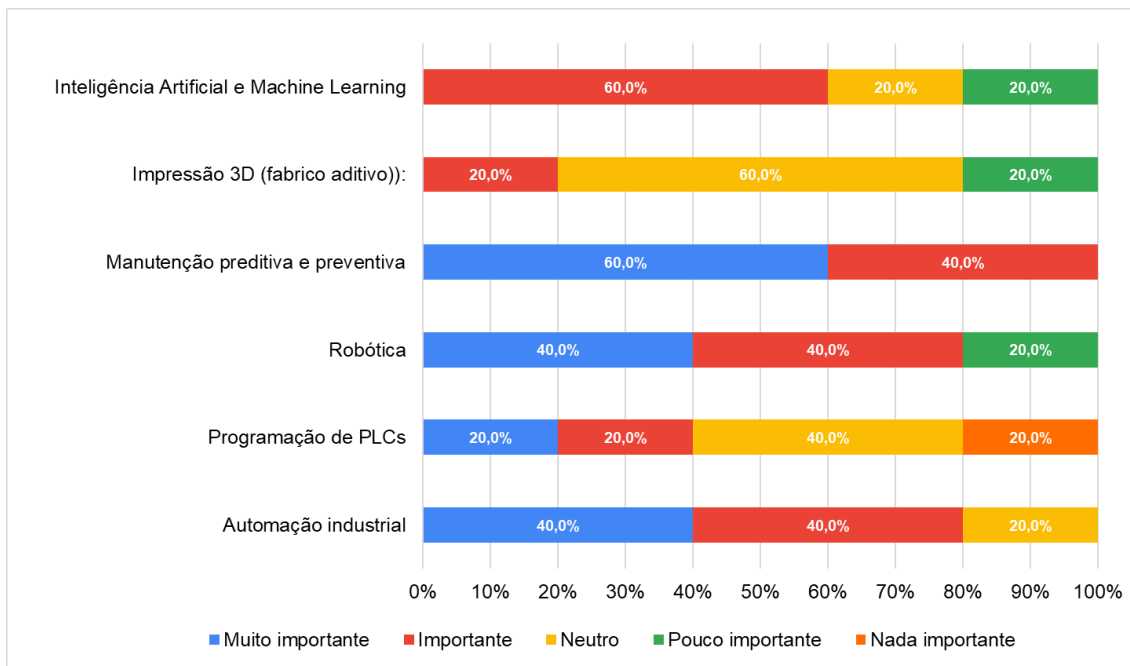


Figura 4.8 – Avaliação da importância das competências técnicas (n = 5)

Fonte: Elaboração própria.

Quanto à perceção sobre a preparação técnica dos diplomados (Figura 4.9), a manutenção preditiva e preventiva obteve a melhor avaliação (80% "bom"). Contudo, em áreas como Automação Industrial, Programação de PLCs e Robótica, a maioria dos profissionais (entre 60% e 80%) classificou a preparação dos ex-alunos como apenas "regular".

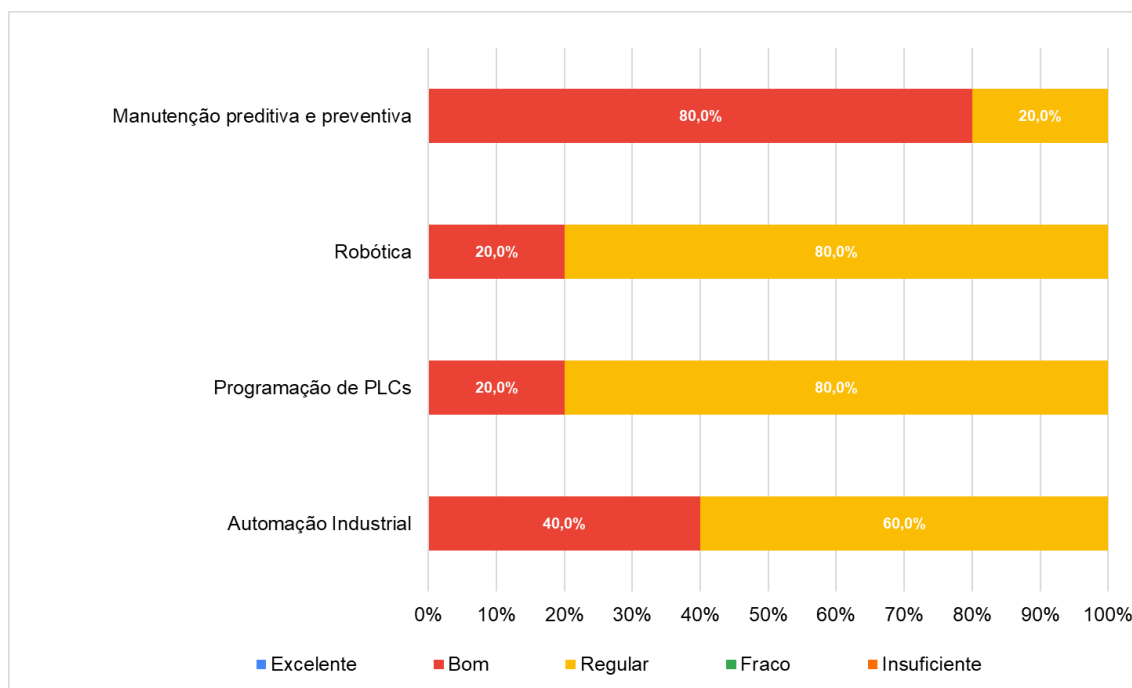


Figura 4.9 – Percepção da preparação técnica dos ex-alunos (n = 5)

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.4.3. Tecnologias I4.0 indispensáveis e prioridades curriculares

Os inquiridos identificaram as tecnologias emergentes mais relevantes para o futuro do setor (Figura 4.10). Destaca-se a Automação Industrial, a Manutenção Preditiva e a Impressão 3D (todas com 100% de avaliações entre "importante" e "muito importante"). A Robótica, a Programação de PLCs e a IA/ML também obtiveram um consenso elevado (80%).

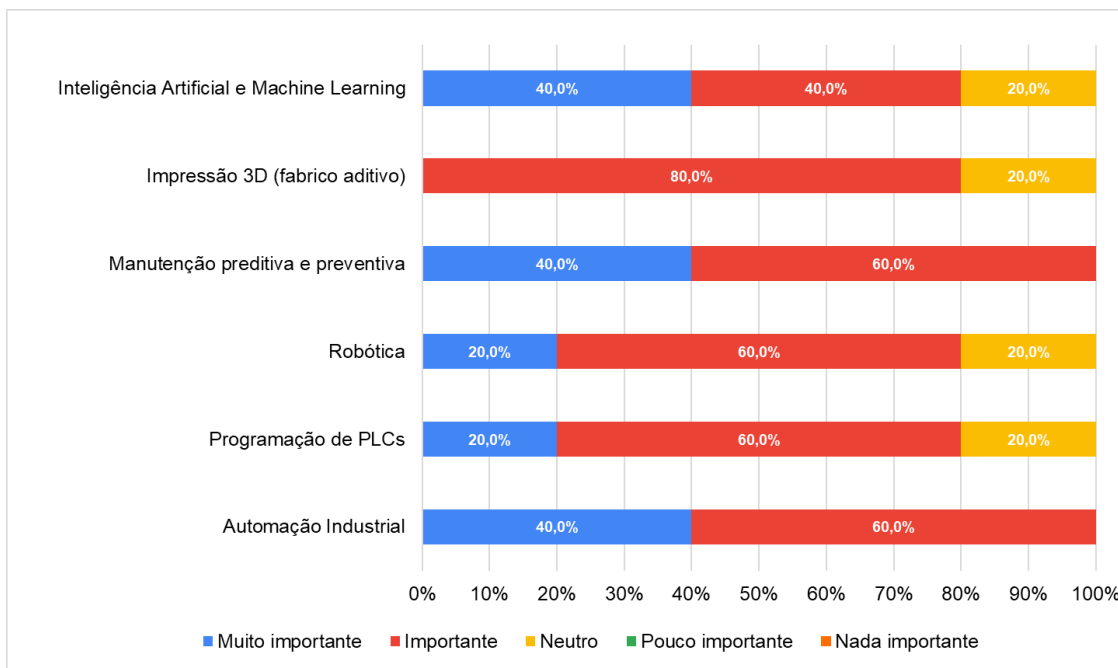


Figura 4.10 – Tecnologias da I4.0 consideradas indispensáveis (n = 5)

Fonte: Elaboração própria.

No que diz respeito à atualização curricular (Figura 4.11), verificou-se uma unanimidade (100% de "muito importante") quanto à necessidade de introduzir aulas práticas em tecnologias emergentes e reforçar as simulações em ambiente industrial.

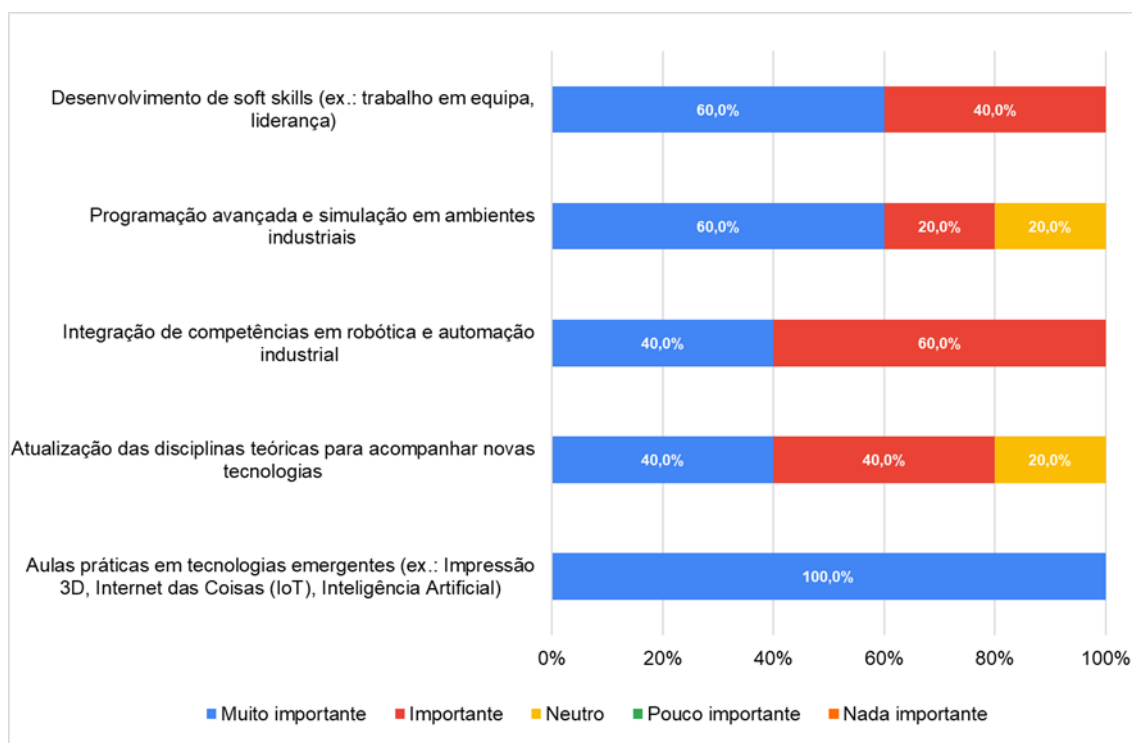


Figura 4.11 – Importância atribuída à atualização curricular (n = 5)

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.4.4. Competências transversais (*Soft Skills*)

No domínio das competências transversais (Figura 4.12), registou-se uma concordância total (100%) sobre a sua importância. A resolução de problemas, o trabalho em equipa e a gestão do tempo foram as capacidades mais citadas como essenciais para a adaptação dos técnicos aos novos contextos digitais.

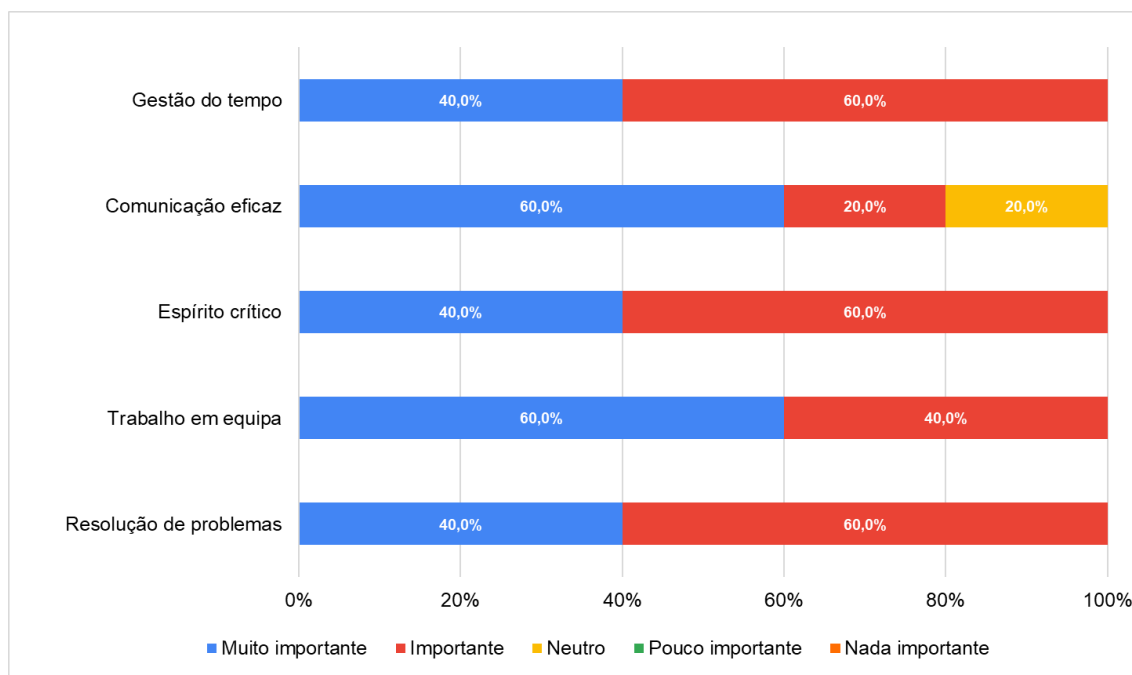


Figura 4.12– *Soft skills* consideradas essenciais (n = 5)

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.4.5. Síntese da análise qualitativa (*Visão empresarial*)

As respostas abertas permitiram sistematizar as seguintes prioridades na perspetiva das empresas:

- Reforço Prático: Foco na vertente laboratorial em robótica e automação;
- Proximidade Escola-Empresa: Estreitamento de protocolos para visitas técnicas e estágios especializados;
- Inovação Colaborativa: Criação de projetos que integrem alunos e técnicos da indústria;

- Atualização de Recursos: Investimento em equipamentos tecnológicos e na capacitação contínua do corpo docente.

Relativamente à modalidade formativa, a totalidade dos profissionais (100%) indicou a formação presencial como a via preferencial para a consolidação de conteúdos práticos.

## **4.5. Triangulação e Síntese dos Resultados**

A análise integrada dos dados obtidos através da análise documental, dos inquéritos aos ex-alunos e das perceções dos profissionais da indústria permite identificar os pontos de convergência e as lacunas críticas que definem o estado atual da adequação curricular do CPTMIvE face à I4.0.

### **4.5.1. Convergências e Divergências de Perceção**

Observa-se uma convergência total entre os dois grupos de participantes quanto a dois eixos centrais:

1. A relevância das competências transversais (*soft skills*), com foco na resolução de problemas e trabalho em equipa;
2. A necessidade de reforçar a componente prática e laboratorial da formação.

Em contrapartida, deteta-se uma divergência na priorização tecnológica: enquanto os ex-alunos valorizam competências tradicionais que aplicam nas rotinas diárias, os profissionais da indústria projetam uma necessidade imediata de competências em tecnologias emergentes (automação avançada, robótica colaborativa e IA), evidenciando uma visão prospetiva das necessidades do mercado.

### **4.5.2. Lacunas Críticas Identificadas**

Do cruzamento dos dados quantitativos, destacam-se quatro áreas com necessidade de intervenção:

1. Literacia e Análise de Dados (*Big Data*): Registou-se 0% de utilização pelos ex-alunos, apesar de ser identificada como estratégica para a manutenção preditiva.
2. IA e ML: Utilização residual (7%) e perceção de preparação insuficiente por 62% dos diplomados.
3. Programação de PLCs: Identificada como uma lacuna prática pelos profissionais (80% avaliam a preparação como "regular") e com utilidade variável para os alunos.
4. Fabrico Aditivo / Impressão 3D: Baixa aplicação atual (10%), contrastando com a elevada valorização (80%) por parte das empresas.

#### **4.5.3. Síntese das Evidências Qualitativas**

As respostas abertas de ambos os grupos corroboram as necessidades identificadas quantitativamente, enfatizando três imperativos para a atualização do curso:

- Reforço da carga horária prática com equipamentos industriais de nova geração;
- Implementação de projetos integradores (ex: articulação CAD/CAM/CNC) e contacto com ferramentas padrão (ex: TIA Portal);
- Manutenção da centralidade do ensino presencial para o desenvolvimento de competências técnicas complexas.

#### **4.5.4. Balanço do Modelo Curricular**

O diagnóstico final aponta para um curso com uma base técnica sólida e reconhecida (100% de recomendação), mas com uma integração de tecnologias digitais I4.0 ainda em estágio inicial. Os resultados demonstram que, embora os diplomados estejam preparados para as rotinas tradicionais de manutenção industrial, existe um hiato nas competências de integração digital e automação inteligente, validado pela triangulação entre a análise documental inicial e a visão dos *stakeholders*.

## 4.6. Contributos para a Adequação Curricular

A análise integrada e a triangulação dos dados permitem consolidar os contributos necessários para a atualização do CPTMIvE. Os resultados constituem a evidência empírica que sustenta os seguintes eixos prioritários para a proposta de intervenção:

### 4.6.1. Síntese dos Resultados e Áreas Prioritárias

1. Relevância e Atualização Digital: Embora a elevada taxa de inserção profissional (>80%) confirme a importância do curso, os dados demonstram que a evolução do setor exige a integração de competências digitais para prevenir a obsolescência tecnológica dos diplomados.
2. Manutenção dos Pilares Técnicos: Áreas como a Manutenção Industrial e o Desenho Técnico devem ser preservadas como pilares fundamentais, dado o elevado índice de utilidade reconhecido pelos ex-alunos (70%).
3. Integração de Tecnologias Emergentes: Identifica-se a necessidade de introduzir componentes de aprendizagem focadas em robótica colaborativa, programação PLC avançada (ex: TIA Portal), fabrico aditivo e introdução à análise de dados e IA aplicada à manutenção preditiva.
4. Transversalidade das *Soft Skills*: O consenso absoluto entre empresas e diplomados indica que a resolução de problemas e o trabalho em equipa devem ser integrados de forma transversal nas atividades práticas.
5. Simbiose Pedagógica (Presencial e Digital): A preferência pelo ensino presencial (88%) e a valorização da "centralidade da prática" ditam que o modelo *b-learning* a propor deve ser desenhado para potenciar — e não substituir — o tempo de oficina, utilizando o digital para simulação e fundamentação teórica prévia.

### 4.6.2. Conclusão da Fase de Diagnóstico

Os dados obtidos confirmam que o CPTMIvE possui uma base técnica reconhecida, mas carece de uma modernização que equilibre as competências tradicionais com as exigências de digitalização da I4.0. Este diagnóstico encerra a

Fase de Análise e Exploração do ciclo *DBR*, fornecendo os requisitos pedagógicos e técnicos necessários para o desenho do Quadro Referencial de Formação e do respectivo protótipo instrucional.

Em síntese, a evidência empírica apresentada constitui o ponto de partida para a discussão crítica dos resultados, desenvolvida no Capítulo 5, onde se procederá à sua interpretação à luz do enquadramento teórico e dos objetivos do estudo. Essa reflexão sustentará, posteriormente, a conceção da proposta de formação apresentada no Capítulo 6.

## 5. Discussão de Resultados

O presente capítulo promove a síntese interpretativa dos dados apresentados anteriormente, confrontando as evidências empíricas com o enquadramento teórico e as diretrizes estratégicas para o ensino profissional na era da I4.0.

### 5.1. Discussão do Diagnóstico e Enquadramento Teórico

Os dados revelados pelo diagnóstico curricular (Capítulo 4) confirmam que o referencial do CPTMIvE carece de uma atualização profunda para alinhar-se com os pressupostos da I4.0. Esta necessidade de reforma corrobora as teses de Schwab (2016) e Kagermann *et al.* (2013), que identificam a integração ciberfísica como a competência central da nova era industrial.

Um ponto crítico revelado pela triangulação é o desfasamento de perspectivas: enquanto os diplomados valorizam a componente técnica tradicional (mecânica e desenho), os profissionais da indústria sinalizam uma urgência em competências de análise de dados e robótica colaborativa. Este resultado valida o alerta do *World Economic Forum* (2023) sobre a rápida obsolescência das competências puramente operativas perante a emergência de novos perfis tecnológicos (Comissão Europeia, 2020).

Nesta linha, a transição iminente do curso para o novo referencial de Mecatrónica (ANQEP/Pessoas 2030) surge como a oportunidade estratégica para operacionalizar a "dupla transição" — digital e ecológica — defendida por Moreira *et al.* (2020a). Este processo de reflexão crítica, característico da *DBR*, fundamentou a decisão de reorientar o foco do projeto: da criação de uma plataforma integral para a conceção de um roteiro de aprendizagem em regime *b-learning*, garantindo sustentabilidade pedagógica e exequibilidade no tempo disponível.

## 5.2. Análise SWOT da Conceção e Viabilidade do Projeto

A análise SWOT (Quadro 5.1) permite compreender a exequibilidade desta proposta. Destaca-se a força da empregabilidade do curso, mas admite-se a fraqueza da heterogeneidade dos alunos, que apresentam dificuldades de autorregulação.

Esta evidência justifica a opção metodológica pelo *b-learning*. Em vez de um curso totalmente online — que poderia excluir alunos com menor autonomia — a proposta utiliza a componente online para simulação e teoria, reservando o tempo presencial para a "centralidade da prática" em laboratório.

Quadro 5.1 – Análise SWOT da Conceção do Projeto

SWOT	Descrição
<b>S – Strengths (Forças)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Base técnica sólida do CPTMIvE, valorizada por ex-alunos e profissionais.</li><li>• Elevada taxa de empregabilidade dos diplomados do curso.</li><li>• Envolvimento ativo de <i>stakeholders</i> (ex-alunos e empresas) no diagnóstico.</li><li>• Adoção do modelo <i>DBR</i>, favorecendo melhoria contínua.</li><li>• Coerência entre o diagnóstico de lacunas e o novo referencial proposto.</li></ul>
<b>W – Weaknesses (Fraquezas)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recursos tecnológicos limitados na escola para exploração real de IA e Robótica.</li><li>• Heterogeneidade do perfil dos alunos (necessidades específicas e reduzida autonomia), dificultando a autorregulação no regime online.</li><li>• Lacunas nas competências digitais identificadas nos diplomados.</li><li>• Dependência da disponibilidade das empresas para validação e recolha de dados.</li><li>• Tempo reduzido para o desenvolvimento de um protótipo funcional completo.</li><li>• Limitações do <i>Learning Designer</i> na modelação de cenários industriais complexos.</li></ul>
<b>O – Opportunities (Oportunidades)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Expansão das tecnologias I4.0 na indústria regional, aumentando a procura de técnicos.</li><li>• Alinhamento com a nova qualificação de Mecatrónica do CNQ (ANQEP, 2025b).</li><li>• Disponibilidade de financiamento (PRR) para Laboratórios de Educação Digital.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oferta crescente de simuladores digitais gratuitos para suporte ao <i>b-learning</i>.</li> <li>• Fortalecimento de parcerias escola-empresa através de microcredenciais.</li> </ul>
<b>T – Threats (Ameaças)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápida obsolescência tecnológica, exigindo ciclos de atualização muito curtos.</li> <li>• Custos elevados de aquisição e manutenção de equipamentos 4.0.</li> <li>• Crescente dificuldade de concentração e focagem dos alunos no processo de aprendizagem.</li> <li>• Competitividade entre instituições de formação por alunos com perfil técnico.</li> <li>• Resistência de alguns formandos a modalidades de ensino mediadas pelo digital.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria (2025), com base nos resultados dos questionários aplicados a ex-alunos e profissionais da indústria e na análise documental do CPTMIvE.

### Síntese da Análise SWOT

A matriz SWOT demonstra que o projeto assenta num diagnóstico sólido e num alinhamento oportuno com a modernização do Catálogo Nacional de Qualificações. Contudo, evidencia que a transição para o ensino 4.0 não é meramente tecnológica, sendo condicionada pelo perfil de autonomia dos alunos e pelos desafios de gestão de sala de aula identificados na experiência docente.

A análise reforça a necessidade de um design instrucional em *b-learning* que priorize estratégias de acompanhamento próximo e apoios pedagógicos robustos, garantindo que a inovação tecnológica não exclua os alunos com maiores dificuldades de foco e autorregulação.

A discussão dos resultados ganha ainda maior profundidade se enquadrada na emergência dos princípios da Indústria 5.0 (I5.0), conceito que surge como complemento e resposta às limitações de uma visão exclusivamente centrada na eficiência tecnológica da I4.0. Enquanto a I4.0 privilegia a automação, a interconectividade e a otimização dos processos industriais, a I5.0 — tal como definida pela Comissão Europeia (2021) — coloca o ser humano no centro da produção, sublinhando três pilares fundamentais: a centralidade do fator humano (*human-centric*), a sustentabilidade ambiental e a resiliência. Esta última

dimensão adquire particular relevância no contexto do presente estudo: os dados do diagnóstico revelam que os atuais diplomados do CPTMIvE necessitam de desenvolver capacidades adaptativas que lhes permitam responder a transformações tecnológicas rápidas e imprevisíveis, característica nuclear de um perfil profissional resiliente. A integração dos princípios da I5.0 reforça a dimensão prospectiva e o enquadramento global deste trabalho: a proposta formativa não deve apenas preparar os alunos para operar com as tecnologias da I4.0, mas também para o fazer de forma crítica, colaborativa e humanamente centrada, sustentando as recomendações apresentadas relativamente à relevância de pedagogias centradas no estudante e orientadas para o desenvolvimento de competências humanas, colaborativas e adaptativas.

### **5.3. Do Diagnóstico à Intervenção**

A discussão dos resultados e a análise estratégica aqui delineada consolidam a necessidade de uma intervenção que não apenas atualize conteúdos técnicos, mas que transforme a modalidade pedagógica. A identificação das lacunas de competências digitais, aliada à valorização da componente prática pelos ex-alunos, constitui o fundamento empírico para a solução que será apresentada a seguir. Assim, os indicadores discutidos neste capítulo servem de base para a arquitetura do Capítulo 6, onde se detalha o novo Referencial de Formação e a sua operacionalização através de um protótipo instrucional no *Learning Designer*.

## 6. Proposta de Formação

Com base no diagnóstico efetuado e na discussão dos resultados (Capítulo 5), este capítulo apresenta a proposta de intervenção pedagógica. Esta resposta materializa-se na conceção de um referencial de formação atualizado e na sua operacionalização através de um protótipo instrucional em regime *b-learning*.

### 6.1. Proposta de Referencial de Formação

O desenvolvimento do referencial de formação constituiu uma etapa central do presente estudo e foi orientado por uma abordagem integrada, articulando evidência empírica e enquadramento teórico. Esta opção metodológica permitiu assegurar que a proposta curricular resultante responde simultaneamente às necessidades identificadas no terreno e aos princípios conceptuais da Educação 4.0 e da formação profissional contemporânea.

O processo assentou em duas dimensões complementares:

- a evidência empírica, recolhida através de questionários aplicados a ex-alunos do CPTMIvE e a profissionais da indústria automóvel e metalomecânica;
- a interpretação crítica desses dados, enquadrada pelos referenciais teóricos apresentados nos Capítulos 2 e 3, nomeadamente no que respeita à I4.0, à Educação 4.0 e às orientações para o VET.

A triangulação entre estas dimensões permitiu identificar lacunas formativas relevantes, convergências entre diplomados e empregadores e prioridades de atualização curricular, constituindo a base para a construção do novo Quadro Referencial de Formação orientado para a adequação do CPTMIvE ao contexto da transformação digital.

### **6.1.1. Fontes e critérios para o desenvolvimento do referencial**

A construção do referencial de formação apoiou-se em diferentes fontes de informação e critérios de decisão, de modo a garantir rigor metodológico e coerência pedagógica.

Como fontes principais, foram utilizadas:

- a análise documental dos programas curriculares em vigor do CPTMIvE, com o objetivo de identificar conteúdos, metodologias e alinhamento com as exigências emergentes da I4.0;
- os dados empíricos recolhidos através dos questionários, aplicados a ex-alunos e a profissionais da indústria, permitindo recolher perceções sobre a adequação da formação, o uso de tecnologias emergentes e as competências mais valorizadas no contexto profissional;
- o enquadramento teórico e normativo, incluindo orientações da ANQEP, OECD, UNESCO, Cedefop e literatura científica sobre Educação 4.0 e *DBR*.

Os critérios utilizados na definição do referencial incluíram:

- relevância para o contexto industrial atual;
- exequibilidade em contexto de ensino profissional;
- coerência com o Quadro Nacional de Qualificações (nível 4);
- potencial de integração em modelos *b-learning* e metodologias ativas.

### **6.1.2. Construção do Quadro Referencial de Formação**

A análise integrada das fontes empíricas e teóricas permitiu identificar convergências claras entre as perceções dos ex-alunos e as expectativas das empresas. Este processo culminou na elaboração do Quadro Referencial de Formação (Quadro 6.1), que estrutura a proposta em três dimensões complementares — técnica, digital e transversal.

Este quadro assume um formato híbrido, focado no equilíbrio entre a teoria e a "centralidade da prática", servindo de base para o desenho do roteiro de aprendizagem em regime *b-learning*.

Quadro 6.1 – Estrutura Geral do Referencial de Formação

<b>Dimensão de Competência</b>	<b>Domínios / Subáreas</b>	<b>Objetivos de Aprendizagem</b>	<b>Resultados Esperados</b>
<b>Técnica</b>	Automação Industrial, Robótica, Manutenção Preditiva	Aplicar tecnologias automatizadas e procedimentos de manutenção inteligente	Operar e otimizar sistemas industriais digitalizados
<b>Digital</b>	IoT, Cibersegurança, Fabrico Aditivo, Análise de Dados, IA	Integrar soluções digitais e compreender fluxos de dados industriais	Adotar práticas seguras e analíticas no contexto da I4.0
<b>Transversal</b>	Comunicação, Trabalho em Equipa, Gestão do Tempo, Liderança	Promover colaboração, pensamento crítico e adaptação a contextos tecnológicos	Demonstrar autonomia, iniciativa e competências socio emocionais no trabalho

Fonte: Elaboração própria (2025), com base nos resultados empíricos e no enquadramento teórico.

O referencial foi desenvolvido em conformidade com os princípios da Educação 4.0 e com orientações estratégicas de organismos internacionais (Cedefop, 2021a; OECD, 2023; UNESCO, 2022), assegurando um equilíbrio entre a dimensão tecnológica e a dimensão humana da formação.

### 6.1.3. Definição de Áreas de Competência

Com base no Quadro 6.1, definiram-se as áreas de competência estruturantes do novo modelo formativo do CPTMIvE. Estas áreas resultam da articulação entre os dados do diagnóstico e as orientações normativas do QNQ (Nível 4).

O modelo organiza-se em três áreas interligadas: competências técnicas, competências digitais e competências transversais, que refletem as exigências atuais da I4.0. Estas áreas detalham os eixos prioritários de atualização identificados:

### **a) Competências Técnicas**

As competências técnicas correspondem ao núcleo operativo da formação, orientado para a intervenção em sistemas industriais automatizados e digitalizados.

Domínios principais:

- Automação industrial e controlo de processos;
- Robótica industrial e colaborativa;
- Manutenção preditiva e preventiva;
- Programação e integração de PLCs;
- Desenho técnico e sistemas eletromecânicos.

Estas competências são desenvolvidas através de atividades práticas em laboratório, oficinas técnicas e projetos aplicados.

### **b) Competências Digitais**

As competências digitais representam o eixo inovador do referencial, promovendo literacia tecnológica e capacidade de atuação em ambientes industriais conectados e inteligentes.

Domínios principais:

- IoT e sistemas ciberfísicos;
- Cibersegurança industrial e proteção de dados;
- Análise de dados e *Big Data*;
- IA aplicada à manutenção;
- Fabrico aditivo e prototipagem rápida.

A integração destas competências visa reforçar a capacidade analítica, adaptativa e inovadora dos formandos.

### **c) Competências Transversais**

As competências transversais abrangem dimensões sócio emocionais e cognitivas essenciais à empregabilidade e à aprendizagem ao longo da vida.

Domínios principais:

- Comunicação interpessoal e linguagem técnica;
- Trabalho em equipa e cooperação;

- Resolução de problemas e pensamento crítico;
- Liderança, gestão do tempo e adaptabilidade;
- Criatividade, inovação e sustentabilidade.

Estas competências são promovidas ao longo de todo o percurso formativo através de metodologias ativas, como aprendizagem baseada em projetos (PBL), simulações industriais e projetos integradores, conforme recomendado pela UNESCO (2021) e pela OECD (2023).

### **Integração das áreas de competência**

Estas dimensões integram-se num modelo modular e progressivo que constitui a base para o roteiro de aprendizagem e o módulo piloto, detalhados na secção seguinte através da aplicação do modelo ADDIE e da ferramenta *Learning Designer*.

#### **6.1.4. Operacionalização e Atualização Curricular**

Para operacionalizar esta estrutura, o Quadro 6.2 detalha as propostas de ação direta sobre o currículo, equilibrando a teoria com a "centralidade da prática" em regime híbrido.

Quadro 6.2 – Propostas de atualização curricular com base nas áreas de competência identificadas

<b>Domínio de Competência</b>	<b>Foco de Atualização Curricular</b>	<b>Propostas de Ação</b>
<b>Automação e Robótica</b>	Integração de sistemas robotizados, sensores inteligentes e automação colaborativa	Criação de módulos práticos de robótica e simulação com software industrial (TIA Portal, Fanuc, ABB, etc.)
<b>Programação e Controlo Digital</b>	PLCs avançados, integração de IoT e cibersegurança	Introdução de conteúdos sobre linguagens de programação industrial e conectividade em rede
<b>Fabrico Aditivo e Prototipagem</b>	Impressão 3D e modelação CAD/CAM	Projetos interdisciplinares de fabrico rápido e design mecânico
<b>Manutenção Preditiva e Análise de Dados</b>	Aplicação de <i>Big Data</i> e IA à manutenção	Desenvolvimento de módulos sobre recolha e interpretação de dados industriais

<b>Competências Transversais</b>	Comunicação, resolução de problemas, liderança e aprendizagem contínua	Estratégias PBL, trabalho colaborativo e integração de <i>soft skills</i> em todas as UCs
----------------------------------	--	---

Fonte: Elaboração própria (2025), com base nos resultados dos questionários e no enquadramento teórico do Capítulo 2.

Esta estrutura modular e progressiva constitui a base para o roteiro de aprendizagem e o módulo piloto detalhados na secção seguinte, articulando a prática presencial com o suporte digital.

## 6.2. Princípios Pedagógicos e Metodológicos

A análise dos resultados do diagnóstico justifica a adoção de metodologias ativas e ambientes de aprendizagem híbridos (*b-learning*). Embora 88% dos ex-alunos manifestem preferência pelo ensino presencial, esta tendência é interpretada não como uma rejeição do digital, mas como uma valorização da componente prática e do contacto humano intrínsecos ao ensino profissional.

O design do roteiro de aprendizagem responde a este desafio ao concentrar as atividades presenciais em tarefas laboratoriais de elevada complexidade (uso de Kits Arduino e Impressão 3D), utilizando a componente online para tarefas de investigação, simulação e colaboração assíncrona. Esta abordagem desenvolve a autonomia digital e a literacia tecnológica — pilares da I4.0 — sem abdicar do acompanhamento presencial. Conforme defendido por Moreira *et al.* (2020a), o digital potencializa o presencial, permitindo flexibilidade sem substituir a prática oficial.

### 6.2.1. Princípios Orientadores da Intervenção

A intervenção pedagógica sustenta-se em quatro pilares fundamentais:

- Centralidade da prática: Situações reais de trabalho e problemas técnicos autênticos.
- Integração tecnológica: Contacto regular com ambientes de simulação digital e robótica.
- Simbiose Pedagógica: O digital potencializa o presencial, permitindo flexibilidade sem abdicar do acompanhamento oficial.

- Desenvolvimento de Autonomia e Competências Transversais: Promoção progressiva da capacidade de autorregulação, pensamento crítico e aprendizagem colaborativa, consideradas competências nucleares para a atuação em contextos industriais I4.0 e ao longo da vida (OECD, 2023; UNESCO, 2021).

### **6.2.2. Operacionalização: O Roteiro de Aprendizagem em *b-learning***

O desenvolvimento do roteiro de aprendizagem em *b-learning* constitui a etapa de operacionalização do referencial de formação definido nas secções anteriores, traduzindo as competências técnicas, digitais e transversais em experiências formativas híbridas — online e presenciais. O objetivo é conceber um módulo piloto de curta duração que permita testar a integração das tecnologias da I4.0 e de metodologias ativas de aprendizagem, estruturadas segundo o modelo *ADDIE*.

O protótipo instrucional foi desenvolvido na plataforma *Learning Designer* da *University College London* (UCL), que permite planejar, visualizar e equilibrar diferentes tipos de aprendizagem (aquisição, colaboração, discussão, investigação e prática). Este protótipo operacionaliza o módulo “Automação e Monitorização Inteligente de Sistemas Industriais”, integrando componentes digitais e presenciais de acordo com o *storyboard* definido.

A estrutura do módulo combina componentes online — de natureza conceptual, exploratória e colaborativa — com sessões presenciais práticas apoiadas em equipamentos do Laboratório de Educação Digital (LED), possibilitando uma aprendizagem experiencial, contextualizada e alinhada com práticas industriais atuais.

O módulo “Automação e Monitorização Inteligente de Sistemas Industriais” foi delineado como a experiência formativa representativa deste projeto, articulando os conteúdos concebidos no *Learning Designer* com a prática oficial.

## **Estrutura do Módulo Piloto**

**Duração total:** 12 horas (6h online + 6h presenciais)

**Formato:** *b-learning* (misto: assíncrono e prático presencial)

**Público-alvo:** alunos do curso CPTMIvE (nível 4 do QNQ)

### **Componentes do módulo:**

#### **1. Introdução à Automação e IoT (online)**

- Vídeos interativos e quizzes de diagnóstico;
- Conceitos fundamentais sobre sensores, atuadores e comunicação IoT;
- Fórum de discussão sobre desafios da digitalização na manutenção industrial.

#### **2. Programação e Integração de Sensores (presencial – LED)**

- Utilização de kits Arduino e Raspberry Pi compatíveis com sensores de temperatura, som, movimento e luz;
- Construção de um circuito de monitorização em tempo real;
- Teste, calibração e validação funcional dos sensores num sistema automatizado.

#### **3. Fabrico Aditivo e Prototipagem (presencial – LED)**

- Utilização de impressora 3D modular;
- Modelação simples em CAD/CAM e impressão de componentes de suporte para sensores.

#### **4. Análise de Dados e Manutenção Preditiva (online)**

- Exploração de dados recolhidos pelos sensores;
- Introdução a *Big Data* e visualização de dados;
- Reflexão colaborativa sobre eficiência e sustentabilidade.

#### **5. Síntese e Reflexão (online/presencial)**

- Apresentação de microprojectos em grupo (presencial ou híbrido);
- Feedback entre pares e autoavaliação das competências desenvolvidas.

## Equipamentos e Recursos Tecnológicos Utilizados

- **Área Comum LED:** computadores portáteis de alta performance e impressora 3D modular;
- **Área STEM:** kits de robótica e sensores (som, gás, temperatura, cor, movimento)
- **Área Programação e Robótica:** kits Arduino UNO, Raspberry Pi e módulos de interface;
- **Área Artes e Multimédia:** câmaras, microfones e mesa digitalizadora para criação de vídeos e registos multimédia.

Para detalhar a progressão pedagógica e os recursos envolvidos, o Quadro 6.3 apresenta a planificação das cinco etapas que compõem o roteiro.

Quadro 6.3 – Estrutura do Módulo Piloto em *b-learning*: “Automação e Monitorização Inteligente de Sistemas Industriais”

Componente / Etapa	Objetivos de Aprendizagem	Competências Desenvolvidas	Atividades Principais	Recursos / Equipamentos LED
<b>1. Introdução à Automação e IoT (Online)</b>	Compreender os princípios da automação industrial e da conectividade IoT aplicada à manutenção.	Digitais e técnicas: literacia tecnológica, compreensão de fluxos de dados.	Vídeos interativos; questionário diagnóstico; fórum de discussão sobre digitalização industrial.	Plataforma <i>Learning Designer</i> ; computador portátil; acesso à Internet.
<b>2. Programação e Integração de Sensores (Presencial)</b>	Aplicar conceitos de programação e integração de sensores em microcontroladores (Arduino/Raspberry Pi).	Técnicas e digitais: automação, integração de sistemas ciber-físicos, eletrónica aplicada.	Montagem e programação de sensores (temperatura, luz, som, movimento); teste e calibração de sistemas.	Kits Arduino/Raspberry Pi; sensores diversos; placas protótipo; computadores portáteis.
<b>3. Fabrico Aditivo e</b>	Desenvolver peças e suportes técnicos através	Técnicas: desenho técnico,	Criação de componentes e	Impressora 3D modular; software

<b>Prototipagem (Presencial)</b>	de modelação 3D e fabrico digital.	fabrico digital, prototipagem rápida.	suportes para sensores; impressão 3D; montagem de protótipos.	CAD/CAM; computadores LED.
<b>4. Análise de Dados e Manutenção Preditiva (Online)</b>	Interpretar dados recolhidos por sensores e compreender o papel do <i>Big Data</i> na manutenção inteligente.	Digitais e analíticas: análise de dados, pensamento crítico, manutenção preditiva.	Exploração de dados de sensores; exercícios em planilhas; atividades colaborativas de interpretação e discussão.	<i>Learning Designer</i> ; folhas de cálculo; simuladores online.
<b>5. Síntese e Reflexão (Online/Presencial)</b>	Integrar os conhecimentos adquiridos num microprojecto colaborativo de manutenção.	Transversais: comunicação técnica, trabalho em equipa, resolução de problemas.	Apresentação e discussão de projetos; autoavaliação e reflexão baseada no percurso pedagógico.	Equipamentos multimédia; LED – Área Artes e Multimédia; Portefólio digital.

Fonte: Elaboração própria (2025), com base no diagnóstico (Capítulo 5) e no referencial de formação (Secção 6.1).

### 6.2.3. Articulação com o Modelo *DBR*

O desenvolvimento do módulo no *Learning Designer* corresponde à fase de implementação e teste do modelo *DBR*, permitindo validar a aplicabilidade do referencial de formação em contexto real. A recolha de feedback de alunos e docentes — durante e após a execução — alimenta o ciclo iterativo de reflexão e redesenho, possibilitando ajustar conteúdos, metodologias e o equilíbrio entre atividades online e presenciais.

O módulo piloto foi concebido em conformidade com o modelo *ADDIE* e com o Quadro Referencial de Formação, articulando conteúdos digitais interativos com

atividades práticas no LED. O protótipo tem carácter exploratório e destina-se a validar a pertinência pedagógica das competências e metodologias definidas, especialmente nas áreas de automação, programação de sensores e IoT.

Para além da descrição detalhada das atividades, torna-se relevante apresentar uma visão global da estrutura pedagógica do módulo no *Learning Designer*. O modelo adotado organiza as atividades segundo diferentes tipos de aprendizagem (*learning types*), permitindo analisar a distribuição do tempo dedicado a cada categoria e evidenciar o equilíbrio intencional entre aquisição de conhecimentos, prática orientada, investigação, colaboração e discussão. Esta representação visual clarifica a lógica do design pedagógico e reforça a transparência metodológica do processo desenvolvido.

### 6.3. Conceção do Protótipo no *Learning Designer*

A operacionalização do referencial culminou no desenho de um módulo piloto estruturado segundo o modelo ADDIE, garantindo o rigor do *design* instrucional.

#### 6.3.1. Estrutura do Storyboard (ADDIE)

A operacionalização técnica do módulo seguiu a lógica sistemática do modelo ADDIE. Este modelo garantiu que a proposta instrucional se mantivesse alinhada com os princípios iterativos da *DBR*, assegurando a coerência entre o diagnóstico inicial e a solução pedagógica final.

O Quadro 6.4 sintetiza a aplicação de cada etapa do modelo ADDIE no desenvolvimento conceptual do protótipo, fundamentando as opções tomadas para cada fase do *design* instrucional.

Quadro 6.4 – Estrutura do Storyboard segundo o modelo ADDIE

Etapa (ADDIE)	Descrição e Aplicação no Módulo
<b>Análise</b>	Identificação das necessidades formativas a partir do diagnóstico curricular e dos dados recolhidos junto de ex-alunos e profissionais (Capítulo 4). Definição das competências-alvo do módulo: automação, sensores, IoT e monitorização digital.

<b>Desenho (Design)</b>	Planeamento conceptual do módulo em formato <i>b-learning</i> , definindo objetivos de aprendizagem, estratégias pedagógicas ativas e a articulação entre atividades online e presenciais. Seleção dos recursos digitais e laboratoriais disponíveis no LED.
<b>Desenvolvimento</b>	Construção do protótipo instrucional no <i>Learning Designer</i> , integrando conteúdos digitais, vídeos, tarefas práticas e materiais de apoio. Definição do percurso de aprendizagem e elaboração dos recursos necessários às sessões presenciais.
<b>Implementação (conceptual)</b>	Estruturação do modo como o módulo será futuramente aplicado, prevendo a sequência das atividades híbridas, a utilização dos equipamentos do LED e a lógica de progressão das competências — sem realização de pilotagem no âmbito deste estudo.
<b>Avaliação (conceptual)</b>	Verificação interna da coerência entre objetivos, atividades, recursos e avaliação. Análise conceptual da exequibilidade do módulo e identificação de possíveis melhorias, em alinhamento com o processo de validação conceptual descrito na Secção 6.4

Fonte: Elaboração própria com base no modelo ADDIE (Branch, 2009) e nos princípios de design instrucional de Laurillard (2012).

### 6.3.2. Protótipo e Distribuição de Tipos de Aprendizagem

Desenvolvido na plataforma *Learning Designer*, o protótipo equilibra os tipos de aprendizagem de Laurillard (2012) para maximizar o envolvimento do aluno e garantir a eficácia da formação técnica.



	<b>Aprendizagem através de</b>	<b>minutos</b>	<b>%</b>
	Aquisição (ler, observar, escutar)	105	15
	Investigação	110	15
	Discussão	70	10
	Prática	135	19
	Colaboração	100	14
	Produção	200	28

Figura 6.1 – Visão geral do design do módulo no *Learning Designer*, mostrando a distribuição do tempo pelos diferentes tipos de aprendizagem.

Fonte: Captura de ecrã da plataforma *Learning Designer* (2025), com tradução do autor.

A predominância das atividades de Produção (28%) e Prática (19%) demonstra a coerência do protótipo com os anseios dos *stakeholders* e com as orientações do *DBR*, privilegiando o "aprender fazendo" em ambientes conectados. Esta distribuição confirma a intencionalidade pedagógica do módulo ao enfatizar atividades práticas e investigativas, essenciais para o desenvolvimento de competências alinhadas com a I4.0 e para favorecer processos iterativos de refinamento pedagógico.

A Figura 6.2 apresenta a sequência completa das atividades concebidas, organizada segundo as etapas do modelo ADDIE. Esta representação permite verificar a progressão pedagógica do módulo e a articulação entre os momentos *online* e presenciais.

INTRODUÇÃO À AUTOMAÇÃO E IoT		(120 minutes)	
Read Watch	25	1	0
Listen	Visualização de vídeos e animações interativos introdutórios sobre sensores, atuadores e comunicação IoT aplicados à manutenção industrial.		
Read Watch	20	1	0
Listen	Leitura de infográfico com exemplos de aplicações de IoT em contextos industriais, seguido de nota de síntese individual.		
Investigate	20	1	0
Listen	Resolução de questionário automático de diagnóstico sobre conceitos básicos de automação, sensores e IoT.		
Discuss	25	20	0
Listen	Discussão assíncrona em fórum online sobre desafios e oportunidades da digitalização em sistemas industriais.		
Collaborate	30	4	0
Listen	Em grupo, os alunos identificam três aplicações reais de IoT na indústria e publicam um breve resumo ilustrado.		
Notes:			
Resources linked: 0			

Análise

Desenho

Figura 6.2a - Introdução à Automação e IoT (Análise e Desenho).

PROGRAMAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE SENSORES		(150 minutes)	
Read Watch	15	20	0
Listen	Demonstração ao vivo sobre ligação de sensores básicos (temperatura, som e movimento) a microcontroladores.		
Practice	60	20	0
Listen	Montagem de um circuito de monitorização usando Arduino/Raspberry Pi, incluindo ligação, teste funcional e registo de leituras.		
Investigate	30	4	0
Listen	Calibração de sensores, análise de ruído, repetibilidade e validação de funcionalidade num sistema automatizado.		
Practice	30	20	0
Listen	Integração de dois ou mais sensores num mesmo microcontrolador e teste comparativo de leituras.		
Discuss	15	20	0
Listen	Debate orientado: "Principais desafios na integração de sensores no contexto industrial".		
Notes:			
Resources linked: 0			

Desenvolvimento

Implementação

Figura 6.2b - Programação e Integração de Sensores (Desenvolvimento e Implementação).

FABRICO ADITIVO E PROTOTIPAGEM		(120 minutes)							
Read Watch	Listen	15	20					0	0
Introdução aos princípios do fabrico aditivo, funcionamento da impressora 3D e noções básicas de modelação CAD. Visualização guiada sobre fundamentos de impressão 3D e segurança no laboratório.									
Practice		45	1					0	0
Criação de um suporte simples para sensor em software CAD (Tinkercad, Fusion 360 ou similar).									
Produce		30	4					0	0
Formative assessment									
Impressão da peça modelada, incluindo configuração da impressora e parâmetros básicos (temperatura, velocidade, materiais).									
Investigate		30	4					0	0
Medição da peça com paquímetro/digital e comparação com o modelo CAD. Discussão sobre precisão e tolerâncias.									
Notes:									
Resources linked: 0									

Desenvolvimento

Implementação

Figura 6.2c - Fabrico Aditivo e Prototipagem (Desenvolvimento e Implementação).

ANÁLISE DE DADOS E MANUTENÇÃO PREDITIVA		(120 minutes)							
Read Watch	Listen	30	20					0	0
Materiais sobre Big Data, análise de dados industriais e noções de manutenção preditiva.									
Investigate		30	1					0	0
Análise de ficheiros de dados recolhidos pelos sensores; identificação de padrões e anomalias.									
Collaborate		25	4					0	0
Trabalho de grupo numa folha colaborativa (Google Sheets) para discutir interpretações sobre os dados e identificar oportunidades de melhoria num processo industrial hipotético.									
Produce		35	20					0	0
Formative assessment									
Construção de um mini-dashboard com gráficos (Excel/Sheets) usando dados recolhidos.									
Notes:									
Resources linked: 0									

Implementação

Figura 6.2d - Análise de Dados e Manutenção Preditiva (Implementação).

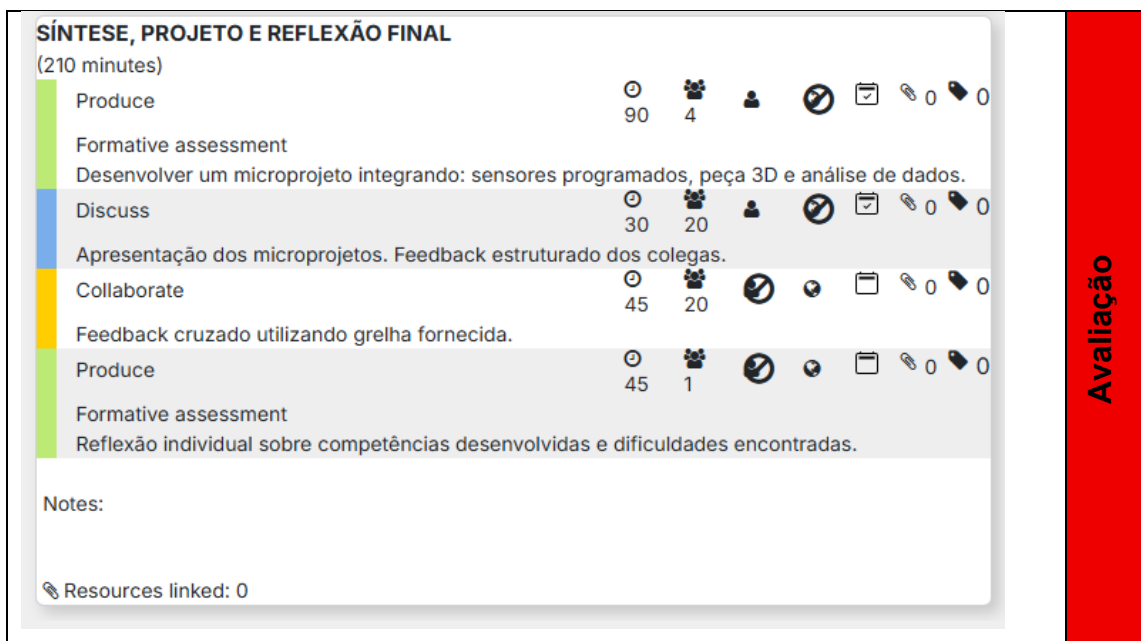


Figura 6.2e - Síntese e Reflexão (Avaliação).

Figura 6.2 – Estrutura sequencial das atividades do módulo no *Learning Designer*, organizada segundo o modelo ADDIE.

Fonte: Captura de ecrã da plataforma *Learning Designer* (2025), com adaptação do autor.

### 6.3.3. Exemplo de Atividade: Fabrico Aditivo e Prototipagem

Para ilustrar a operacionalização pedagógica do módulo, apresenta-se abaixo um exemplo de uma atividade prática no *Learning Designer*. Esta visualização permite observar a distribuição dos tipos de aprendizagem, o tempo dedicado a cada componente, a modalidade (presencial/online) e a natureza formativa da tarefa. A análise destas opções evidencia a intencionalidade pedagógica de promover aprendizagem ativa, experimental e alinhada com as competências exigidas pela I4.0.

#### FABRICO ADITIVO E PROTOTIPAGEM

<i>Ler, Observar, Escutar</i>	<i>15 minutos</i>	<i>20 estudantes</i>	<i>Presença do professor</i>	<i>Presencial (não online)</i>
-------------------------------	-------------------	----------------------	------------------------------	--------------------------------

Introdução aos princípios do fabrico aditivo, funcionamento da impressora 3D e noções básicas de modelação CAD. Visualização guiada sobre fundamentos de impressão 3D e segurança no laboratório.				
<i>Prática</i>	<i>45 minutos</i>	<i>1 estudante</i>	<i>Presença do professor</i>	<i>Presencial (não online)</i>
Criação de um suporte simples para sensor em software CAD (Tinkercad, Fusion 360 ou similar).				
<i>Produção</i>	<i>30 minutos</i>	<i>4 estudantes</i>	<i>Presença do professor</i>	<i>Presencial (não online)</i>
Impressão da peça modelada, incluindo configuração da impressora e parâmetros básicos (temperatura, velocidade, materiais).				
<i>Investigação</i>	<i>30 minutos</i>	<i>4 estudantes</i>	<i>Presença do professor</i>	<i>Presencial (não online)</i>
Medição da peça com paquímetro/digital e comparação com o modelo CAD. Discussão sobre precisão e tolerâncias.				

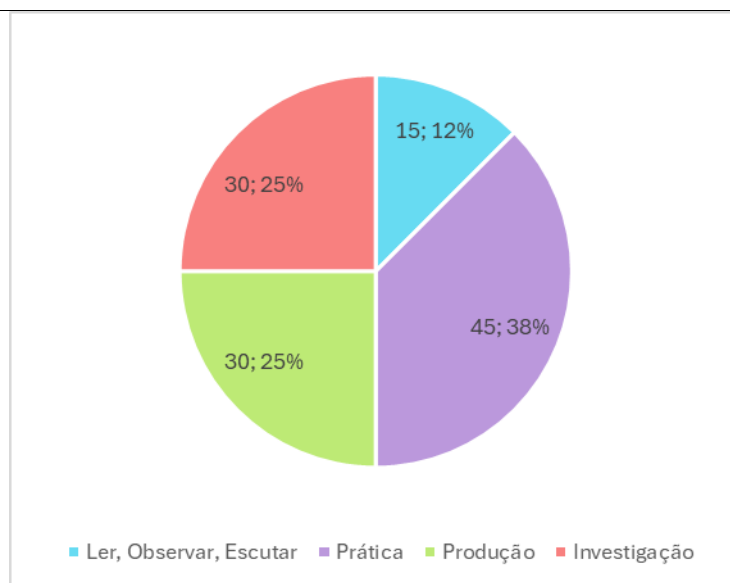


Figura 6.3 – Exemplo de uma atividade prática no *Learning Designer*, com a distribuição dos tipos de aprendizagem e respetiva carga temporal.

Fonte: Captura de ecrã da plataforma *Learning Designer* (2025), com tradução do autor.

A atividade integra quatro tipos de aprendizagem organizados de forma progressiva, em consonância com os princípios de suporte gradual e de aprendizagem experiencial, conforme detalhado de seguida:

### **1. Ler/Observar/Escutar (15 min) — Introdução guiada aos conceitos de fabrico aditivo**

Função pedagógica: Ativar conhecimentos prévios e garantir um ponto de partida comum sobre conceitos estruturantes (impressão 3D, CAD e segurança).

Justificação: Assegura a base conceptual mínima necessária antes da manipulação de equipamentos técnicos.

### **2. Prática (45 min) — Modelação inicial em CAD**

Função pedagógica: Aplicação direta dos conceitos e desenvolvimento de competências técnicas de modelação 3D (individual).

Justificação: A prática é central para a autonomia técnica transferível para o contexto industrial.

### **3. Produção (30 min) — Impressão da peça criada em CAD**

Função pedagógica: Materialização do projeto digital e aprendizagem sobre parâmetros técnicos (temperatura, velocidade). Promove a cooperação em grupo.

Justificação: O carácter formativo permite o feedback imediato e o ajuste ao design, alinhando-se com a lógica exploratória da *DBR* sem a pressão da avaliação sumativa.

### **4. Investigação (30 min) — Medição e análise da peça fabricada**

Função pedagógica: Desenvolvimento de competências de metrologia e comparação entre o modelo digital e o físico (lógica de tolerância industrial).

Justificação: Introduce o pensamento crítico e a análise de resultados, essenciais para a manutenção e operação em ambientes I4.0.

### **Síntese Pedagógica da Atividade**

A combinação destes tipos de aprendizagem permite uma progressão cognitiva estruturada (compreender → aplicar → produzir → analisar), simulando um microciclo industrial de prototipagem. Esta lógica confirma a intencionalidade do design em promover uma aprendizagem orientada para a resolução de problemas reais, fundamentando o carácter iterativo da investigação.

A estrutura detalhada do módulo — incluindo objetivos de aprendizagem, sequência de atividades e capturas de ecrã representativas da conceção instrucional — encontra-se apresentada no Apêndice I – Protótipo do Módulo Piloto desenvolvido no *Learning Designer*.

## **6.4. Validação Conceptual da Proposta**

### **6.4.1. Validação Conceptual do Referencial e do Protótipo**

A fase de validação corresponde ao momento final do ciclo *DBR*, centrando-se na verificação da coerência interna, pertinência e exequibilidade das soluções desenvolvidas ao longo do estudo (DBR Collective, 2003; Wang & Hannafin, 2005). No contexto de um projeto de mestrado, esta validação assume um carácter conceptual e formativo, não implicando a recolha de novos dados empíricos.

Esta opção é consistente com a literatura, que reconhece que, em estudos de pequena escala ou com duração limitada, a fase final do *DBR* foca-se sobretudo na análise reflexiva do design e na verificação do alinhamento entre problema, intervenção e fundamentos teóricos (Anderson & Shattuck, 2012; Amiel & Reeves, 2008).

### **Justificação da abordagem adotada**

A escolha de uma validação conceptual é sustentada por três fatores:

1. Os dados recolhidos previamente junto de ex-alunos e profissionais forneceram informação suficiente para fundamentar o diagnóstico curricular e a construção do Quadro Referencial de Formação.
2. A aplicação de novos instrumentos de recolha seria incompatível com os prazos e recursos do projeto, com benefícios limitados para as conclusões já alcançadas.
3. A literatura do *DBR* indica que a validação pode assumir uma forma exploratória e interna, centrada na coerência do design, especialmente em contextos académicos (Collins, 1990; Anderson & Shattuck, 2012).

#### **6.4.2. Processos de Validação**

A validação foi operacionalizada através de dois eixos distintos:

1. **Validação Conceptual Interna:** Verificação sistemática do alinhamento entre o diagnóstico curricular (Capítulo 5), o Quadro Referencial de Formação (Secção 6.1), o protótipo no *Learning Designer* (Secção 6.2) e as diretrizes normativas da Educação 4.0. Este processo assegura que cada atividade proposta no módulo piloto responde diretamente a uma lacuna identificada empiricamente.
2. **Reflexão sobre a Aplicabilidade:** Análise da exequibilidade do módulo no LED. Esta reflexão permitiu confirmar o equilíbrio entre as competências técnicas, digitais e transversais, cumprindo a etapa de "avaliação e reflexão" da metodologia *DBR* (Barab & Squire, 2004).

#### **6.4.3. Carácter e Alcance da Validação**

A validação realizada é formativa e não conclusiva, procurando reforçar a coerência metodológica do modelo, confirmar a relevância das competências integradas no referencial e identificar melhorias possíveis para futuras fases de desenvolvimento. Este procedimento é adequado ao carácter exploratório do *DBR* em projetos académicos e garante a robustez conceptual das propostas desenvolvidas, sem comprometer os prazos nem a consistência das conclusões.

A validação conceptual realizada no âmbito deste trabalho centrou-se na verificação da coerência interna do sistema. Reconhece-se que uma validação externa por peritos da indústria constituiria uma etapa subsequente essencial para garantir a plena aplicabilidade do referencial, conforme previsto no ciclo iterativo da metodologia *DBR*.

## 7. Conclusões e Perspetivas para o Futuro

O presente projeto de mestrado teve como objetivo central contribuir para a atualização curricular do CPTMIvE, face às exigências emergentes da I4.0, através da conceção de um referencial de formação e de um protótipo de um módulo piloto em regime *b-learning*. Inserido no domínio da Pedagogia do E-learning, o estudo procurou responder ao desfasamento identificado entre os currículos do ensino profissional e as competências técnicas, digitais e transversais atualmente valorizadas nos contextos industriais.

Os resultados obtidos, a partir da triangulação de dados recolhidos junto de ex-alunos e de profissionais da indústria, confirmam a solidez técnica da formação de base associada ao CPTMIvE, mas evidenciam lacunas significativas no que respeita à integração sistemática de tecnologias emergentes, metodologias pedagógicas ativas e competências digitais avançadas. Em particular, destaca-se a necessidade de reforçar áreas como a automação inteligente, a IoT, a análise de dados e a IA, bem como competências transversais associadas à resolução de problemas, ao pensamento crítico e à aprendizagem ao longo da vida.

Neste sentido, os resultados do estudo revelam-se particularmente relevantes à luz da recente revisão do Catálogo Nacional de Qualificações (CNQ), conduzida pela Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional (ANQEP), no âmbito do programa Pessoas 2030. A matriz de correspondência entre o catálogo em vigor e o novo CNQ indica a agregação do CPTMIvE na nova qualificação 521RA122 – Técnico/a de Manutenção Industrial / Mecatrónica, refletindo uma reorganização das qualificações baseada em competências, resultados de aprendizagem e maior flexibilidade curricular (ANQEP, 2025b; Pessoas 2030, 2025). Esta alteração confirma a pertinência do foco do presente projeto, ao evidenciar a necessidade de perfis profissionais mais integrados, capazes de responder à crescente convergência entre mecânica, eletrónica, automação e sistemas digitais.

A opção metodológica pelo *DBR* revelou-se adequada à natureza aplicada do projeto, permitindo articular diagnóstico, concepção e reflexão crítica de forma iterativa. Embora a implementação plena do protótipo não tenha sido concretizada no horizonte temporal do estudo, a validação conceptual realizada permite afirmar a coerência interna e a pertinência pedagógica do referencial. O desenvolvimento do módulo piloto em *b-learning*, estruturado segundo o modelo ADDIE e apoiado na ferramenta *Learning Designer*, constitui um contributo relevante para futuras iterações e para uma eventual aplicação em contexto real.

O processo de desenvolvimento incluiu momentos de análise intermédia, como a realizada em julho de 2025, fundamentais para a consolidação conceptual do estudo. Estes momentos de decisão, influenciados pelo Seminário de Orientação (SOPeL) e pelas reuniões de tutoria, encontram-se sistematizados no Apêndice III, reforçando a transparência metodológica do percurso investigativo.

Contudo, impõe-se uma reflexão pragmática fundamentada na minha experiência docente de cerca de duas décadas no ensino técnico profissional. Se, por um lado, a modernização tecnológica é imperativa, por outro, a implementação efetiva do regime *b-learning* enfrenta desafios estruturais relacionados com o perfil dos formandos atuais. Observa-se que uma parcela significativa das turmas com quem tenho trabalhado (frequentemente superior a 50%) beneficia de medidas de suporte à aprendizagem (medidas seletivas), apresentando dificuldades ao nível da atenção e concentração, bem como escassa autonomia e espírito crítico. Estes fatores, aliados a desafios crescentes de gestão de sala de aula e indisciplina, constituem constrangimentos reais à eficácia de modelos de aprendizagem autorregulada e online. Assim, o sucesso da transição para o ensino 4.0 dependerá não apenas de equipamentos, mas de um design instrucional que preveja estratégias de acompanhamento e apoio que reconcentrem o foco do aluno no processo de construção do conhecimento.

No que respeita às perspetivas para o futuro, recomenda-se a implementação piloto do módulo desenvolvido, envolvendo alunos, professores e parceiros

empresariais para validar e aperfeiçoar a proposta. A lógica de sistema modular e de microcredenciais poderá ser aprofundada, favorecendo percursos formativos mais flexíveis e alinhados com as necessidades específicas da indústria. Neste contexto, a inteligência artificial assume-se como uma tecnologia catalisadora da Educação 4.0, com elevado potencial para a personalização das aprendizagens e para o apoio à avaliação formativa (UNESCO, 2023).

Neste contexto, a IA assume-se como uma tecnologia emergente com elevado potencial de impacto no ensino e na formação profissional. A integração de sistemas baseados em IA — como tutores inteligentes, sistemas de recomendação de conteúdos, análise de dados de aprendizagem ou ferramentas de apoio à avaliação formativa — poderá contribuir para a personalização das aprendizagens, para o acompanhamento mais eficaz dos estudantes e para a melhoria contínua dos processos formativos. A literatura recente sublinha o papel da IA como catalisador da Educação 4.0, desde que a sua adoção seja enquadrada por princípios éticos, pedagógicos e formativos claros (Luckin *et al.*, 2016; Holmes *et al.*, 2019; UNESCO, 2023).

Por fim, considera-se que este estudo constitui um contributo relevante para a reflexão sobre a modernização do ensino profissional em Portugal, demonstrando o potencial do *b-learning*, do design instrucional estruturado e das metodologias de investigação aplicada na resposta aos desafios da I4.0. A articulação entre os resultados deste projeto e o novo enquadramento do CNQ reforça a sua atualidade e utilidade, apontando para a necessidade de continuar a aproximar políticas públicas de qualificação, inovação pedagógica e transformação tecnológica dos contextos produtivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alhloul, A., & Kiss, E. (2022). Industry 4.0 as a challenge for the skills and competencies of the labor force: A bibliometric review and a survey. *Sci*, 4(3), 34. <https://doi.org/10.3390/sci4030034>
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- ANQEP. (2025a). *Metodologia de atualização e desenho das qualificações do Catálogo Nacional de Qualificações* (Versão 2). <https://www.anqep.gov.pt/np4/1190.html>
- ANQEP. (2025b). *Revisão do Catálogo Nacional de Qualificações*. Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional. <https://anqep.gov.pt/np4/1136.html>
- ASEAN Briefing. (2021). *How Singapore is poised to take advantage of Industry 4.0*. <https://www.aseanbriefing.com/news/how-singapore-is-poised-to-take-advantage-of-industry-4-0/>
- Azevedo, A. I., Caramelo, J., & Marques da Silva, S. (2021). Os impactos da Indústria 4.0 no território e nas práticas pedagógicas de formadores/as. *Laboreal*, 17(2). <https://doi.org/10.4000/laboreal.18410>
- Baltazar, A. L. G. (2022). *Educação 4.0: Desafios e oportunidades* [Dissertação de Mestrado, Universidade NOVA de Lisboa]. Repositório Institucional. <http://hdl.handle.net/10362/143941>
- Barab, S., & Squire, K. (2004). DBR: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1)
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Cam, H., Ahmed, S., & Gürcan, F. (2024). Business research on Industry 4.0: A systematic review using topic modeling. *Future Business Journal*, 10(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s43093-024-00398-2>
- Cedefop. (2020). *Vocational education and training in Europe 1995–2035: Scenarios for European VET systems*. Publications Office of the European Union. <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications/6224>
- Cedefop. (2021a). *O sistema de educação e formação profissional em Portugal: Descrição sumária*. Serviço das Publicações da União Europeia. <http://data.europa.eu/doi/10.2801/359964>
- Cedefop. (2021b). *VET in Portugal*. In Cedefop, *Spotlight on VET - 2020 compilation: Vocational education and training systems in Europe* (pp. 60-61). Publications Office of the European Union. <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/publications/4189>
- Cedefop. (2021c). *Vocational education and training: Developments and prospects 2021*. Publications Office of the European Union. <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications/4187>

- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15–22). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2)
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_2)
- Comissão Europeia. (2024). *Monitor de Educação e Formação 2023 – Relatório sobre Portugal*. Programa Pessoas 2030. <https://pessoas2030.gov.pt/2024/01/05/monitor-de-educacao-e-formacao-2023-relatorio-sobre-portugal/>
- COTEC Portugal. (2020). *Indústria 4.0 | Estratégia Nacional para a Digitalização da Economia*. COTEC. [https://cotecportugal.pt/wp-content/uploads/2020/02/industria4\\_0medidas-pt-1.pdf](https://cotecportugal.pt/wp-content/uploads/2020/02/industria4_0medidas-pt-1.pdf)
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage Publications.
- Delač, D., & Purković, D. (2024). Teachers' perceptions of project-based learning in technical vocational education and training. *Polytechnica*, 8(2). <https://doi.org/10.36978/cte.8.2.2>
- DGEEC. (2024). *Educação em Números – Portugal 2024*. Ministério da Educação, Ciência e Inovação. <https://www.dgeec.medu.pt/api/ficheiros/66a3a4676d6fdaac73b574dd>
- Digital Asia Hub. (2021). *Preparing for workforce transformation in Singapore: The role of technical and vocational education and training (TVET)*. Medium. <https://medium.com/digital-asia-ii/preparing-for-workforce-transformation-in-singapore-the-role-of-technical-and-vocational-education-526d4b1c6422>
- European Commission. (2020). *Osnabrück Declaration on vocational education and training as an enabler of recovery and just transitions to digital and green economies*. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0a4a5a43-235b-11eb-b27b-01aa75ed71a1>
- European Commission. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/308407>
- Fang, M., Choi, K., Kim, S., & Chan, B. (2023). Student engagement and satisfaction with online learning: Comparative Eastern and Western perspectives. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 20(5). <https://ro.uow.edu.au/jutlp/vol20/iss5/17>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Fundação Francisco Manuel dos Santos. (2025). *A expansão dos cursos profissionais em Portugal: Que impacto na educação, no emprego e no empreendedorismo?* [https://ffms.pt/sites/default/files/2025-07/Policy%20Paper\\_A%20Expans%C3%A3o%20dos%20Cursos%20Profissionais%20em%20Portugal.pdf](https://ffms.pt/sites/default/files/2025-07/Policy%20Paper_A%20Expans%C3%A3o%20dos%20Cursos%20Profissionais%20em%20Portugal.pdf)

- Gagne, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., Keller, J. M., & Russell, J. D. (2005). *Principles of instructional design*. Performance Improvement. <https://doi.org/10.1002/pfi.4140440211>
- Helms, M., & Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis – where are we now? A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 215-251. <http://doi.org/10.1108/17554251011064837>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign. [https://www.researchgate.net/publication/332180327\\_Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Education\\_Promise\\_and\\_Implications\\_for\\_Teaching\\_and\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/332180327_Artificial_Intelligence_in_Education_Promise_and_Implications_for_Teaching_and_Learning)
- INCoDe.2030. (2022). *Metas INCoDe.2030*. Observatório INCoDe.2030. <https://observatorio.incode2030.gov.pt/metas-incode-2030/>
- Jeon, S. (2025). *How can innovative technologies transform vocational education and training: Insights for Ukraine*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/fb40f416-en>
- Jingar, P., Singh, A., & Gupta, S. (2022). Artificial intelligence: Revolutionizing India byte by byte. In *Impact of Artificial Intelligence on Organizational Transformation* (pp. 165-182). Wiley. <http://doi.org/10.1002/9781119710301.ch11>
- Jonassen, D.H., Howland, J., Moore, J., & Marra, R.M. (2003). *Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective (2nd ed.)*. Prentice Hall.
- Junqueira, A. (2020). *A Quarta Revolução Industrial e o potencial impacto da Indústria 4.0 sobre o emprego* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho]. Repositório Institucional. <https://hdl.handle.net/1822/68632>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (Eds.). (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion; acatech. [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Kagermann\\_et\\_al.\\_2013.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Kagermann_et_al._2013.pdf)
- Kaushik, V., & Walsh, C. A. (2019). Pragmatism as a research paradigm and its implications for social work research. *Social Sciences*, 8(9), 255. <https://doi.org/10.3390/socsci8090255>
- Laurillard, D. (2012). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*. Routledge.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson. [https://www.researchgate.net/publication/299561597\\_Intelligence\\_Unleashed\\_An\\_argument\\_for\\_AI\\_in\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/299561597_Intelligence_Unleashed_An_argument_for_AI_in_Education)
- Malessa, E. (2023). Technology-enhanced or technology-exhausted learning in adult migrant literacy education in Finland: Exploring teachers' experiences and views in pre-pandemic and pandemic times. *International Journal of Technology in Education and Science*, 7(2). <http://doi.org/10.46328/ijtes.437>
- McKinsey Global Institute. (2017). *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation*. <http://hdl.voced.edu.au/10707/444873>
- McKinsey Global Institute. (2023). *Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages*. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>

- Moraes, E., Kipper, L., Kellermann, A. C., Austria, L., Leivas, P., Ribas, J., & Witczak, M. (2022). Integration of Industry 4.0 technologies with Education 4.0: Advantages for improvements in learning. *Interactive Technology and Smart Education*. <http://doi.org/10.1108/ITSE-11-2021-0201>
- Moreira, J. A., Henriques, S., & Barros, D. (2020a). *Educação profissional e as transições digital e ecológica: Desafios e oportunidades*. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/44136>
- Moreira, J. A., Henriques, S., & Barros, D. (2020b). Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. *Dialogia*, (34), 351–364. <https://doi.org/10.5585/dialogia.n34.17123>
- OECD. (2023). *OECD Skills Outlook 2023: Skills for a resilient green and digital transition*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/27452f29-en>.
- OECD. (2025). *Vocational Education and Training and the Green Transition in Finland*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/4d29a34a-en>.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed.). Routledge.
- Parlamento Europeu. (2023). *Relatório sobre o reforço e adaptação da formação profissional como ferramenta para o sucesso dos trabalhadores e pilar da economia da UE na nova Indústria 4.0* (P9\_TA(2023)0271). [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0271\\_PT.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0271_PT.pdf)
- Perrenoud, P. (1999). *Construir as competências desde a escola*. Artmed.
- Perrenoud, P. (2000). *10 Novas Competências para Ensinar: Convite à Viagem*. Artmed.
- Pessoas 2030. (2025). *Revisão do Catálogo Nacional de Qualificações*. <https://pessoas2030.gov.pt/2025/12/23/revisao-do-catalogo-nacional-de-qualificacoes/>
- Portugal. (2006). *Portaria n.º 1312/2006, de 23 de novembro*. Diário da República, 1.ª série, n.º 225
- Portugal. (2021a). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 59/2021, de 14 de maio: Plano de Ação para a Transição Digital*. Diário da República, n.º 92/2021, Série I.
- Portugal. (2021b). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 155/2021, de 9 de novembro: Programa Escola Digital*. Diário da República, n.º 217/2021, Série I.
- Reiser, R. A., & Dempsey, J. V. (Eds.). (2002). *Trends and Issues in Instructional Design and Technology*. Pearson. <https://doi.org/10.1007/BF02504986>
- Rupp, M., Schneckenburger, M., Merkel, M., Börret, R., & Harrison, D. K. (2021). Industry 4.0: A technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 68. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010068>
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-based research methods for studying learning in context. *Educational Psychologist*, 39(4), 199–201. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904_1)

- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. [https://law.unimelb.edu.au/data/assets/pdf\\_file/0005/3385454/Schwab-The Fourth Industrial Revolution Klaus S.pdf](https://law.unimelb.edu.au/data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The Fourth Industrial Revolution Klaus S.pdf)
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing. <https://doi.org/10.54675/ASRB4722>
- UNESCO. (2022). *Transforming Technical and Vocational Education and Training (TVET) for successful and just transitions: UNESCO strategy 2022-2029*. UNESCO Publishing. <https://doi.org/10.54675/EUDU5854>
- UNESCO. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
- Vergani, A. (2022). *Case study Italy: The future of vocational education and training in Europe*. Cedefop. [https://www.cedefop.europa.eu/files/italy\\_future\\_of\\_vet\\_vol.2.pdf](https://www.cedefop.europa.eu/files/italy_future_of_vet_vol.2.pdf)
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>
- West, D. M. (2012). *Digital Schools: How Technology Can Transform Education*. Brookings Institution Press. <http://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctt6wpdm6>
- Wittig, W. (2022). *Case study Germany: The future of vocational education and training in Europe*. Cedefop. [https://www.cedefop.europa.eu/files/germany\\_future\\_of\\_vet\\_vol.2\\_0.pdf](https://www.cedefop.europa.eu/files/germany_future_of_vet_vol.2_0.pdf)
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>
- World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>

## **APÉNDICES**

**Apêndice I – Protótipo do Módulo Piloto desenvolvido no *Learning Designer***

## **Design de Aprendizagem para: Automação e Monitorização Inteligente de Sistemas Industriais (Módulo Piloto)**

### **Contexto**

Temas: Automação, Sensores, IoT, Prototipagem, Manutenção Preditiva

Tempo total de aprendizagem: 12 horas

Tempo de aprendizagem planeado: 12 horas

Dimensão da turma: 20 estudantes

Descrição: Este módulo piloto, concebido em formato b-learning, integra atividades online e presenciais para desenvolver competências técnicas, digitais e transversais na área da automação industrial. Os alunos exploram conceitos fundamentais de IoT, programam e integram sensores com placas Arduino/Raspberry Pi, realizam prototipagem em impressora 3D, analisam dados recolhidos e aplicam princípios de manutenção preditiva.

O módulo combina conteúdos digitais interativos, tarefas práticas em laboratório (LED) e atividades colaborativas de reflexão, culminando na elaboração de um microprojeto aplicado.

Modalidade de ensino: Blended

### **Objetivos**

- Desenvolver competências essenciais de automação, Internet of Things (IoT) e integração de sensores aplicadas à manutenção industrial.
- Promover a capacidade de programar, testar e calibrar sistemas de monitorização industrial em ambiente laboratorial.
- Explorar ferramentas de fabrico aditivo e prototipagem rápida para suportar dispositivos de monitorização.
- Analisar dados recolhidos por sensores e compreender princípios básicos de manutenção preditiva.
- Fomentar competências transversais como resolução de problemas, trabalho colaborativo e comunicação técnica.

### **Resultados de aprendizagem**

Conhecimentos: Ao final do módulo, o aluno deverá ser capaz de: Identificar os principais sensores e atuadores utilizados em sistemas de automação industrial. Programar placas Arduino ou Raspberry Pi para recolha e processamento básico de dados. Integrar sensores num circuito funcional de monitorização em tempo real. Criar componentes simples de suporte através de modelação CAD e impressão 3D. Interpretar dados recolhidos pelos sensores, aplicando noções introdutórias de manutenção preditiva. Colaborar na criação e apresentação de um microprojeto prático, articulando competências técnicas e digitais. Refletir sobre os desafios e oportunidades da digitalização na manutenção industrial.

### **Atividades de ensino-aprendizagem**





*Produção*                      *30 minutos*                      *4 Estudantes*    *Presença do professor*    *Presencial (não online)*

Impressão da peça modelada, incluindo configuração da impressora e parâmetros básicos (temperatura, velocidade, materiais).

*Investigação*                      *30 minutos*                      *4 Estudantes*    *Presença do professor*    *Presencial (não online)*

Medição da peça com paquímetro/digital e comparação com o modelo CAD. Discussão sobre precisão e tolerâncias.

#### **ANÁLISE DE DADOS E MANUTENÇÃO PREDITIVA**

*Ler Observar*                      *30 minutos*                      *20 Estudantes*    *Sem presença do professor*    *Online*  
*Escutar)*

Materiais sobre Big Data, análise de dados industriais e noções de manutenção preditiva.

*Investigação*                      *30 minutos*                      *1 Student*                      *Sem presença do professor*    *Online*

Análise de ficheiros de dados recolhidos pelos sensores; identificação de padrões e anomalias.

*Colaboração*                      *25 minutos*                      *4 Estudantes*    *Presença do professor*    *Online*

Trabalho de grupo numa folha colaborativa (Google Sheets) para discutir interpretações sobre os dados e identificar oportunidades de melhoria num processo industrial hipotético.

*Produção*                      *35 minutos*                      *20 Estudantes*    *Sem presença do professor*    *Online*

Construção de um mini-dashboard com gráficos (Excel/Sheets) usando dados recolhidos.

#### **SÍNTESE, PROJETO E REFLEXÃO FINAL**

*Produção*                      *1 hora e 30 minutos*                      *4 Estudantes*    *Presença do professor*    *Presencial (não online)*

Desenvolver um microprojeto integrando: sensores programados, peça 3D e análise de dados.

*Discussão*                      *30 minutos*                      *20 Estudantes*    *Presença do professor*    *Presencial*  
*(não*  
*online)*

Apresentação dos microprojetos. Feedback estruturado dos colegas.

*Colaboração*                      *45 minutos*                      *20 Estudantes*    *Sem presença do*                      *Online*  
*professor*

Feedback cruzado utilizando grelha fornecida.

*Produção*                      *45 minutos*                      *1 Student*                      *Sem presença do*                      *Online*  
*professor*

Reflexão individual sobre competências desenvolvidas e dificuldades encontradas.

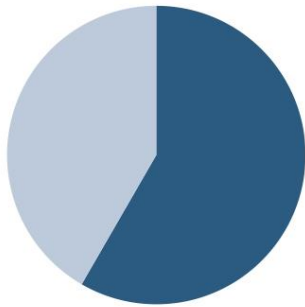
### Representações da experiência de aprendizagem



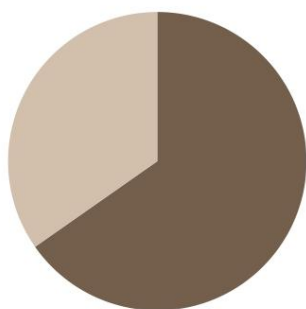
Aprendizagem através de		minutos	%
	Aquisição (ler, observar, escutar)	105	15
	Investigação	110	15
	Discussão	70	10
	Prática	135	19
	Colaboração	100	14
	Produção	200	28



		minutos	%
	Turma inteira	300	42
	Grupo	235	32
	Individual	185	26



		minutos	%
	Presencial (não online)	420	58
	Online	300	42



		minutos	%
	Presença do professor	470	65
	Sem presença do professor	250	35

**Gráficos gerados pela plataforma**

## **Apêndice II – Cronograma do Projeto**

<b>Data / Período</b>	<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>
<b>Set–Out 2024</b>	Definição do problema e dos objetivos	Identificação do problema de investigação, enquadramento na I4.0 e definição dos objetivos gerais e específicos do projeto.
<b>Nov–Dez 2024</b>	Revisão da literatura e ajuste formal	Revisão sistemática sobre VET e I4.0. Retificação da modalidade para 'Trabalho de Projeto' após indicação da coordenação (23/12).
<b>26 nov 2024</b>	Submissão da proposta de projeto	Submissão formal da proposta ao Conselho Científico (aprovada por despacho em 18 de fevereiro de 2025).
<b>Jan–Abr 2025</b>	Estruturação do referencial preliminar	Conceção inicial do referencial de competências e definição das áreas estruturantes técnica, digital e transversal.
<b>Mai 2025</b>	Instrumentos e aprovação ética	Elaboração dos questionários e obtenção de parecer favorável da Comissão de Ética da UAb (22 de maio).
<b>22 mai 2025</b>	Aprovação ética	Obtenção de parecer favorável da Comissão de Ética para a aplicação dos instrumentos (Parecer n.º 23/2025).
<b>Jun-Jul 2025</b>	Recolha de dados e SOPeL	Aplicação dos questionários e participação na 'Ronda de Situação' em SOPeL (26/06). Decisão de reorientação para design de protótipo.
<b>Jul–Ago 2025</b>	Análise de dados e Design	Tratamento de dados e exploração da ferramenta <i>Learning Designer</i> com base nos <i>Learning Types</i> de Laurillard. (Reunião de orientação em 11/08)
<b>Set 2025</b>	Definição do módulo piloto	Seleção do tema e planeamento do módulo piloto ("Automação e Monitorização Inteligente") com base nos dados empíricos recolhidos.
<b>Out 2025</b>	Desenvolvimento do módulo	Construção do design pedagógico do módulo no <i>Learning Designer</i> e organização da sequência de atividades híbridas.
<b>Nov 2025</b>	Revisão e validação conceptual	Revisão do módulo e do referencial fundamentada na literatura de <i>DBR</i> , focada na coerência interna e exequibilidade.
<b>Dez 2025</b>	Integração e refinamento	Integração final dos resultados no referencial e ajustamento das unidades curriculares e carga horária proposta.
<b>Jan 2026</b>	Revisão metodológica global	Revisão crítica do enquadramento metodológico ( <i>DBR</i> e <i>ADDIE</i> ) e consolidação da redação final do Capítulo 4. (Reunião em 30/01).
<b>Fev 2026</b>	Consolidação e submissão	Revisão final do documento, harmonização de citações (APA 7.ª ed.) e submissão definitiva do Trabalho de Projeto (fevereiro de 2026).

### **Apêndice III – Diário de Bordo do Desenvolvimento do Projeto**

<b>Data / Período</b>	<b>Situação / decisão registada</b>	<b>Fundamentação / impacto no projeto</b>	<b>Evidência associada</b>
<b>Out 2024</b>	Reuniões de orientação e reformulação do foco do projeto	Reuniões com o orientador (02 e 18/10) para alinhar a problemática com a I4.0 e definir o design metodológico baseado em <i>DBR</i> .	Capítulo da Problemática
<b>Nov 2024</b>	Submissão da proposta ao Conselho Científico	Consolidação do enquadramento teórico (I4.0 e VET) e submissão formal do plano de trabalho em 26/11.	Proposta de Projeto
<b>Dez 2024</b>	Retificação da modalidade: 'Trabalho de Projeto'	Ajuste formal solicitado pela coordenação do curso (23/12) para clarificar a modalidade escolhida em detrimento de 'Dissertação'.	Capa do projeto
<b>Mai 2025</b>	Submissão e Parecer da Comissão de Ética	Ajuste final dos questionários e obtenção de parecer positivo em 22/05, permitindo o início da recolha de dados.	Anexo II
<b>Jun 2025</b>	Sessão Síncrona SOPeL (Ronda de Situação)	Apresentação do ponto de situação em 26/06. O feedback de pares e docentes sugeriu um maior afunilamento do alcance do projeto.	Apresentação SOPeL
<b>Jul 2025</b>	Análise intermédia e reformulação do objeto	Decisão crítica (07 e 15/07) de transitar do desenvolvimento de uma plataforma para a conceção de um roteiro/protótipo instrucional, devido a prazos e foco pedagógico.	Relatório de Progresso 1
<b>Ago 2025</b>	Adoção da ferramenta <i>Learning Designer</i>	Reunião com o orientador (11/08) onde se definiu o uso desta ferramenta para materializar o protótipo baseado em <i>Learning Types</i> .	Protótipo Inicial
<b>Out 2025</b>	Expansão da Revisão de Literatura	Ajustes no Capítulo 3 após feedback do orientador (03/10) sobre a necessidade de aprofundar o estado da arte e conceitos de VET em Portugal.	Capítulo 3 revisto
<b>Nov 2025</b>	Revisão Metodológica e Estratégia de Validação	Decisão de realizar uma validação conceptual (25/11), fundamentada na literatura de <i>DBR</i> para projetos de mestrado, garantindo a exequibilidade.	Capítulo 4 revisto
<b>Jan 2026</b>	Reunião final de consolidação e revisão global	Reunião de 30/01 para preparação do documento final, harmonização de tabelas e verificação de conformidade com o modelo pedagógico.	Documento Final

## **ANEXOS**

## **Anexo I – Consentimento Informado, Livre e Esclarecido**

**CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO  
PARA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA**

O presente documento contém informação importante em relação à investigação para a qual foi convidado a participar. Solicito que leia atentamente toda a informação apresentada, podendo apresentar alguma questão de modo a decidir da sua participação.

**Título da investigação:** *Integração de Tecnologias Emergentes da Indústria 4.0 no Ensino Profissional: Implementação de um projeto*

**Pessoa responsável pela investigação:** João Carlos da Luz Fernandes Baptista

**Instituição de acolhimento:** Laboratório de Educação a Distância e Elearning (LE@D).

**Objetivos da investigação:**

Desenvolver e implementar um plano de formação online que integre tecnologias emergentes da Indústria 4.0 (IoT, robótica, fabrico aditivo e IA) no currículo do curso de Técnico de Manutenção Industrial, variante Eletromecânica (CPTMvIE), de modo a alinhar a formação profissional com as exigências do mercado de trabalho contemporâneo.

**Duração esperada da participação:**

Maio 2025 a Julho 2025.

**Procedimentos do estudo:**

Este estudo visa alcançar os ex-alunos do CPTMvIE e profissionais da indústria. Para o efeito pretende-se enviar dois questionários online (elaborados no Google Forms) cumprindo todos os requisitos éticos, a cada um dos participantes com questões abertas e fechadas, solicitando as suas respostas/perceções num prazo de tempo definido. Terminado o prazo de resposta, seguir-se-á o tratamento de dados dos questionários que obedecerá a uma análise qualitativa e uma análise descritiva. Os resultados obtidos farão na sua totalidade parte do estudo académico.

**Possíveis benefícios esperados da participação:**

Os participantes terão a oportunidade de refletir sobre as suas próprias experiências na utilização de tecnologias emergentes da Indústria 4.0, contribuindo diretamente para a modernização do currículo do curso de Técnico de Manutenção Industrial, variante Eletromecânica (CPTMvIE), e para a melhoria das práticas de ensino neste domínio.

**Possíveis riscos da participação:**

Não se identificam possíveis riscos.

**Confidencialidade e anonimato:**

Todos os dados recolhidos serão tratados com estrita confidencialidade e armazenados num ambiente seguro, sendo usados exclusivamente para este estudo académico. Os resultados serão apresentados apenas de forma agregada e anónima, garantindo o anonimato dos participantes e o uso exclusivo dos dados no âmbito desta investigação.

**Sobre os dados recolhidos:**

Os dados recolhidos serão tratados de acordo com os princípios do anonimato e da confidencialidade. As respostas aos questionários serão analisadas questão a questão, de forma quantitativa (métodos estatísticos) e qualitativa (análise de conteúdo), produzindo relatórios descritivos para cada item. Após a conclusão do estudo, todos os dados pessoais serão eliminados, permanecendo apenas bases anónimas para uso académico. Os resultados consolidados integrarão a dissertação de mestrado e serão tornados públicos como parte do repositório académico.

**Divulgação dos resultados da investigação/projeto e sua finalidade**

Os resultados desta investigação serão integrados na dissertação de mestrado, bem como divulgados em artigos científicos e comunicações em conferências académicas. Além disso, os dados e conclusões serão submetidos ao repositório institucional da Universidade Aberta e a outras plataformas académicas. A finalidade desta divulgação é garantir a transparência e o acesso ao conhecimento produzido, promover a adoção de boas práticas no ensino profissional e contribuir para o avanço científico das Tecnologias 4.0 em contextos educativos.

**Contacto em caso de dúvidas:**

Para qualquer questão relacionada com a sua participação nesta investigação, por favor, contactar:

João Baptista

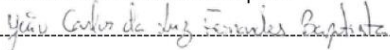
Email de estudante: [1501313@estudante.uab.pt](mailto:1501313@estudante.uab.pt)

**Tipo de participação:** A participação é voluntária e a qualquer momento pode desistir, para o que deve ser enviada uma mensagem para [1501313@estudante.uab.pt](mailto:1501313@estudante.uab.pt).

---

Assinatura do investigador que solicita a participação

Nome: João Carlos da Luz Fernandes Baptista

Assinatura  Data: 13/05/2025.

**Anexo II – Submissão à Comissão de Ética e Parecer Favorável**



## INFORMAÇÃO À COMISSÃO DE ÉTICA

### RESUMO DA INVESTIGAÇÃO

**Título:** Integração de Tecnologias Emergentes da Indústria 4.0 no Ensino Profissional: Implementação de um projeto

**Investigador/a:** João Carlos da Luz Fernandes Baptista

**Orientador** (no caso de dissertação, tese ou pesquisa de pós-doutoramento): Professor Doutor Diogo Gonzalez Casa Nova

**Período:** Novembro de 2024 a Outubro de 2025

**Foco/objetivos da investigação:** Desenvolver e implementar um plano de formação online que integre tecnologias emergentes da Indústria 4.0 (IoT, robótica, fabrico aditivo, IA) no currículo do curso de Técnico de Manutenção Industrial, variante Eletromecânica (CPTMvIE), de modo a colmatar lacunas identificadas e alinhar a formação profissional às exigências do mercado de trabalho contemporâneo

**Metodologia e instrumentos de recolha de dados:** Adota-se uma abordagem mista, com Design-Based Research (DBR) para o desenvolvimento iterativo da intervenção e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para atividades práticas.

- **Quantitativos:** questionários online aplicados a ex-alunos (30–50 participantes) e profissionais da indústria (10–20 participantes) para diagnóstico de competências e lacunas curriculares.
- **Qualitativos:** análise documental do currículo atual (Portaria n.º 1312/2006 e referencial ANQEP), análise de conteúdo das respostas abertas dos questionários online.
- Ferramentas de monitorização e avaliação inicial da plataforma online baseadas em estatística descritiva (SPSS) e análise de conteúdo.



#### Comissão de Ética

Parecer sobre os documentos apresentados por João Carlos da Luz Fernandes Baptista relativos ao projeto “Integração de Tecnologias Emergentes da Indústria 4.0 no Ensino Profissional: Implementação de um projeto”.

O mestrando João Carlos da Luz Fernandes Baptista apresentou à Comissão de Ética um documento informativo sobre a investigação que pretende desenvolver, referindo os objetivos do estudo e a metodologia a adotar. Apresentou também o projeto de estudo, no âmbito do Mestrado em Pedagogia do eLearning. No quadro da recolha de dados, o investigador submeteu à apreciação um documento destinado à obtenção do consentimento informado e esclarecido pelos participantes e dois questionários.

O documento de consentimentos informado apresenta uma introdução onde os possíveis participantes são informados sobre i) o investigador responsável pela investigação, ii) a instituição promotora, iii) os objetivos da investigação, iv) os procedimentos a usar e v) os potenciais benefícios e riscos. É, ainda, assegurado o anonimato dos participantes e a confidencialidade dos dados, sendo também informada a forma prevista de proteção dos mesmos. Os questionários a submeter aos potenciais informantes remetem para o documento de Consentimento Informado, solicitando a adesão explícita dos mesmos antes das questões propriamente ditas. A leitura destas não suscita reservas do ponto de vista da inquirição de dados sensíveis, não levantando problemas éticos

Tendo em conta a análise efetuada, damos parecer favorável à realização da investigação com base nos documentos propostos.

Laboratório de Educação a Distância e eLearning, 22 de maio de 2025

A Comissão de Ética

Alda Pereira

João Paz

Maria Prazeres Casanova

### **Anexo III – Questionário dirigido a Ex-Alunos**

# Diagnóstico das Competências e Lacunas Curriculares dos Ex-Alunos do Curso Técnico de Manutenção Industrial Variante Eletromecânica (CPTMvIE)

Este inquérito por questionário faz parte de uma investigação realizada por **João Carlos da Luz Fernandes Baptista**, no âmbito do Mestrado em Pedagogia do eLearning (mPeL) da **Universidade Aberta**, com o título “**Integração de Tecnologias Emergentes da Indústria 4.0 no Ensino Profissional: Implementação de um projeto**”.

Tem como objetivo desenvolver e implementar um plano de formação online que integre tecnologias emergentes da Indústria 4.0 (IoT, robótica, fabrico aditivo e IA) no currículo do curso de Técnico de Manutenção Industrial, variante Eletromecânica (CPTMvIE), de modo a alinhar a formação profissional com as exigências do mercado de trabalho contemporâneo.

Os dados recolhidos serão utilizados exclusivamente para fins académicos, para o diagnóstico de competências e lacunas curriculares.

O seu contributo não acarreta quaisquer riscos e entre os possíveis benefícios da investigação contam-se, contribuir para a modernização do currículo do curso de Técnico de Manutenção Industrial, variante Eletromecânica (CPTMvIE) e melhoria das práticas de ensino.

Este questionário é composto por **onze** perguntas, tem a duração estimada de **dez** minutos e destina-se a ex-alunos do CPTMvIE da Escola Secundária de Ponte de Lima que hoje trabalham nas indústrias automóvel e metalomecânica.

São assegurados o anonimato e a confidencialidade a todos os participantes, sendo a sua participação voluntária. Antes de responder ao questionário será solicitado o seu consentimento informado, livre e esclarecido, de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo.

Agradecemos a sua disponibilidade e contribuição.

Se tiver alguma dúvida ou pretender mais esclarecimentos sobre a investigação pode contactar-me através do e-mail [1501313@estudante.uab.pt](mailto:1501313@estudante.uab.pt)

---

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail \*

\_\_\_\_\_

2. Depois de ler a informação inserida neste [LINK](#), responda à seguinte pergunta: \*  
Aceita participar de forma informada, livre e esclarecida neste questionário?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

### **PARTE 1: INFORMAÇÕES GERAIS**

3. 1. Empresa atual (setor de atividade): \*

\_\_\_\_\_

4. 2. Função atual: \*

\_\_\_\_\_

5. 3. Há quantos anos trabalha na indústria automóvel/metalomecânica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Menos de 1 ano

1-3 anos

3-5 anos

Mais de 5 anos

### **PARTE 2: AVALIAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS ADQUIRIDAS**

6. 4. Quais das seguintes tecnologias utiliza com maior frequência no seu trabalho atual? (marcar todas as que se aplicam) \*

Marque todas que se aplicam.

- Automação Industrial
- Robótica
- Impressão 3D (fabrico aditivo)
- Internet das Coisas (IoT)
- Inteligência Artificial (IA)
- Big Data
- Outro: \_\_\_\_\_

7. 5. Avalie como as seguintes áreas da sua formação no CPTMvIE foram úteis no seu trabalho atual. \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Não útil	Pouco útil	Moderadamente útil	Útil	Muito útil
<b>Conhecimentos teóricos em eletricidade e mecânica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Práticas Oficiais (oficina e laboratórios)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Programação de PLCs</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Desenho Técnico</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Organização Industrial</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Manutenção Preditiva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### PARTE 3: LACUNAS NA FORMAÇÃO

8. 6. Há alguma tecnologia ou competência que teve de aprender por conta própria após a formação no CPTMvIE? (resposta aberta) \*

---

---

---

---

---

9. 7. Como avalia a sua preparação no CPTMvIE em relação às seguintes competências exigidas pela Indústria 4.0? \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Insuficiente	Fraco	Regular	Bom	Excelente
Utilização de robótica e automação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programação de PLCs avançada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção preditiva e preventiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impressão 3D (fabrico aditivo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inteligência Artificial e Machine Learning	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### PARTE 4: SUGESTÕES PARA MELHORIAS NO CURRÍCULO

10. 8. Considera importante que o curso introduza ou reforce os seguintes aspetos no currículo, considerando as exigências atuais do mercado de trabalho: \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Importante	Muito importante
<b>Aulas práticas em tecnologias emergentes (ex.: Impressão 3D, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Atualização das disciplinas teóricas para acompanhar novas tecnologias</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Integração de competências em robótica e automação industrial</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Programação avançada e simulação em ambientes industriais</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Desenvolvimento de soft skills (ex.: trabalho em equipa, liderança)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. 8.1 Se considera importante que o curso introduza ou reforce outros aspectos \*  
no currículo, considerando as exigências atuais do mercado de trabalho,  
especifique quais:

---

---

---

---

---

12. 9. Como é que devem ser introduzidos esses aspectos no currículo? (Assinale a \*  
opção que considerar mais adequada.)

*Marcar apenas uma oval.*

Presencial

Online

#### **PARTE 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

13. 10. Recomendaria o CPTMvIE para novos alunos interessados na área?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Depende

14. 10.1 Se assinalou "Depende", justifique a sua resposta

---

---

---

---

---

15. 11. Outros comentários ou sugestões para a melhoria do currículo: *(resposta aberta)* \*

---

---

---

---

---

Obrigado pelo tempo despendido e pela dedicação que colocou nas respostas a este questionário.

As suas respostas são um contributo muito importante para a minha investigação.

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

## **Anexo IV – Questionário dirigido a Profissionais da Indústria**

# Feedback dos Profissionais da Indústria sobre Competências Essenciais para a Indústria 4.0

Este inquérito por questionário faz parte de uma investigação realizada por **João Carlos da Luz Fernandes Baptista**, no âmbito do Mestrado em Pedagogia do eLearning (mPeL) da **Universidade Aberta**, com o título "**Integração de Tecnologias Emergentes da Indústria 4.0 no Ensino Profissional: Implementação de um projeto**".

Tem como objetivo desenvolver e implementar um plano de formação online que integre tecnologias emergentes da Indústria 4.0 (IoT, robótica, fabrico aditivo e IA) no currículo do curso de Técnico de Manutenção Industrial, variante Eletromecânica (CPTMvIE), de modo a alinhar a formação profissional com as exigências do mercado de trabalho contemporâneo.

Os dados recolhidos serão utilizados exclusivamente para fins académicos, para o diagnóstico de competências e lacunas curriculares.

O seu contributo não acarreta quaisquer riscos e entre os possíveis benefícios da investigação contam-se, contribuir para a modernização do currículo do curso de Técnico de Manutenção Industrial, variante Eletromecânica (CPTMvIE) e melhoria das práticas de ensino.

Este questionário é composto por **nove** perguntas, tem a duração estimada de **nove** minutos e destina-se a profissionais da indústria que trabalham diretamente com ex-alunos do CPTMvIE da Escola Secundária de Ponte de Lima que hoje trabalham nas indústrias automóvel e metalomecânica.

São assegurados o anonimato e a confidencialidade a todos os participantes, sendo a sua participação voluntária. Antes de responder ao questionário será solicitado o seu consentimento informado, livre e esclarecido, de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo.

Agradecemos a sua disponibilidade e contribuição.

Se tiver alguma dúvida ou pretender mais esclarecimentos sobre a investigação pode contactar-me através do e-mail [1501313@estudante.uab.pt](mailto:1501313@estudante.uab.pt)

---

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail \*

\_\_\_\_\_

2. Depois de ler a informação inserida neste [LINK](#), responda à seguinte pergunta: \*  
Aceita participar de forma informada, livre e esclarecida neste questionário?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

### **PARTE 1: INFORMAÇÕES GERAIS**

3. 1. Setor de Atividade: \*

*Marcar apenas uma oval.*

Indústria Automóvel

Indústria Metalomecânica

Outro: \_\_\_\_\_

4. 2. Função na Empresa: \*

*Marcar apenas uma oval.*

Gestor de Recursos Humanos

Diretor de Produção

Supervisor Técnico

Outro: \_\_\_\_\_

### **PARTE 2: AVALIAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS DOS EX-ALUNOS**

5. 3. Quais das seguintes habilidades são mais relevantes para o desempenho dos \* técnicos de manutenção industrial na sua empresa?

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Importante	Muito importante
<b>Automação Industrial</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Programação de PLCs</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Robótica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Manutenção preditiva e preventiva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Impressão 3D (fabrico aditivo)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Inteligência Artificial e Machine Learning</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. 3.1. Se considera outras habilidades relevantes para o desempenho dos técnicos de manutenção industrial na sua empresa, especifique quais:

---

---

---

---

---

7. 4. Como avalia a preparação técnica dos ex-alunos do CPTMvIE nas seguintes áreas? \*

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Insuficiente	Fraco	Regular	Bom	Excelente
<b>Automação Industrial</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Programação de PLCs</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Robótica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Manutenção preditiva e preventiva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### PARTE 3: NECESSIDADES DA INDÚSTRIA 4.0

8. 5. Na sua opinião, quais as tecnologias da Indústria 4.0 que são indispensáveis \* para os técnicos de manutenção industrial?

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Importante	Muito importante
<b>Automação Industrial</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Programação de PLCs</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Robótica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Manutenção preditiva e preventiva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Impressão 3D (fabrico aditivo)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Inteligência Artificial e Machine Learning</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. 5.1. Se considera outras tecnologias da indústria 4.0 que são indispensáveis para os técnicos de manutenção industrial, especifique quais:

---

---

---

---

---

10. 6. Quais as competências transversais (soft skills) que considera essenciais para os técnicos de manutenção industrial enfrentarem os desafios da Indústria 4.0? \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Importante	Muito importante
<b>Resolução de problemas</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Trabalho em equipa</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Espírito crítico</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Comunicação eficaz</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Gestão do tempo</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. 6.1. Se considera outras competências transversais essenciais para os técnicos de manutenção industrial enfrentarem os desafios da indústria 4.0, especifique quais:

---

---

---

---

---

#### PARTE 4: SUGESTÕES DE MELHORIA DO CURRÍCULO

12. 7. Considera importante que o curso introduza ou reforce os seguintes aspetos no currículo, considerando as exigências atuais do mercado de trabalho: \*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nada importante	Pouco importante	Neutro	Importante	Muito importante
<b>Aulas práticas em tecnologias emergentes (ex.: Impressão 3D, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Atualização das disciplinas teóricas para acompanhar novas tecnologias</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Integração de competências em robótica e automação industrial</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Programação avançada e simulação em ambientes industriais</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Desenvolvimento de soft skills (ex.: trabalho em equipa, liderança)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. 7.1 Se considera importante que o curso introduza ou reforce outros aspetos no currículo, considerando as exigências atuais do mercado de trabalho, especifique quais:

---

---

---

---

---

14. 8. Como é que devem ser introduzidos esses aspetos no currículo? (Assinale a \* opção que considerar mais adequada.)

*Marcar apenas uma oval.*

Presencial

Online

#### **PARTE 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

15. 9. Outros comentários ou sugestões para a melhoria do currículo: (*resposta \* aberta*)

---

---

---

---

---

Obrigado pelo tempo despendido e pela dedicação que colocou nas respostas a este questionário.

As suas respostas são um contributo muito importante para a minha investigação.

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários