

The IDC-VET project has been financed within the framework of Erasmus+ programme (KA2 - Cooperation for innovation and the exchange of good practices KA202 - Strategic Partnerships for vocational education and training; Nr. 2020-1-LT01-KA202-078040)

Disclaimer

The European Commission's support for the production of this communication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Learning Scenarios (IO2)

Engenharia inversa

Público-alvo

O cenário destina-se a docentes/formadores técnicos que trabalham na conceção de produtos e processos de engenharia.

O Ensino e Formação Profissional de nível 5 do Quadro Europeu de Qualificações - QEQ (ou EQF, em inglês) está a receber atenção especial em toda a Europa (e não só), graças à sua relevância para o mercado de trabalho

e consequentes elevadas taxas de empregabilidade. Um exemplo concreto de qualificação onde aplicar este cenário de aprendizagem é o de Técnico para a inovação de processos e produtos de produção de metais, e em termos gerais, os perfis profissionais relacionados com a Indústria 4.0.

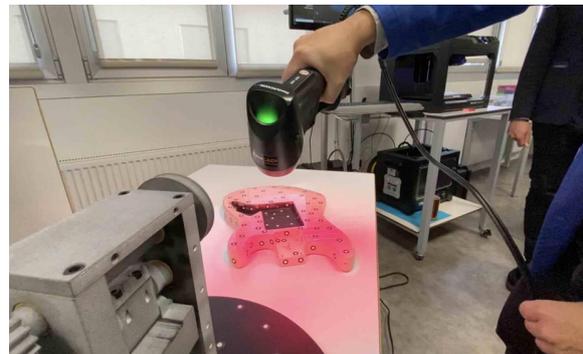
Os técnicos especializados que realizam este percurso de aprendizagem combinam competências digitais altamente especializadas com uma forte especialização no setor metalúrgico.

Problema a resolver - Situação de aprendizagem

Scanner 3D e fluxo de trabalho de engenharia inversa

O plano de atividade é articulado em torno do fluxo de trabalho de engenharia inversa, que inclui a digitalização de objetos, desenho técnico, análise de propriedades, produção de metais.

Durante as fases de aprendizagem, proporcionamos aos docentes/formadores várias perspetivas e propostas concretas para codesenvolver as suas próprias competências digitais, bem como construir as bases das competências digitais chave entre os formandos.



Visão geral do cenário

Maquinação e Metalomecânica – nível 5 QEQ

Neste cenário de aprendizagem, propomos um conjunto de atividades inter-relacionadas que visam, por um lado, desenvolver competências técnicas e profissionais avançadas, nomeadamente engenharia inversa aplicada à maquinação e à metalomecânica, e por outro lado, com base no DigCompEdu, promover competências digitais fundamentais, entre professores/formadores e aprendentes.

Ferramenta de Autoavaliação IDC-VET

Como docente/formador que deseja desenvolver competências digitais para a educação e formação, convidamo-lo, antes de integrar este cenário de aprendizagem nas suas próprias práticas de ensino, a empreender a [Ferramenta de Autoavaliação IDC-VET](#), que pode ajudá-lo a mapear os seus próprios pontos fortes e fracos ao nível de competências digitais na Educação.

A nossa aspiração é que, uma vez implementado este cenário de aprendizagem e reavaliando, posteriormente, as suas competências digitais com a nossa ferramenta de autoavaliação, possa observar melhorias nas dimensões e competências do DigCompEdu seguintes.

Competências do DigCompEdu abrangidas

Nível alvo de Competências Digitais de acordo com os níveis de progressão do Quadro DigCompEdu:

Envolvimento Profissional,

1.1 Comunicação Institucional - B1

Utilizar as tecnologias digitais para colaborar com outros educadores, partilhando e trocando conhecimentos e experiências, e inovando colaborativamente as práticas pedagógicas.

- *Utilizo diferentes canais e ferramentas de comunicação digital em função do conteúdo (formativo ou informativo) e do contexto de utilização, para comunicação com alunos/formandos, colegas da minha instituição, empresas, e também com os funcionários da escola.*

1.3 Prática reflexiva - B1

Refletir individual e coletivamente, avaliar criticamente e desenvolver ativamente a sua própria prática pedagógica digital e a da sua comunidade educativa.

- *Faço experiências com novas abordagens pedagógicas, possibilitadas pelas tecnologias digitais.*

Recursos Digitais,

2.2 Criação e modificação de recursos digitais - B2

Modificar e desenvolver recursos existentes com licença aberta e outros recursos onde tal é permitido. Criar ou cocriar novos recursos educativos digitais. Ter em consideração o

objetivo específico de aprendizagem, o contexto, a abordagem pedagógica e o grupo de alunos/formandos, ao selecionar recursos digitais e planificar a sua utilização.

- *Quando adapto recursos digitais, integro em exercícios práticos, tais como simulações, estudos de casos provenientes das empresas e exemplos baseados em ambientes de contexto de trabalho, de acordo com o nível e com os objetivos de aprendizagem dos alunos/formandos de Ensino e Formação Profissional (EFP).*

2.3 Gestão, proteção e partilha - B1

Quando adapto recursos digitais, integro em exercícios práticos, tais como simulações, estudos de casos provenientes das empresas e exemplos baseados em ambientes de contexto de trabalho, de acordo com o nível e com os objetivos de aprendizagem dos alunos/formandos do EFP.

- *Partilho conteúdos técnicos educativos em ambientes colaborativos e de aprendizagem virtual, tais como blogs, Slideshare, e/ou através da plataforma online para Ensino e Formação Profissional.*

Ensino e Aprendizagem,

3.3 Aprendizagem colaborativa - B2

Usar tecnologias digitais para promover e melhorar a colaboração do aluno/formando. Permitir que os alunos/formandos usem tecnologias digitais enquanto parte de tarefas colaborativas, como meio de melhorar a comunicação, a colaboração e a criação colaborativa de conhecimento.

- *Consigo utilizar ambientes de aprendizagem online (internet) para apoiar a aprendizagem colaborativa em sala dos alunos/formandos do Ensino e Formação Profissional.*

Avaliação,

4.2 Análise de evidências - B1

Produzir, selecionar, analisar criticamente e interpretar evidências digitais sobre a atividade, desempenho e progresso do aluno/formando, de modo a informar o ensino e aprendizagem.

- *Utilizo dados de diferentes fontes digitais para monitorizar o progresso e fornecer feedback e apoio aos meus alunos/formandos do Ensino e Formação Profissional.*

4.3 feedback e planificação - A2

Usar tecnologias digitais para fornecer feedback oportuno e direcionado aos alunos/formandos. Adaptar estratégias de ensino e proporcionar apoio direcionado, com base nas evidências geradas pelas tecnologias digitais utilizadas. Permitir que

alunos/formandos e encarregados de educação compreendam as evidências fornecidas pelas tecnologias digitais e as usem para tomada de decisão.

- *Sei como fornecer feedback detalhado aos meus alunos/formandos do Ensino e Formação Profissional, utilizando ferramentas digitais.*

Capacitação dos aprendentes,

5.3 Envolvimento ativo do aprendente - B1

Usar tecnologias digitais para promover o envolvimento ativo e criativo dos alunos/formandos com um assunto específico. Usar tecnologias digitais no âmbito de estratégias pedagógicas que fomentem as competências transversais dos alunos, a reflexão profunda e a expressão criativa.

Abrir a aprendizagem a novos contextos do mundo real, que envolvam os próprios alunos em atividades práticas, investigação científica ou resolução de problemas complexos, ou que, de outros modos, aumentem o seu envolvimento ativo em temas complexos.

- *Forneço orientação e apoio aos alunos e formandos do Ensino e Formação Profissional na promoção da sua utilização ativa das tecnologias digitais nas salas de aula e nos ambientes de formação prática.*

Promoção da competência digital dos aprendentes,

6.3 Criação de conteúdo digital - B1

Incorporar atividades, tarefas e avaliações de aprendizagem que requeiram que os alunos/formandos se expressem através de meios digitais, modifiquem e criem conteúdo digital em diferentes formatos. Ensinar aos alunos/formandos como os direitos de autor e as licenças se aplicam ao conteúdo digital, como referenciar fontes e atribuir licenças.

- *Realizo atividades de aprendizagem em que os alunos utilizam tecnologias digitais para produzir conteúdos digitais, por exemplo sob a forma de texto, fotografias, outras imagens, vídeos, etc.*

Construção do curriculum

Na conceção do cenário de aprendizagem, adotámos uma Taxonomia de Bloom revista (Anderson e Krathwohl, 2001), que oferece uma estrutura simplificada articulada em 5 áreas:

- **Recordar:** Recuperar, reconhecer e relembrar os conhecimentos relevantes adquiridos na parte teórica da aula sobre o processo de engenharia inversa.
- **Compreender:** Compreender quais são os passos chave no processo de engenharia inversa para alcançar resultados que satisfaçam as especificações exigidas.
- **Aplicar:** Implementar corretamente os procedimentos a diferentes níveis.
- **Analisar:** Analisar passo a passo os resultados e obstáculos encontrados em diferentes fases do processo para identificar melhorias e otimizar o procedimento.
- **Avaliar:** Através da revisão por pares, fazer julgamentos críticos sobre o trabalho realizado pelos pares a fim de consolidar a competência em processos de engenharia inversa.

Descrição do cenário

A engenharia inversa no setor metalúrgico e mecânico é utilizada para verificar características de concepção de produtos, sem informação específica sobre os procedimentos e processos de produção a eles relacionados. Há muitas razões pelas quais a engenharia inversa ganhou recentemente a atenção de diversos setores, incluindo a compreensão das características técnicas dos produtos da concorrência, a análise e manutenção da segurança do produto, bem como a sua reformulação.



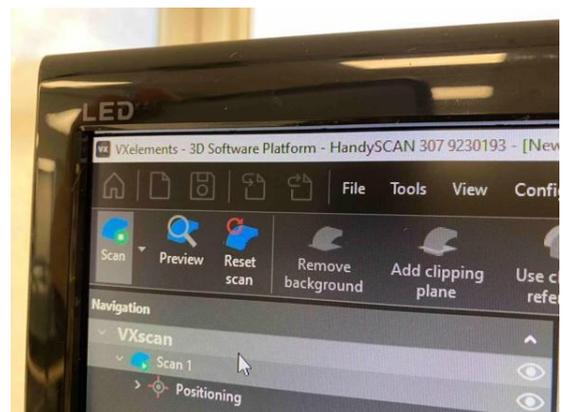
O valor acrescentado específico deste cenário consiste em fornecer exemplos concretos e práticos para apoiar professores e formadores na integração e implementação de competências digitais enquanto trabalham nas fases de implementação da engenharia inversa no setor metalúrgico e mecânico.

Objetivos do cenário

O objetivo deste cenário de aprendizagem é permitir-lhe adotar uma abordagem estruturada e eficaz nas suas estratégias de ensino e formação profissional relacionadas com a engenharia inversa no Ensino e Formação Profissional de nível 5 do QEQ.

Mais especificamente, identificámos as seguintes etapas ou fases, descritas em pormenor na secção seguinte, com referências específicas às atividades e competências do Quadro DigCompEdu:

- Digitalização 3D
- Modelação 3D
- Desenho Técnico CAD
- Análise & Melhoramento
- Prototipagem
- Produção



Requisitos

Ao abordar este cenário de aprendizagem, é essencial considerar os pré-requisitos tanto do lado dos formadores, em termos de competências digitais, como do lado dos aprendentes, em termos de conhecimentos e competências de engenharia, relevantes para os participantes de nível 5 do QEQ.

Quanto aos pré-requisitos dos formadores, sugerimos a implementação das atividades sugeridas neste cenário de aprendizagem para aqueles que já dominam as competências digitais básicas no DigCompEdu, tal como referido acima.

É, portanto, essencial empreender previamente o instrumento de autoavaliação IDC-VET, para assegurar a coerência com este requisito.

Equipamento e Apoio

A engenharia inversa é uma competência exigente e envolve tecnologias complexas e dispendiosas na implementação de todos os processos.

As principais tecnologias necessárias nas múltiplas fases acima descritas são:

- LMS
- Digitalização 3D
- *Software* de modelação 3D
- *Software* CAE e FEM
- Impressora 3D

Planificação geral

Atividade 1	Digitalização 3D
Duração	1 hora
Metodologia	<p>A aprendizagem por pares é adotada através da divisão dos participantes em pequenos grupos (máx. 3 alunos/formandos por grupo).</p> <p>Cada grupo recebe instruções para poder realizar todas as fases subsequentes do cenário de aprendizagem.</p> <p>Nesta fase, o pessoal docente configura o ambiente de aprendizagem e as ferramentas exigidas pela atividade, e introduz o percurso de aprendizagem e as atividades aos aprendentes.</p>

O que faz o tutor	<p>O tutor introduz o processo global e o fluxo de trabalho e destaca os principais critérios de avaliação para esta fase, com base nas atividades atribuídas a cada grupo.</p> <p>Configura o LMS para todo o cenário de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Criar contas e grupos de alunos no LMS ● Criar tarefas ● Criar pastas de repositório ● Criar métodos de avaliação avançados (Rubrica) ● Mostrar aos alunos como entrar no LMS, como completar tarefas, como carregar ficheiros.
O que fazem os alunos/formandos	<p>Em grupo, os aprendentes realizam as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Geração de ficheiro digital via <i>scanner</i> 3D ● Verificar a correção e consistência dos dados do ficheiro ● Carregamento de ficheiros no LMS / repositório ● Documento com pequeno vídeo de cada uma das atividades acima referidas
Recursos necessários	<p>As ferramentas e tecnologias incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Scanner</i> 3D e respetivo software ● Computador, dispositivo móvel, e ligação à Internet ● LMS
Referência ao DigCompEdu	<p>1.3 Prática reflexiva, B1 2.2 Criação e modificação, B2 3.3 Aprendizagem colaborativa - B2 5.3 Envolvimento ativo - B1 6.3 Criação de conteúdo digital - B1</p>

Atividade 2	Modelação 3D
Duração	4 horas
Metodologia	Trabalho individual Cada aprendente é incumbido de desenvolver um modelo 3D.
O que faz o tutor	<p>O tutor introduz os critérios de avaliação para esta fase, com base nas atividades atribuídas a cada grupo.</p> <p>O Tutor explica:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Os requisitos técnicos do modelo 3D, mostrando um

	<p>exemplo de modelo 3D</p> <ul style="list-style-type: none"> Os critérios e procedimento de avaliação, mostrando a análise em grelha e partilhando uma lista de verificação a ser utilizada por cada aprendente para avaliar a sua própria atividade Como carregar ficheiros de modelos 3D no LMS
O que fazem os alunos/formandos	<p>Individualmente, os aprendentes realizam as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gerar modelo 3D Elaborar ficheiros com desenho técnico CAD Verificar a correção e consistência dos dados do ficheiro Preencher a lista de verificação fornecida pelo tutor Carregar o ficheiro no LMS / repositório Documento com pequeno vídeo de cada uma das atividades acima referidas Carregar no LMS todos os ficheiros e recursos relevantes
Recursos necessários	<p>As ferramentas e tecnologias incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Software</i> de modelação 3D Computador, dispositivo móvel, e ligação à Internet LMS
Referência ao DigCompEdu	<p>1.3 Prática reflexiva, B1 2.2 Criação e modificação, B2 2.3 Gestão, proteção e partilha - B1 3.3 Aprendizagem colaborativa - B2 4.2 Análise de evidências, - B1 4.3 <i>Feedback</i> e planificação - A2 5.3 Envolvimento ativo - B1 6.3 Criação de conteúdo digital - B1</p>

Atividade 3	Análise e melhoria
Duração	4 horas
Metodologia	Trabalho de grupo. Cada grupo fica responsável por adotar uma abordagem estruturada para analisar um modelo 3D e identificar áreas

	<p>de melhoria, que podem incluir, quando aplicável, CAE (engenharia assistida por computador, simulação, validação e otimização de produtos e ferramentas de fabrico), FEM (método de elementos finitos, para análise estrutural, transferência de calor, fluxo de fluidos, transporte de massa, e potencial eletromagnético).</p> <p>As múltiplas dimensões de análise e melhoria podem fazer referência a e incluir o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Design</i> ● Materiais ● Segurança ● Robustez e solidez
<p>O que faz o tutor</p>	<p>O tutor introduz os critérios de avaliação para esta fase, com base nas atividades atribuídas a cada grupo.</p> <p>O Tutor implementa as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Explica as técnicas de desenvolvimento de projetos, incluindo CAE, FEM, etc. ● Introduce processos para implementar melhorias técnicas dos modelos 3D ● Partilha uma lista de verificação a ser utilizada por cada grupo para fazer a revisão por pares de outro grupo ● Comentários e <i>feedback</i> por grupos
<p>O que fazem os alunos/formandos</p>	<p>Em grupos, os aprendentes realizam as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Análise e melhorias do projeto ● Verificar a exatidão e consistência dos dados dos ficheiros ● Carregar ficheiro no LMS / repositório ● Efetuar a revisão por pares de outros grupos ● Documento com pequeno vídeo de cada uma das atividades acima referidas
<p>Recursos necessários</p>	<p>As ferramentas e tecnologias incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Software</i> CAE e FEM quando aplicável ● Computador, dispositivo móvel, e ligação à Internet ● LMS
<p>Referência ao DigCompEdu</p>	<p>1.1 Comunicação institucional, B1 1.3 Prática reflexiva, B1</p>

	<p>2.2 Criação e modificação, B2</p> <p>2.3 Gestão, proteção e partilha - B1</p> <p>3.3 Aprendizagem colaborativa - B2</p> <p>4.3 <i>Feedback</i> e planificação - A2</p> <p>5.3 Envolvimento ativo - B1</p> <p>6.3 Criação de conteúdo digital - B1</p>
--	--

Atividade 4	Prototipagem
Duração	6 horas
Metodologia	<p>Trabalho de grupo.</p> <p>Cada grupo é incumbido de produzir o protótipo dos seus próprios modelos 3D através de uma impressora 3D.</p> <p>Os alunos desenvolvem a capacidade de realizar protótipos 3D, compreendendo como a iteração do <i>design</i> e o fabrico de protótipos físicos podem ser adotados para melhorar os produtos.</p>
O que faz o tutor	<p>O tutor introduz os critérios de avaliação para esta fase, com base nas atividades atribuídas a cada grupo.</p> <p>O Tutor implementa as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Explica a impressão e prototipagem em 3D ● Introduce processos para implementar melhorias técnicas da prototipagem 3D ● Comentários e <i>feedback</i> por grupos
O que fazem os alunos/formandos	<p>Em grupos, os alunos realizam as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Produzir protótipos em 3D ● Analisar a exatidão e consistência dos protótipos ● Documento com pequeno vídeo de cada uma das atividades acima referidas
Recursos necessários	<p>As ferramentas e tecnologias incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Impressora 3D ● Computador, dispositivo móvel, e ligação à Internet ● LMS
Referência ao DigCompEdu	<p>1.1 Comunicação institucional, B1</p> <p>1.3 Prática reflexiva, B1</p> <p>2.2 Criação e modificação, B2</p> <p>3.3 Aprendizagem colaborativa - B2</p>

	4.2 Análise de evidências, - B1 4.3 <i>Feedback</i> e planificação - A2 5.3 Envolvimento ativo - B1 6.3 Criação de conteúdo digital - B1
--	---

Avaliação de/para aprendizagem

Tal como acima referido, a avaliação é implementada em cada fase através de diferentes métodos e abordagens que visam assegurar tanto a validação de competências, como a exploração de ferramentas e competências digitais, o envolvimento dos aprendentes e a aprendizagem pelos pares.

Os tutores são acompanhados na utilização de competências digitais para implementar a avaliação da aprendizagem através de vários métodos e ferramentas, nomeadamente:

- Avaliação baseada em evidências
- Revisão por pares
- Lista de verificação
- Método de avaliação avançado (Rubrica)

As nossas notas resultantes da prática

Este cenário de aprendizagem provou ser muito atrativo para os alunos, uma vez que propõe múltiplas atividades práticas que estão interligadas. Propomos alternar tanto tarefas de grupo como individuais para melhorar o envolvimento e a retenção entre os aprendentes, bem como para codesenvolver múltiplas competências, incluindo a capacidade de trabalhar em equipa.

O cenário de aprendizagem é baseado em problemas e deve concentrar-se na identificação e resolução de questões técnicas relacionadas com produtos ou bens concretos que possam apelar aos participantes.

A dimensão chave aqui é como o tutor pode combinar as suas próprias competências digitais em estratégias de ensino e avaliação próprias.

Recursos e mais informação

Informações específicas para este cenário de aprendizagem podem ser encontradas na *web*, através dos seguintes *links*:

- Engenharia inversa explicada: <https://youtu.be/1r8F-BQOy3w>
- Processo de digitalização 3D: <https://youtu.be/Y1kKt4WvPbw>
- Tutorial CAD/CAE/CAM: <https://www.youtube.com/user/taufik2000itb>

