

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)

### Fresadora CNC

#### Público-alvo

O setor da engenharia mecânica requer fortes competências especializadas repartidas por, pelo menos, três níveis do Quadro Europeu de Qualificações - QEQ (ou EQF, em inglês): 3, 4 e 5. Este cenário de aprendizagem é dirigido aos participantes envolvidos em atividades de formação de nível 3 e 4 QEQ, tanto nas escolas de Ensino e Formação (EFP) como nas escolas técnicas.



## Problema a resolver - Situação de aprendizagem

#### Produzir peças mecânicas a partir de desenhos 2D

O plano de atividades é articulado em torno do fluxo de trabalho CNC, que inclui a conversão do desenho 2D em modelo 3D, importação do modelo 3D para o software CAM, definição das estratégias de trabalho pelo software CAM, pós-processamento do ficheiro do programa CNC, preparação da fresadora para iniciar o trabalho, execução e monitorização do trabalho CNC.

Durante as fases de aprendizagem, proporcionamos aos formadores/professores 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 – níveis 3 / 4 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 metalurgia, e, por outro lado, com base no Quadro DigCompEdu, promover competências digitais fundamentais, entre tutor e aprendentes.

As diferenças no cenário entre o 3º e 4º nível do QEQ baseiam-se apenas nas características do fluxo de trabalho técnico: as atividades propostas para o nível 3 QEQ são mais práticas, enquanto as propostas para o nível 4 dão mais espaço ao planeamento e análise, mas não há diferenças do ponto de vista das competências digitais que serão desenvolvidas.

### Ferramenta de Autoavaliação IDC-VET

Como formador que deseja desenvolver competências digitais para a educação, convidamo-lo, antes de integrar este cenário de aprendizagem nas suas próprias práticas de ensino, a utilizar 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 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 a produção de peças mecânicas a partir de desenho 2D, utilizando fresadoras CNC.
- Compreender: Compreender quais são os passos chave no processo CAD - CAM 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 na produção de peças mecânicas, utilizando fresadoras CNC.

## Descrição do cenário

Uma das principais atividades da indústria de engenharia mecânica é a produção de peças mecânicas a partir de desenhos feitos por desenhadores. Com o tempo, a qualidade destas peças aumentou, tanto em termos dos materiais utilizados, como em termos de precisão dimensional, e o impulso para reduzir os custos criou uma grande pressão para reduzir os tempos de maquinação e reduzir os desperdícios.

Isto requer um grande *know-how* tecnológico por parte dos técnicos encarregados da operação das máquinas CNC.

Para além das competências tecnológicas, cresceram competências transversais, tais como a resolução de problemas e a criatividade, que permitem soluções originais para problemas de produção e proporcionam uma vantagem competitiva sobre os concorrentes.

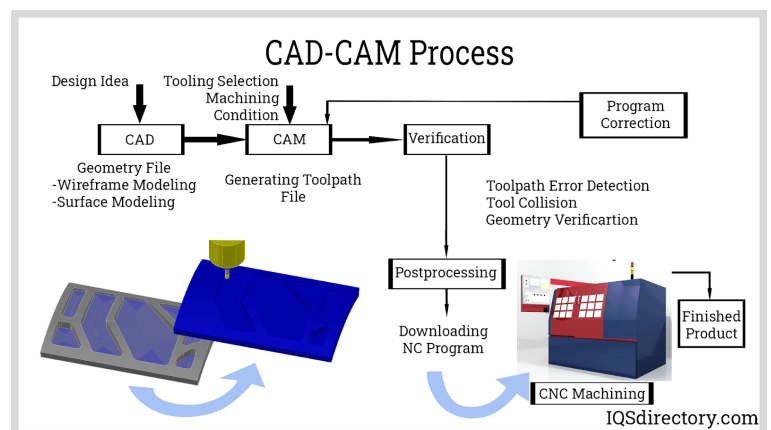
O valor acrescentado específico deste cenário consiste em fornecer exemplos concretos e práticos para apoiar professores e formadores na integração e aplicação de competências digitais enquanto trabalham nas fases de implementação da engenharia inversa no setor metalúrgico e mecânico.

## 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 nos níveis 3 e 4 do QEQ.

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

- Análise de desenho digital 2D
- Realização do modelo 3D
- Processamento do modelo com características tecnológicas
- Definição de estratégia de maquinação
- Construção do percurso de ferramentas
- Produção do ficheiro do programa
- Simulação e validação do programa
- Configuração da máquina
- Execução de programa de maquinação
- Controlo do processo
- Inspeção final e validação do processo



## Requisitos

Para realizar este cenário, é necessário que os aprendentes estejam já preparados do ponto de vista teórico, e que possuam as competências digitais adequadas. Desta forma, as competências especializadas podem ser integradas no processo global e podem ser desenvolvidas as competências transversais, graças a uma abordagem baseada em problemas, trabalho colaborativo e comentários de tutores e grupos de pares.

Os alunos/formandos envolvidos deverão ser capazes de:

- utilizar técnicas de modelação 3D
- utilizar o software CAM
- criar o ciclo de trabalho para fazer uma peça mecânica
- utilizar uma máquina CNC

A parte mecânica a ser produzida não deve ser demasiado complexa, para que o foco pedagógico não passe de competências digitais e transversais para competências técnicas.

Quanto aos pré-requisitos dos formadores, sugerimos a implementação das atividades sugeridas nestes cenários de aprendizagem por parte daqueles que já dominam as competências digitais básicas no quadro 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

O processo CNC é uma competência exigente e complexa, e envolve tecnologias dispendiosas na implementação de todos os processos.

As principais tecnologias exigidas ao longo das múltiplas fases acima descritas são:

- LMS
- *Software* de modelos 3D
- *Software* CAM
- Máquina CNC
- Conjunto de ferramentas de maquinação
- Conjunto de instrumentos de medição

## Planificação geral

<b>Atividade 1</b>	Análise de desenho digital 2D e modelação 3D
Duração	2 horas
Metodologia	A aprendizagem por pares é adotada através da divisão dos participantes em pequenos grupos (máx. 3 alunos/formandos por grupo). Cada grupo recebe instruções para poder realizar todas as fases subsequentes do cenário de aprendizagem. 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.
O que faz o tutor	O tutor introduz o processo global e o fluxo de trabalho e destaca os principais critérios de avaliação para esta fase,

	<p>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"> <li>● Criar contas e grupos de alunos no LMS</li> <li>● Criar tarefas</li> <li>● Criar pastas de repositório</li> <li>● Criar métodos de avaliação avançados (Rubrica)</li> <li>● Mostrar aos alunos como entrar no LMS, como completar tarefas, como carregar ficheiros.</li> </ul>
O que fazem os alunos/formandos	<p>Em grupo, os aprendentes realizam as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Abrir o ficheiro CAD 2D</li> <li>● Analisar a forma e a dimensão da parte mecânica</li> <li>● Converter desenho 2D em modelo 3D</li> <li>● Validar a exatidão do modelo.</li> </ul>
Recursos necessários	<p>As ferramentas e tecnologias incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Software</i> CAD 2D/3D</li> <li>● Computador, dispositivo móvel, e ligação à Internet.</li> <li>● LMS</li> </ul>
Referência ao DigCompEdu	<p>1.1 Comunicação institucional, B1</p> <p>1.3 Prática reflexiva, B1</p> <p>3.3 Aprendizagem colaborativa - B2</p> <p>4.2 Análise de evidências, - B1</p> <p>4.3 <i>Feedback</i> e planificação - A2</p> <p>5.3 Envolvimento ativo - B1</p>

<b>Atividade 2</b>	Processamento CAM
Duração	3 horas
Metodologia	<p>Trabalho individual</p> <p>Cada aprendente é encarregado de processar o modelo 3D no <i>software</i> CAM.</p>
O que faz o tutor	<p>O tutor introduz os critérios de avaliação para esta fase, com base nas atividades atribuídas a cada aprendente.</p> <p>O Tutor explica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Requisitos técnicos do processamento e produção do CAM</li> <li>● Critérios e procedimentos de avaliação, mostrando a</li> </ul>



	<p>análise em grelha e partilhando uma lista de verificação a ser utilizada por cada aprendente para avaliar a sua própria atividade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dados técnicos a carregar no LMS</li> </ul>
O que fazem os alunos/formandos	<p>Os aprendentes realizam individualmente as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Importar modelo 3D no software CAM</li> <li>• Criar as características tecnológicas a associar ao modelo</li> <li>• Definir estratégia de trabalho e caminho de ferramentas</li> <li>• Identificar as ferramentas necessárias</li> <li>• Definir parâmetros de trabalho</li> <li>• Pós-processamento do ficheiro do programa para a máquina CNC específica</li> <li>• Carregar o ficheiro do programa e todos os ficheiros e recursos significativos no LMS</li> </ul>
Recursos necessários	<p>As ferramentas e tecnologias incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software CAM</li> <li>• Pós-processador de máquina</li> <li>• Conjunto de folhas de dados de ferramentas de maquinação</li> <li>• LMS</li> </ul>
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</p>

<b>Atividade 3</b>	Execução da produção
Duração	3 horas
Metodologia	<p>Trabalho de grupo. Cada grupo é incumbido de selecionar o melhor programa produzido na etapa anterior.</p>

	<p>O ficheiro do programa produzido individualmente na fase anterior é examinado e avaliado pelo grupo de trabalho, através da simulação do percurso da ferramenta e da medição do desempenho.</p> <p>O melhor programa é adotado pelo grupo para execução e é, ainda, sujeito a uma sessão de melhoramento.</p> <p>Após as modificações e adições finais, a equipa valida o programa final a ser executado e carrega-o para a máquina. O objetivo desta fase é otimizar o mais possível o programa de maquinação, salientando o impacto das escolhas tecnológicas feitas na qualidade do produto e na eficiência do processo.</p> <p>As múltiplas dimensões de análise e melhoria podem referir-se a e incluir o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tempo de trabalho</li> <li>● Ferramentas adotadas</li> <li>● Consumo de material</li> <li>● Manutenção dos padrões de qualidade</li> </ul>
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"> <li>● Introduz processos para implementar melhorias técnicas do ficheiro do programa</li> <li>● Ilustra os pontos-chave que precisam de ser abordados para gerar um bom programa CNC, mostrando exemplos do software CAM.</li> <li>● Apresenta os métodos de trabalho de grupo a serem seguidos.</li> </ul>
O que fazem os alunos/formandos	<p>Em grupos, os aprendentes realizam as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Analisar resultados individuais</li> <li>● Escolhem o melhor dos trabalhos individuais, apresentando as razões da sua escolha</li> <li>● Aplicar mais melhorias para otimizar o resultado</li> <li>● Simular o processamento e validar o programa</li> <li>● Configurar a máquina para maquinação de acordo com o programa escolhido</li> <li>● Realizar a maquinação para obter a peça acabada.</li> </ul>

Recursos necessários	<p>As ferramentas e tecnologias incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Software</i> CAM</li> <li>● Pós-processador de máquinas</li> <li>● Conjunto de ferramentas de maquinação</li> <li>● Conjunto de instrumentos de medição</li> <li>● Máquina CNC</li> <li>● LMS</li> </ul>
Referência ao DigCompEdu	<p>1.1 Comunicação institucional, B1  1.3 Prática reflexiva, B1  2.2 Criação e modificação, B2  3.3 Aprendizagem colaborativa - B2  4.2 Análise de evidências, - B1  4.3 Feedback e planificação - A2  5.3 Envolvimento ativo - B1  6.3 Criação de conteúdo digital - B1</p>

<b>Atividade 4</b>	Análise e melhoria
Duração	2 horas
Metodologia	<p>Trabalho de grupo.  Cada equipa é responsável por testar a peça produzida e certificar a sua conformidade.  O grupo analisa, então, todos os dados de produção relacionados com o processo para identificar quaisquer oportunidades de melhoria.  Finalmente, o processo é validado para a produção em série.</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.  O Tutor implementa as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Explica o procedimento de testagem</li> <li>● Explica quais os elementos a incluir no relatório final de validação</li> <li>● Comenta e dá <i>feedback</i> por grupos</li> </ul>
O que fazem os alunos/formandos	<p>Em grupos, os aprendentes realizam as seguintes atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Realizar o procedimento de testagem e registar os dados recolhidos</li> <li>● Redigir o relatório final indicando as razões para a</li> </ul>

	<p>validação do processo de produção.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Documento com pequeno vídeo de cada uma das atividades acima referidas</li> </ul>
Recursos necessários	<p>As ferramentas e tecnologias incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conjunto de instrumentos de medição ou máquina de ensaio 3D</li> <li>● Computador, dispositivo móvel, e ligação à Internet</li> <li>● LMS</li> </ul>
Referência ao DigCompEdu	<p>1.1 Comunicação institucional  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>

## 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:

- Fluxo de trabalho CNC: <https://www.youtube.com/watch?v=t7FMDJciA5U>
- Processo de metalurgia da 5 AXIS: <https://www.youtube.com/watch?v=YhefBROYIAo>