

## INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

**25/26**

*Licenciatura em Engenharia Informática, Engenharia Informática – Pós Laboral e Engenharia Informática – Curso Europeu*

### **FASE III - APRENDIZAGEM POR TRANSFERÊNCIA E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO**

---

#### **1. Âmbito**

O objetivo desta fase do trabalho consiste no treino por transferência de um modelo de classificação, com validação das metodologias das fases anteriores e implementação para **teste em ambiente real**.

Após definir o modelo da uma rede neuronal para o problema (Fase I), estudo de um algoritmo para otimização de híper-parâmetros (Fase II) segue-se a fase de construção do modelo final recorrendo a **transferência de aprendizagem** de uma rede CNN ou de um “*Large Language Model*”. Uma LLM por transferência é treinada com grandes conjuntos de dados – neste caso imagens, devendo-se efetuar o posterior ajuste e **otimização da arquitetura** (Figura 1).

Prepare o conjunto de treino de forma a ficar balanceado e avalie o impacto do número de instâncias no desempenho dos modelos. A aprendizagem por transferência usualmente permite a obtenção de resultados satisfatórios com um número menor de exemplos de treino. Inclua esta análise nos seus resultados variando o tamanho do conjunto de treino relativamente ao modelo da fase anterior do projeto.

Após a fase de treino, deverá guardar o modelo para poder verificar o seu desempenho num conjunto de dados independente (teste) num ambiente real.

Deverá construir uma aplicação web que permita testar o classificador para novas imagens.

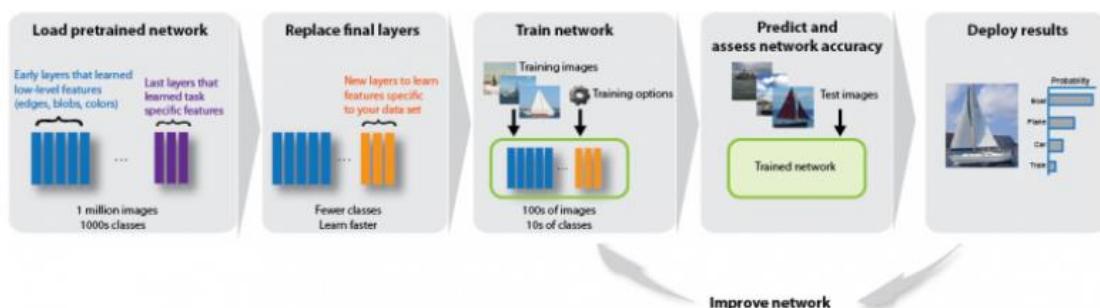
#### **2. Desenvolvimento**

Nesta terceira meta deve executar as seguintes tarefas:

- i)      Ajustar o conjunto de dados e dividi-lo em treino, validação e teste (20%). Nesta fase, deve **ajustar a dimensão e equilibrar o conjunto de dados**, uma vez que a técnica de aprendizagem por transferência permite aplicar modelos complexos a conjuntos de treino mais reduzidos.

- ii) **Selecionar uma arquitetura pré-treinada.** Deve utilizar um modelo pré-treinado com grandes conjuntos de dados, mas eficiente, otimizando o número de parâmetros, o tempo de treino e o tempo de predição em ambiente real. Pode escolher a rede neuronal que desejar. Exemplos: ResNet, MobileNet e EfficientNet. Todos estes modelos foram treinados no conjunto de dados ImageNet, que consiste em mais de um milhão de imagens de treino e 50 mil para validação. Também poderá usar modelos mais recentes baseados em LLM, como os Vision-Transformers. Pode obter diversos modelos pré-treinados em <https://huggingface.co/>.
- iii) Definir uma rede densa para as últimas camadas (“top layers”) incluindo a camada de predição. Proceder à **otimização** dos hiperparâmetros apenas da rede densa. Proceder a uma análise comparativa com swarm, grid ou random search. Registar todos os dados num ficheiro Excel, apresentando gráficos que permitam visualizar os resultados e analisar a sensibilidade do modelo à variação dos hiperparâmetros.
- iv) **Análise** de desempenho final para o conjunto de teste independente com apresentação da matriz de confusão.
- v) **Persistência** do modelo: construção de uma aplicação web que demonstre o sistema em funcionamento real. Por exemplo, com recurso a uma câmara, deve obter uma imagem e classificá-la em tempo real com a aplicação desenvolvida.

O modelo deverá ser desenvolvido com base na linguagem Python e nas bibliotecas utilizadas nas aulas, como o Sklearn, o SwarmPackagePy ou o Keras. A aplicação web pode ser construída recorrendo a plataformas sem código, onde seja possível carregar o modelo, fazer o upload de uma imagem, obter uma classificação e um resultado imediato.



*Figura 1. Reutilização de modelos por “Transfer-learning”-  
(<https://www.mathworks.com/products/deep-learning.html>)*

A entrega do modelo deverá ser acompanhada de código, relatório, ficheiro de resultados (excel) e slides de apresentação.

### 3. Relatório

O relatório desta fase III, com o máximo de 15 páginas, deve seguir a seguinte estrutura:

- Cap. 1: *Descrição do Problema*;
- Cap. 2: *Descrição das Metodologias utilizadas*;
- Cap. 3: *Apresentação da Arquitetura de Código e Web App – por exemplo diagrama de componentes e diagrama de classes (ou diagrama de fluxo de dados no caso de análise estruturada)*;
- Cap. 4: *Descrição da Implementação dos algoritmos*;
- Cap. 5: *Análise de Resultados*;
- Cap. 6: *Conclusões*.
- *Bibliografia e Referências*

**Incluir obrigatoriamente referências de prompts e das respostas de plataformas de IA online.**

### 4. Avaliação

A documentação a submeter no Moodle (ficheiro zip) consiste em:

- Relatório (pdf).
- Slides da apresentação (pdf);
- Código;
- Modelo.
- Análise de resultados (xls)

**Prazo de entrega: 15 de dezembro de 2025 até às 12h00.**

Apresentação e defesa: 15,16 de dezembro.

**Cotação: 5 valores**

**Referências:**

<https://huggingface.co/spaces>  
<https://streamlit.io/cloud>  
<https://www.gradio.app/>  
<https://roboflow.com>