

# Interpretation

## Desenvolvimento APOLLO

Autor: Hyago Vieira Lemes Barbosa Silva

Interpretation: Interpretação dos exercícios

### Interpretation

1 - In Figure 1 we have a data distribution, the dots represent the sparse data for the axis X and Y, and the lines represent the fit of a hypothetical classification model. Based on the distributions of Figure 1:

- Which distribution has the best balance between bias and variance?
- Describe your thoughts about your selection.

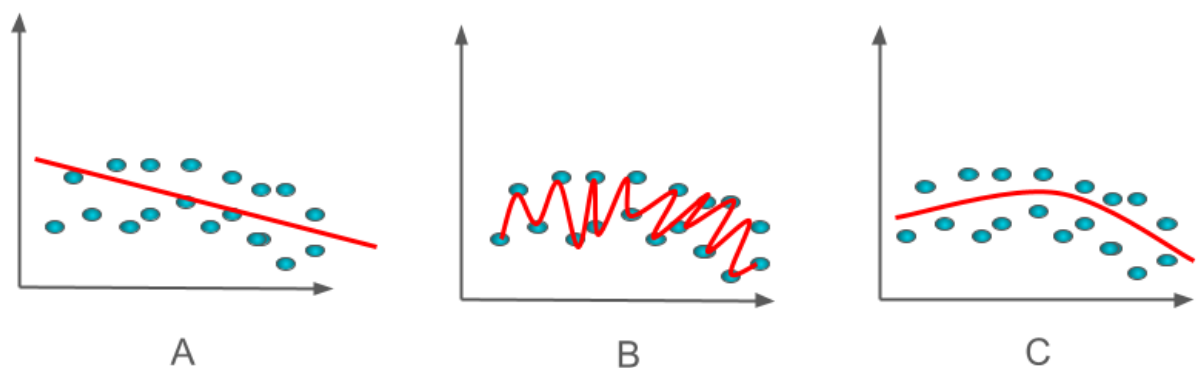


Figure 1 - Data distribution samples

---

#### Reposta:

1. **Gráfico A** – O modelo é uma **linha reta** e não generaliza, estamos com um problema de regressão não linear. Underfitting.
2. **Gráfico B** – O modelo segue exatamente os pontos de dados, com muitas oscilações. Pode ser uma equação hipótese, de elevado grau. Que basicamente aprende todos os pontos com overfitting dos dados. O que é péssimo para generalização dos dados.
3. **Gráfico C** – O modelo segue uma curva suave, com a inclinação que possui a distribuição dos dados, capturando a tendência dos dados.

### Trade-off entre bias e variance:

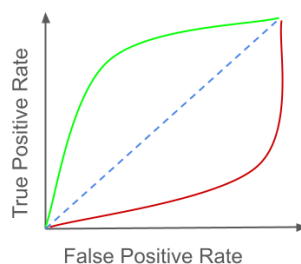
- **Modelo A (Underfitting - Alto Viés, Baixa Variância)**
  - A linha reta sugere um **modelo muito simples** que não captura bem a relação entre os dados. Basicamente a função hipótese é uma linha reta, e não possui uma complexidade suficiente para os dados. Esse modelo tem **alto bias**, pois não consegue aprender a estrutura real do conjunto de dados. Tem **baixa variância**, pois pequenas mudanças nos dados não afetariam o modelo significativamente. **Problema:** O modelo sofre de **underfitting**, ou seja, ele não é expressivo o suficiente. É uma reta basicamente.
- **Modelo B (Overfitting - Baixo Viés, Alta Variância)**
  - O modelo é o inverso do modelo A, tenta **ajustar-se perfeitamente** aos pontos de dados, resultando em um padrão oscilatório extremo. Ele tem **baixo bias**, pois está tentando capturar todos os detalhes do conjunto de dados. No entanto, tem **alta variância**, pois pequenas mudanças nos dados poderiam alterar drasticamente sua forma. **Problema:** O modelo memoriza os dados de treinamento, mas não generaliza bem para novos dados.
- **Modelo C (Bom Equilíbrio - Bias e Variância Moderados)**
  - A curva suave segue **bem a tendência dos dados** sem exagerar nos detalhes. Esse modelo tem um **bias moderado**, pois captura a relação entre as variáveis sem ser excessivamente simplista. Também tem uma **variância controlada**, pois não se ajusta a cada pequena flutuação dos dados. Este modelo representa um **bom equilíbrio entre viés e variância**, tornando-se a melhor opção.

O **Modelo C** tem o melhor equilíbrio entre **bias e variância**, pois captura a tendência dos dados sem exagerar nos detalhes, garantindo **boa generalização** para novos exemplos.

---

2 - Figure 2 presents a simple graph with 2 curves and 1 line. In model selection and evaluation:

- What is the purpose of this graph and its name?
- What kind of model result does the dashed line represent?
- Which curve represents a better fit, the red or the green? Why?
- Describe your thoughts about your selection.



**Figure 2 - Simple graph**

---

### Resposta:

1 – What is the purpose of this graph and its name?

Este gráfico é uma Curva ROC, usada para avaliar o desempenho de modelos de classificação. Ele mede a taxa de verdadeiros positivos (True Positive Rate - TPR) em função da taxa de falsos positivos (False Positive Rate - FPR) para diferentes limiares de decisão do modelo.

Objetivo da Curva ROC:

- Avaliar o quão bem o modelo separa as classes. Ajuda na escolha de um limiar ótimo para maximizar a performance, analisando as classes, ou analisando comparativo entre modelos diferentes de classificação

2 – What kind of model result does the dashed line represent

A **linha azul tracejada** representa o desempenho de um **classificador aleatório**. Ou seja, um modelo que não consegue distinguir entre as classes e faz previsões de forma aleatória (Jogar uma moeda não viciada) 50%.

- Essa linha tem inclinação de **45°** e corresponde a um **AUC (Área Sob a Curva ROC) = 0.5**, indicando um modelo **sem capacidade discriminativa** (equivalente a um "chute").

Se um modelo apresentar uma curva ROC próxima dessa linha, significa que seu desempenho **não é melhor do que escolher aleatoriamente**. Ou seja, muito ruim.

3 - Which curve represents a better fit, the red or the green? Why?

A **curva verde representa um melhor ajuste**.

Quanto mais a curva ROC se aproxima do canto superior esquerdo (TPR alto e FPR baixo), **melhor o desempenho do modelo**. A curva verde possui um **AUC maior** (área sob a curva maior que a da vermelha), indicando um **modelo mais preciso**. Basicamente a Área sobre a Curva, bastamos analisar qual maior área.

A curva vermelha está abaixo da linha tracejada o que sugere um modelo muito fraco, incapaz de fazer a respectiva tarefa de classificação **Underfitting, dados ruidosos, além do modelo pode-se analisar também o pré processamento dos dados**.

A melhor curva, que representa o melhor treinamento é a curva verde.

---

3 - Figure 3 presents a classification model training and the evaluation. This model classifies 3 classes (A, B, C). Graph A represents the training accuracy over the epochs, Graph B represents the training loss over the epochs, and the table represents the evaluation of the model using some test samples, we used a confusion matrix to evaluate the classes trained.

- Can we say that the model has a good performance in the test evaluation?

- What phenomenon happened during the test evaluation?
- Describe your thoughts about your selection.

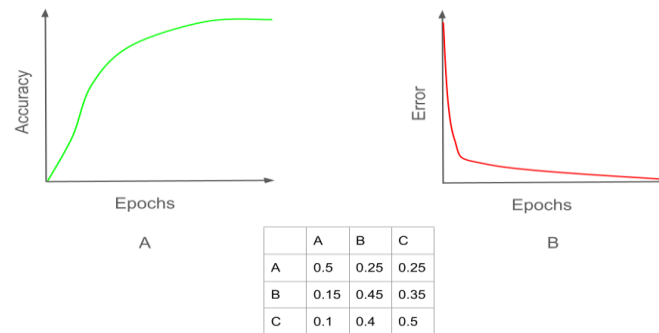


Figure 3 - Model train and evaluation pipeline

### Resposta:

1 – Can we say that the model has a good performance in the test evaluation?

A análise apenas das curvas de treinamento do modelo, e com os valores da matriz de confusão sugere que **o modelo não tem um desempenho ideal**. Porque as curvas de teste ou validação para acurácia e erro, são estritamente necessárias para avaliar o desempenho do modelo, provavelmente este modelo sofreu **Overfitting** e aprendeu muito sobre os dados de treinamento porém qualquer outro dado generalista para este modelo será desconhecido seu label A, B ou C.

A matriz deveria ter valores altos na diagonal principal (previstos corretamente), mas há uma grande dispersão nos valores fora da diagonal.

- A matriz de confusão e seus resultados, sugerem que **o modelo está tendo dificuldades para distinguir corretamente entre as classes**.

Apesar de os gráficos de treino mostrarem **uma alta acurácia e um erro baixo**, a matriz de confusão indica que **no conjunto de teste, o modelo não está generalizando bem**.

2 – What phenomenon happened during the test evaluation ?

O modelo provavelmente está sofrendo de **overfitting**.

A **alta acurácia ou baixo erro no treino** (Gráfico A e B) e **baixa acurácia no teste** (Matriz de Confusão) são sinais clássicos. Durante o treinamento, o modelo **memoriza os dados**, mas não consegue generalizar bem para novos exemplos.

Poucos dados de treinamento, o que faz o modelo memorizar padrões específicos. Complexidade excessiva do modelo, capturando ruídos e peculiaridades dos dados de treino. Distribuição diferente entre treino e teste, dificultando a generalização. Treinamento excessivo dos dados, sem Early Stop, ou seja, sem uma parada premeditada de uma análise que chegou em um platô, de erro e acurácia, após aquilo não tem melhora. Neste ponto se avalia o modelo, e verifica se segue com outros, ou ajusta as melhorias, pré-processamento, dados, treinamento, complexidade, enfim.

Algumas melhorias seriam no pré-processamento como, Regularização, Padronização ou Normalização (L1/L2). Reduz a complexidade do modelo para evitar overfitting.

Aumento de Dados (Data Augmentation) ou utilização de GANS para dados artificiais. Melhorar a diversidade dos dados de treino.

Balanceamento de Classes (UpSampling ou DownSampling). Se as classes estiverem desbalanceadas, técnicas como oversampling ou undersampling podem ajudar.

Early Stopping . Parar o treinamento antes de o modelo começar a memorizar os dados.