

	<b>Universidade Federal do Ceará</b>	
	<b>Disciplina:</b> APRENDIZAGEM DE MÁQUINA PROBABILÍSTICA	<b>Código:</b> CK0475/CKP9013
	<b>Professor(a):</b> César Lincoln C. Mattos	
	<b>Semestre:</b> 2025.2	
	<b>Discente:</b>	<b>Matrícula:</b>
	<b>Curso:</b> Ciência da Computação, Ciência de Dados e Pós-graduação	

## Trabalho 5

### Leia as Instruções:

- O trabalho é individual.
- As simulações poderão ser realizadas em quaisquer linguagens de programação.
- Para a avaliação do trabalho deverá ser submetido um arquivo pdf com texto e figuras referentes aos resultados das simulações.
- Para a avaliação do trabalho deverão ser enviados os códigos fonte.

1. Implemente um modelo de **Processos Gaussianos** com kernel RBF para tarefas de regressão unidimensional com ruído de observação Gaussiano. Implemente um procedimento de otimização dos hiperparâmetros do modelo (kernel e verossimilhança) via maximização da evidência.

- Treine o seu modelo com os dados do arquivo **gp\_data\_train.csv** fornecido.
- Teste o modelo resultante com os dados do arquivo **gp\_data\_test.csv**.
- Reporte os valores de RMSE e NLPD obtidos no treino e no teste.
- Faça o plot da curva predita, indicando a média  $\hat{\mu}$  e a incerteza ( $\hat{\mu} \pm 2\hat{\sigma}$ ) predita ao longo do intervalo  $[-1, 1]$  do domínio.
- **Execute** os itens anteriores considerando os primeiros 10, 30, 50, 75, 100 dados de treinamento fornecidos.

**Observação:** Na otimização dos hiperparâmetros, use métodos baseados em gradientes para facilitar sua implementação, como os do Scipy (<https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.minimize.html#scipy.optimize.minimize>).

- Note que você precisará calcular os gradientes da evidência em relação aos hiperparâmetros.
- Opcionalmente, você pode usar o pacote Jax (<https://github.com/google/jax>) ou outro similar para calcular automaticamente os gradientes.
- O procedimento de otimização deve garantir que os hiperparâmetros são válidos, e.g., não permitir uma variância do ruído negativa.