**Relatório Consolidado — Exercícios PINN**

Este relatório reúne os resultados e configurações utilizadas nos Exercícios 1, 2, 3 e 4 envolvendo redes neurais do tipo Physics-Informed Neural Networks (PINNs). No Exercício 4 foi introduzida a ideia de **seed** fixa para a PINN, garantindo que os valores iniciais dos pesos sejam sempre os mesmos a cada execução. Isso permite que a comparação entre diferentes parâmetros e estratégias de treino reflita diretamente o impacto das mudanças, sem a interferência da variação aleatória inicial. Este conceito foi aplicado também ao Exercício 1, onde são comparados 18 cenários. Inicializar a PINN com valores aleatórios em cada tentativa não traria benefícios para a análise comparativa, pois cada execução poderia ter diferenças devido apenas à inicialização. Fixando a seed e zerando os pesos antes de cada cenário, a comparação é feita de forma direta e justa entre as configurações. Cada notebook (.ipynb) contém seu respectivo *markdown* explicativo, códigofonte, gráficos e tabelas de resultados.

# Exercício 1 — Comparação de Otimizadores e Hiperparâmetros

Foram avaliadas 18 combinações de otimizadores (Adam, L-BFGS), taxas de aprendizado (1e-1,

1e-2, 1e-5) e épocas (40, 400, 1000). Critérios de convergência: queda suficiente (>10×) e plateau (|slope| < 1e-3 no final do treino). Principais observações: L-BFGS mais eficiente para queda rápida de loss, Adam estável mas sensível ao learning rate. Tempos variaram de 0,05 s a ~16 s.

# Exercício 2a — Viga Engastada com Carga Concentrada

Problema de viga engastada com carga concentrada na ponta. PINN com arquitetura 1–30–30–30– 1, função de ativação tanh e otimizador L-BFGS-B. Erros relativos inferiores a 1% na deflexão e no ângulo em relação à solução analítica.

# Exercício 2b — Viga Biapoiada com Carga Distribuída

Problema de viga biapoiada com carga distribuída uniforme. PINN com arquitetura 1–20–20–20– 20–1, função de ativação senoidal, treinamento híbrido Adam + L-BFGS-B. Erros inferiores a 1% tanto para deflexão quanto para ângulo máximo.

# Exercício 3a — Placa com Tração Uniforme

Problema bidimensional de elasticidade com tração uniforme em uma das bordas. PINN com arquitetura 2–30–30–30–2, função tanh e treinamento Adam + L-BFGS. Resultados qualitativos coerentes com o efeito de Poisson e campo de deslocamentos esperado.

# Exercício 3b — Placa com Tração Senoidal

Problema bidimensional de elasticidade com tração senoidal em uma das bordas e engaste rígido na oposta. PINN com arquitetura 2–30–30–30–2, função tanh, BCs mistas (hard e soft). Resultados coerentes com a forma da tração e comportamento mecânico esperado.

# Exercício 4 — PFNN com Formulação Mista e Forças de Corpo

Problema bidimensional com formulação mista (PFNN) prevendo deslocamentos e tensões simultaneamente. Arquitetura 2–20–20–20–5, função tanh e pesos diferenciados na função de perda. Ajustes de pesos deram ênfase à compatibilidade das tensões e tração no topo, melhorando a fidelidade da solução. Diversos testes foram feitos variando pontos de colocação, épocas, funções de ativação e tamanhos de rede.

Github

https://github.com/juliazanardo/MEC\_502-T.E.MECSOL/tree/main