

# FÍSICA COMPUTACIONAL I

LISTA DE EXERCÍCIOS IV - DATA PARA ENTREGA: 05/10/2020

---

**Problema 1:** Crie uma função definida pelo usuário  $f(x)$  que retorna o valor de  $1 + \frac{1}{2} \tanh 2x$ , e então use diferenças centradas para calcular a derivada da função no intervalo entre  $-2 \leq x \leq 2$ . Encontre uma fórmula analítica para a derivada e plote no mesmo gráfico seus resultados numéricos e a resposta analítica. Tente plotar a resposta exata como uma linha e os resultados numéricos como pontos. (Dica: Em Python a função  $\tanh$  é encontrada no pacote `math` e é simplesmente chamada `tanh`.)

**Problema 2:**

- Repita o exercício anterior, mas agora utilize uma aproximação de ordem 3 para a derivada (consulte a tabela 5.1).
- Para o ponto  $x = 0.0$ , use o método das diferenças centradas com  $h = \{0.01, 0.001, 1.0e-4, 1.0e-5, 1.0e-6, 1.0e-7\}$ . Calcule o erro para cada valor de  $h$  (basta subtrair o valor numérico do exato), e encontre o valor de  $h$  que minimiza o erro
- Repita o item anterior para o caso em que a derivada é calculada usando uma aproximação de ordem 3. O valor de  $h$  ótimo é menor ou maior do que o encontrado usando diferenças centradas? Explique o motivo.

**Problema 3:** Crie uma função definida pelo usuário  $f(x)$  que retorna o valor de  $1 + \frac{1}{2} \tanh 2x$ , e então calcule a derivada segunda desta função no intervalo entre  $-2 \leq x \leq 2$ . Encontre uma fórmula analítica para a derivada segunda e plote no mesmo gráfico seus resultados numéricos e a resposta analítica.

**Problema 4: Campo elétrico de uma distribuição de cargas**

Suponha que nós temos uma distribuição de cargas e queremos calcular o campo elétrico resultante. Uma maneira de se fazer isto é primeiro calculando o potencial elétrico  $\phi$  e então o seu gradiente. Para uma carga pontual  $q$  na origem, o potencial elétrico a uma distância  $r$  da origem é  $\phi = q/4\pi\epsilon_0 r$  e o campo elétrico é  $\mathbf{E} = -\nabla\phi$ .

- Você tem duas cargas, de  $\pm 1$  C, separadas por 10 cm. Calcule o potencial elétrico resultante em um plano quadrado de dimensões  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  que cerca as cargas e passa por elas. Calcule o potencial em uma grade de pontos espaçados de 1 cm e faça uma visualização na tela do potencial usando um gráfico de densidade. (Dica: Lembre dos argumentos `vmin` e `vmax` que foram explicados no segundo problema da lista II)

- b) Calcule agora as derivadas parciais do potencial com respeito a  $x$  e  $y$ , obtendo as componentes do campo elétrico no plano  $xy$ . Faça uma visualização do campo também. Isto é um pouco mais complicado do que visualizar o potencial, por que o campo elétrico tem magnitude e direção. Uma maneira de se fazer isto é gerando dois gráficos de densidade, um com a magnitude, e outro com a direção, o último usando o esquema de cor "hsv" no pylab, que é um esquema estilo arco-íris que passa por todas as cores mas começa e termina com a mesma tonalidade de vermelho, o que o torna apropriado para representar coisas como direções ou ângulos que dão uma volta completa e depois retornam para o ponto de início. Uma visualização mais sofisticada pode usar o objeto 'arrow' do pacote vpython, em que uma grade de flechas é usada com direções e comprimentos que representam o campo.