

Mecânica Quântica II

7ª Lista de Exercícios

Paulo Matias
5626309

16 de novembro de 2009

1 Introdução

O objetivo desta lista é comparar graficamente a função e^{ikz} com suas expansões em autofunções do Hamiltoniano livre ($V = 0$) até $l = 2$ e até $l = 3$.

As autofunções do Hamiltoniano livre são dadas por:

$$\phi_{klm}^0(\vec{r}) = j_l(kr) Y_{lm}(\theta, \varphi)$$

A função e^{ikz} pode ser expandida nessas autofunções da seguinte forma:

$$e^{ikz} = \sum_{l=0}^{\infty} i^l \sqrt{4\pi(2l+1)} j_l(kr) Y_{l0}(\theta)$$

2 Código

Foi escrita uma função denominada `eikz` para calcular a expansão acima para valores de l de 0 até `l trunc` (que será chamado também de l_{max}). A função recebe, além de `l trunc`, os valores de k , de z , e de θ . O valor de r é calculado pela expressão $r = z / \cos \theta$.

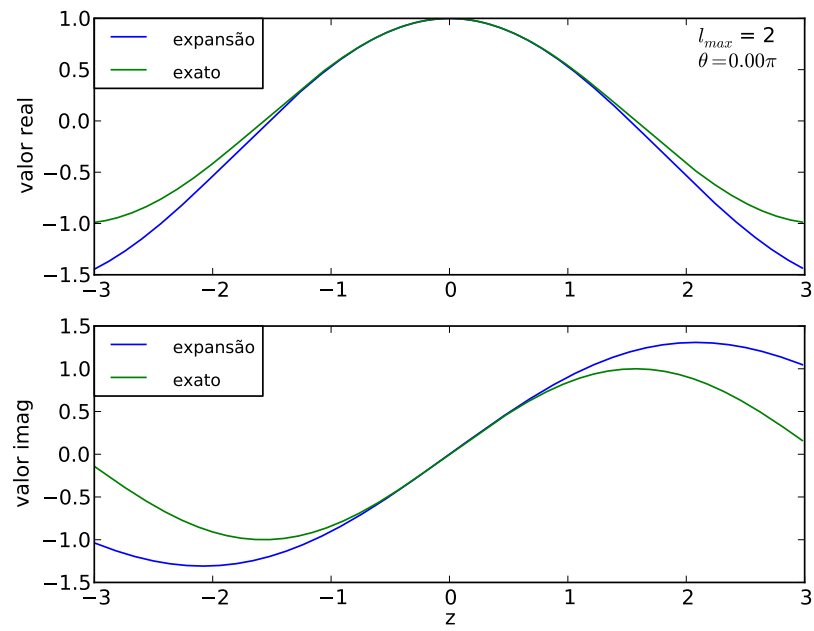
Foram escritas duas funções para gerar gráficos de comparação entre e^{ikz} e sua expansão.

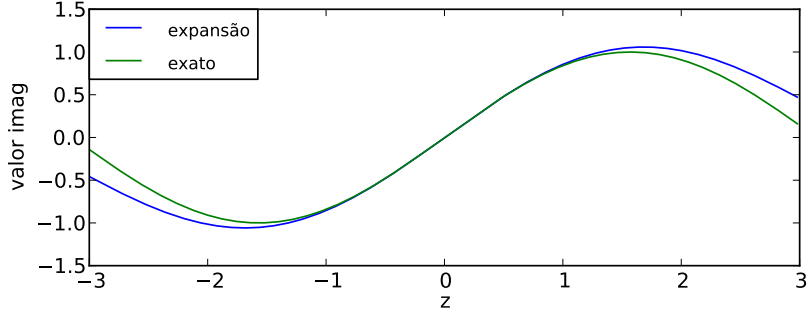
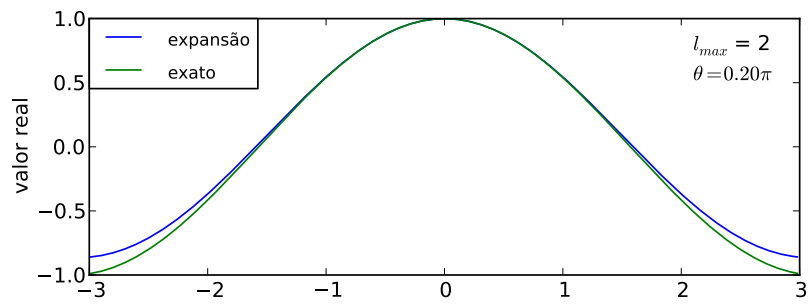
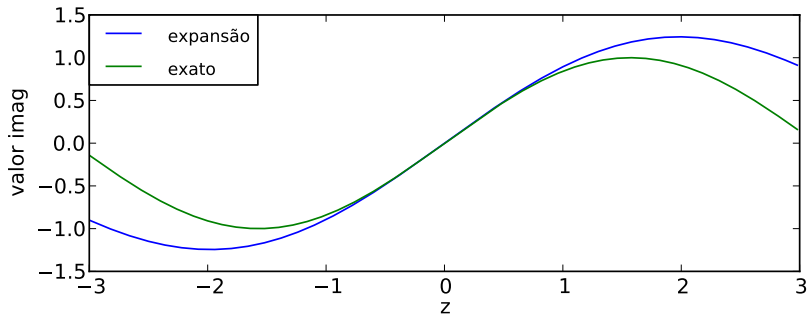
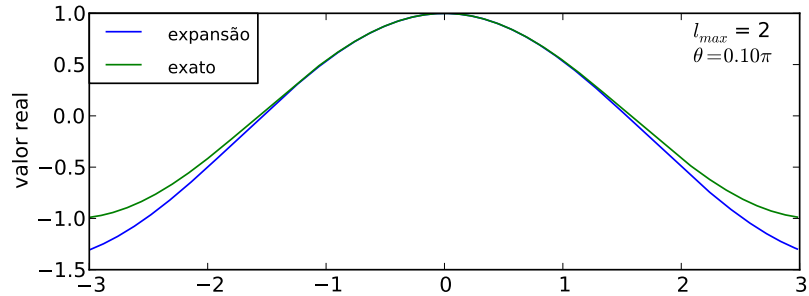
A primeira, denominada `comparar_expansao`, recebe um valor de `l trunc` e um valor de θ , para gerar um gráfico do valor das expressões em função de $-3 < z < 3$, com $k = 1$.

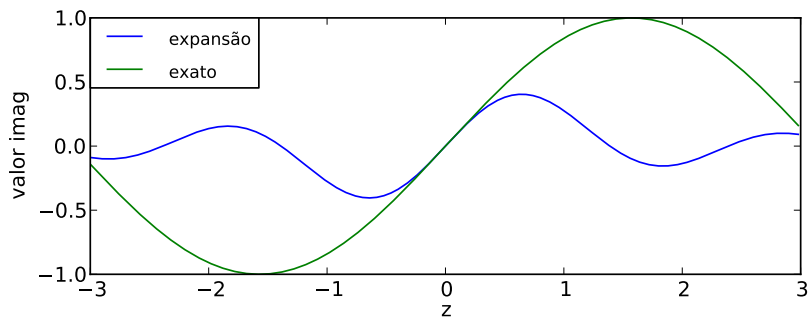
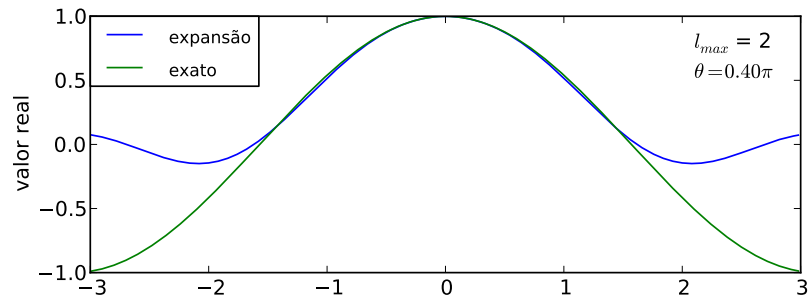
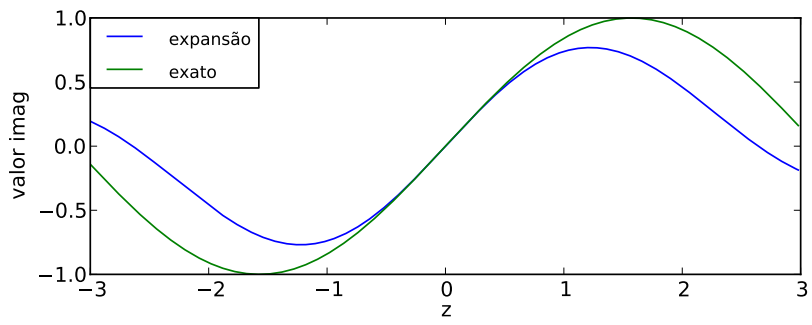
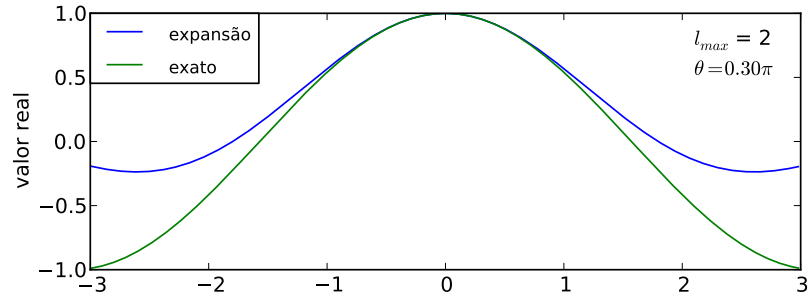
A segunda, denominada `mapa_diferencas`, recebe apenas um valor de `l trunc`. Ela calcula θ a partir dos valores de $-3 < z < 3$ e de $-3 < x < 3$. Para cada um desses pontos (x, z) é calculado o valor absoluto da parte real e da parte imaginária da diferença entre e^{ikz} e sua expansão. O resultado é mostrado em um mapa de cores.

3 Resultados

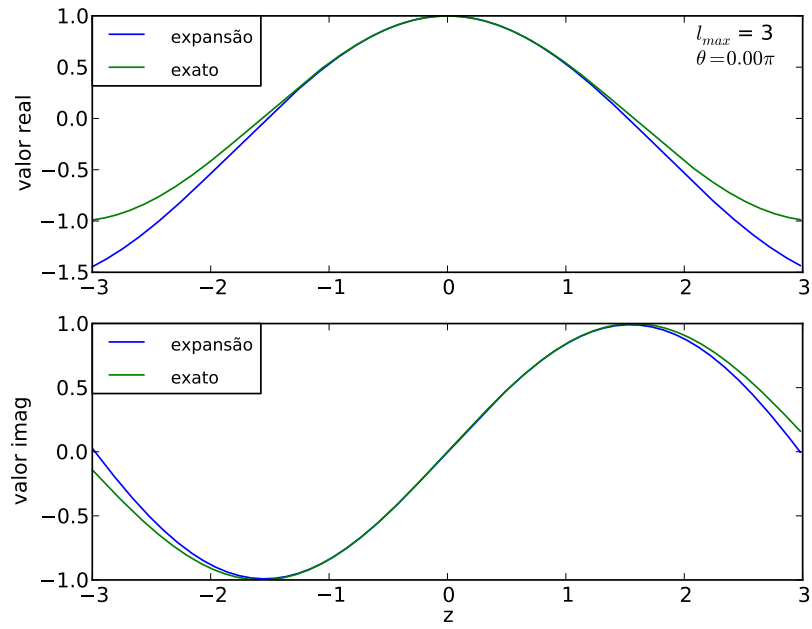
3.1 Comparação com expansão para $l_{max} = 2$

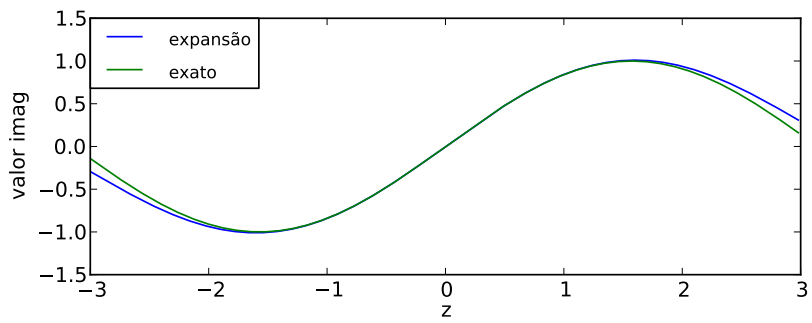
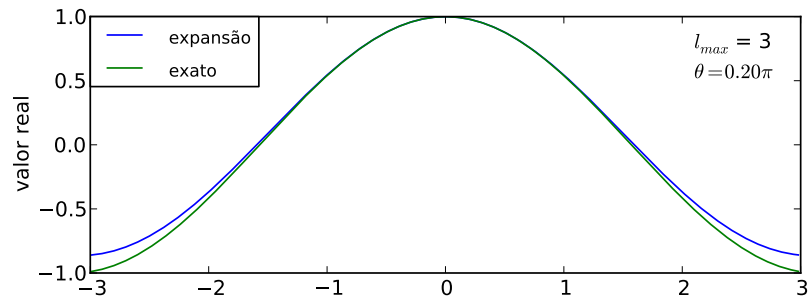
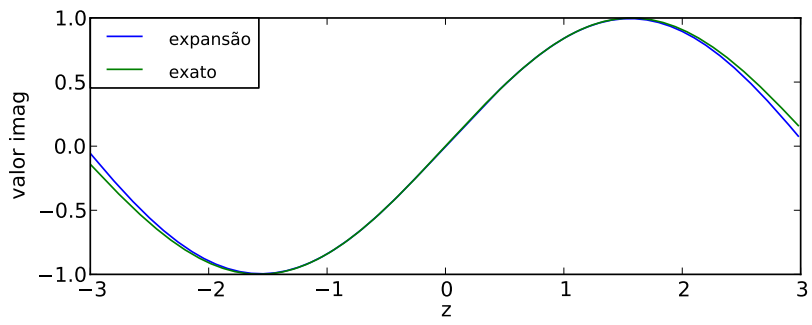
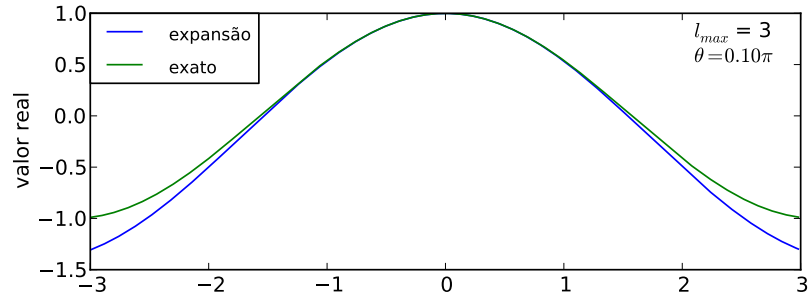


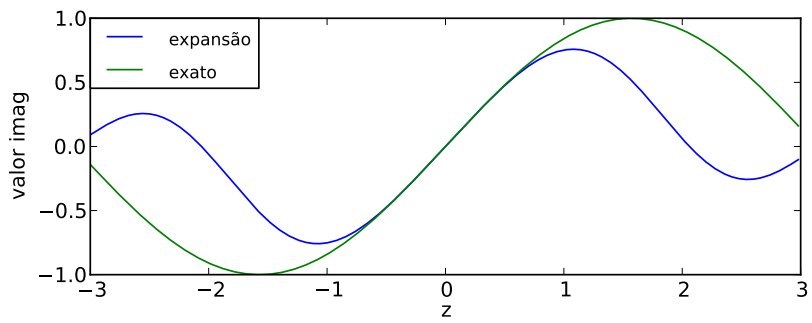
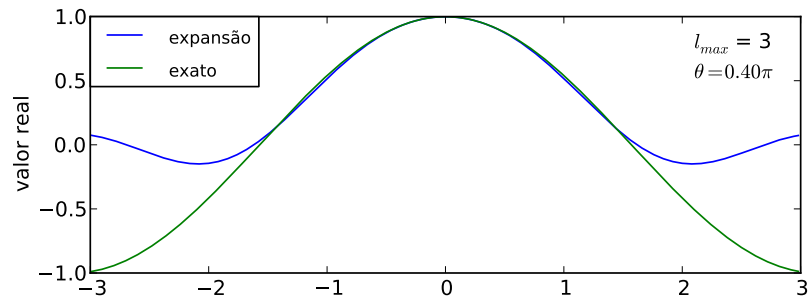
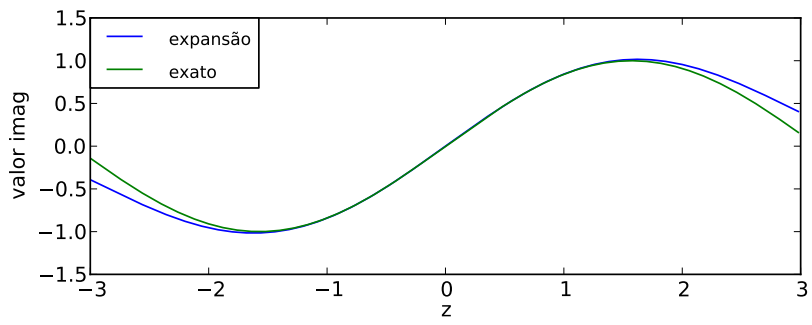
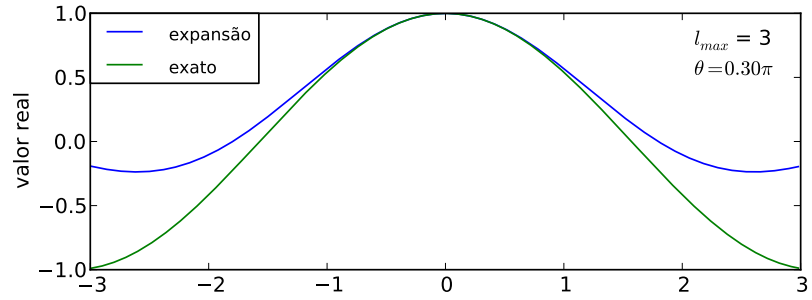




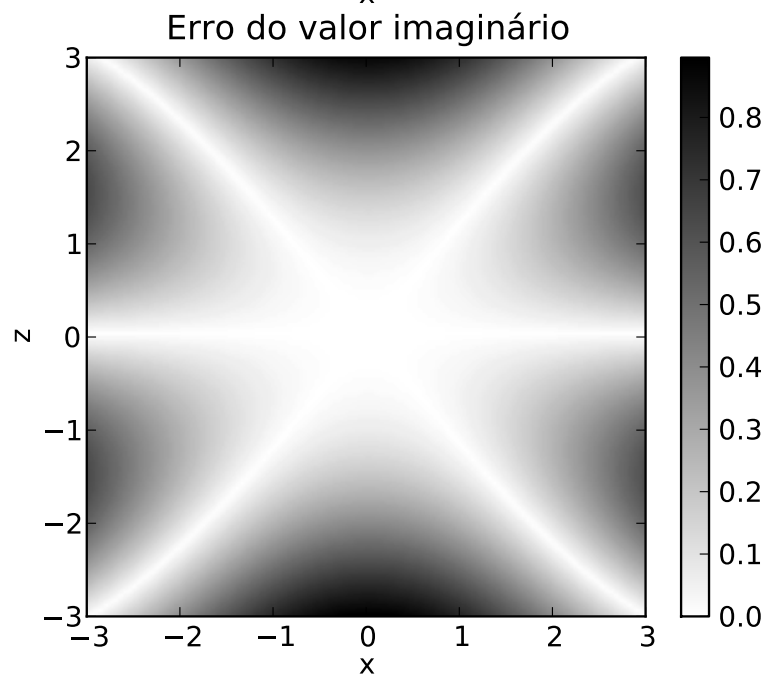
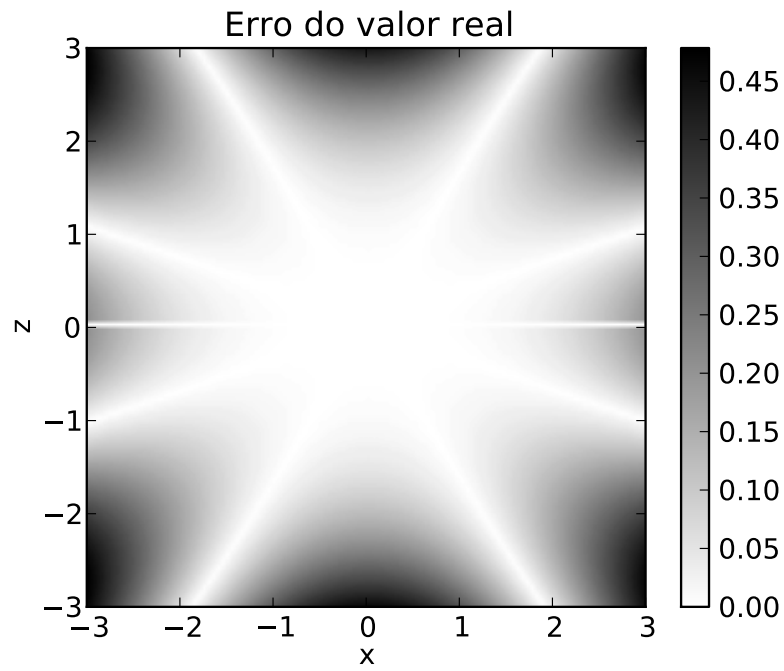
3.2 Comparação com expansão para $l_{max} = 3$



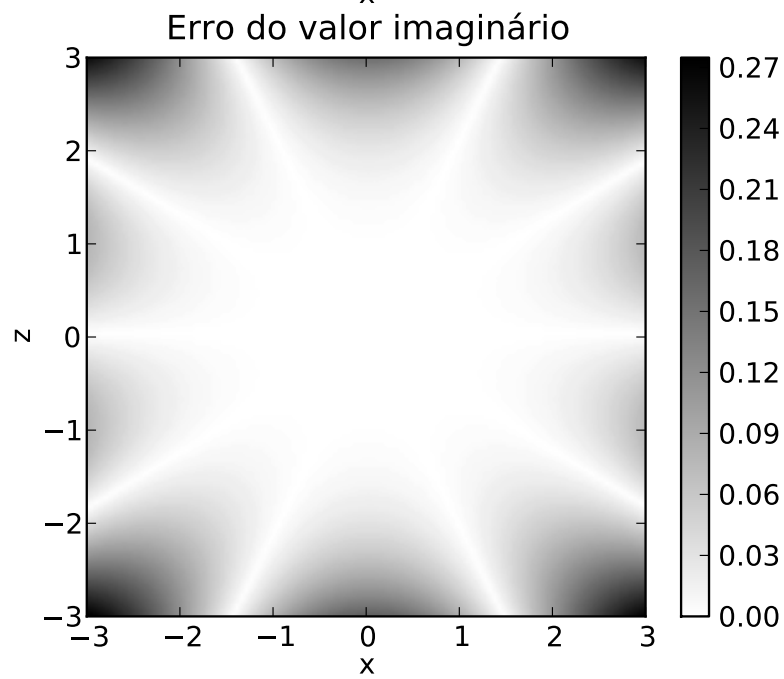
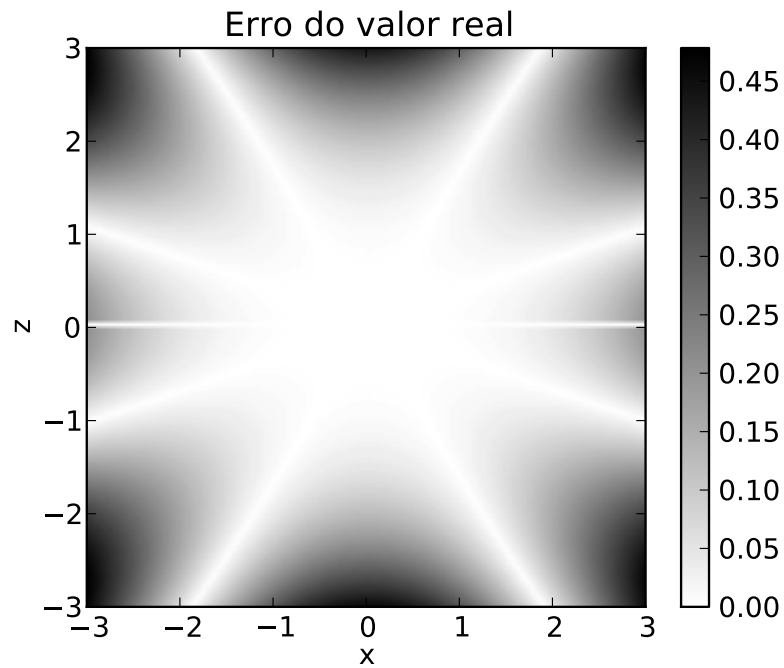




3.3 Mapa de diferenças para $l_{max} = 2$



3.4 Mapa de diferenças para $l_{max} = 3$



4 Conclusão

Para pequenos valores de kz , a expansão é boa mesmo utilizando poucos termos da série.