



Cálculo da fotocorrente em estruturas semicondutoras do tipo QWIP (Fotodetectores de Infravermelho de Poços Quânticos)

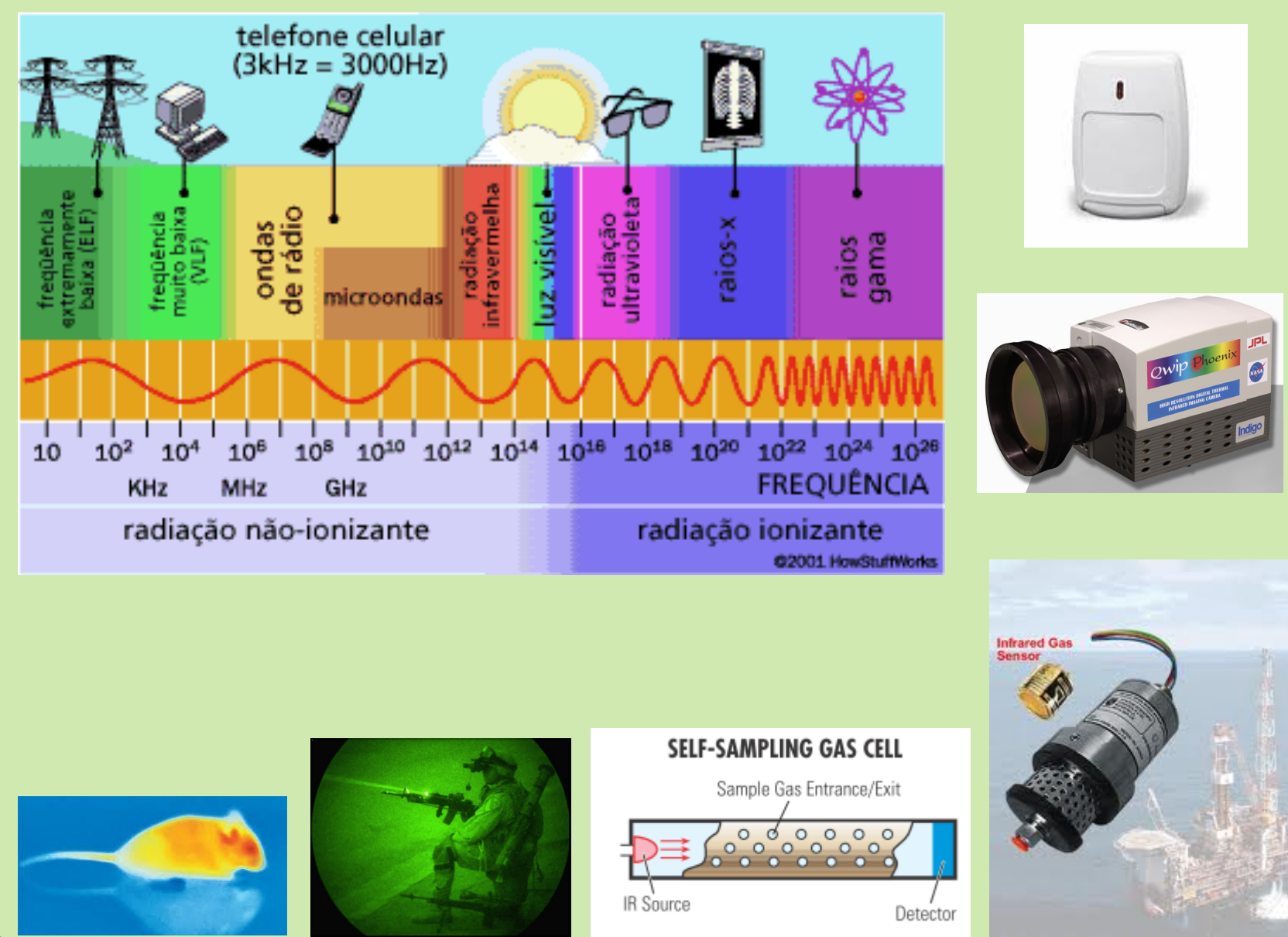


Bolsista: Felipe Cardozo Arcaro
Orientador: Marcelo Z. Maiale

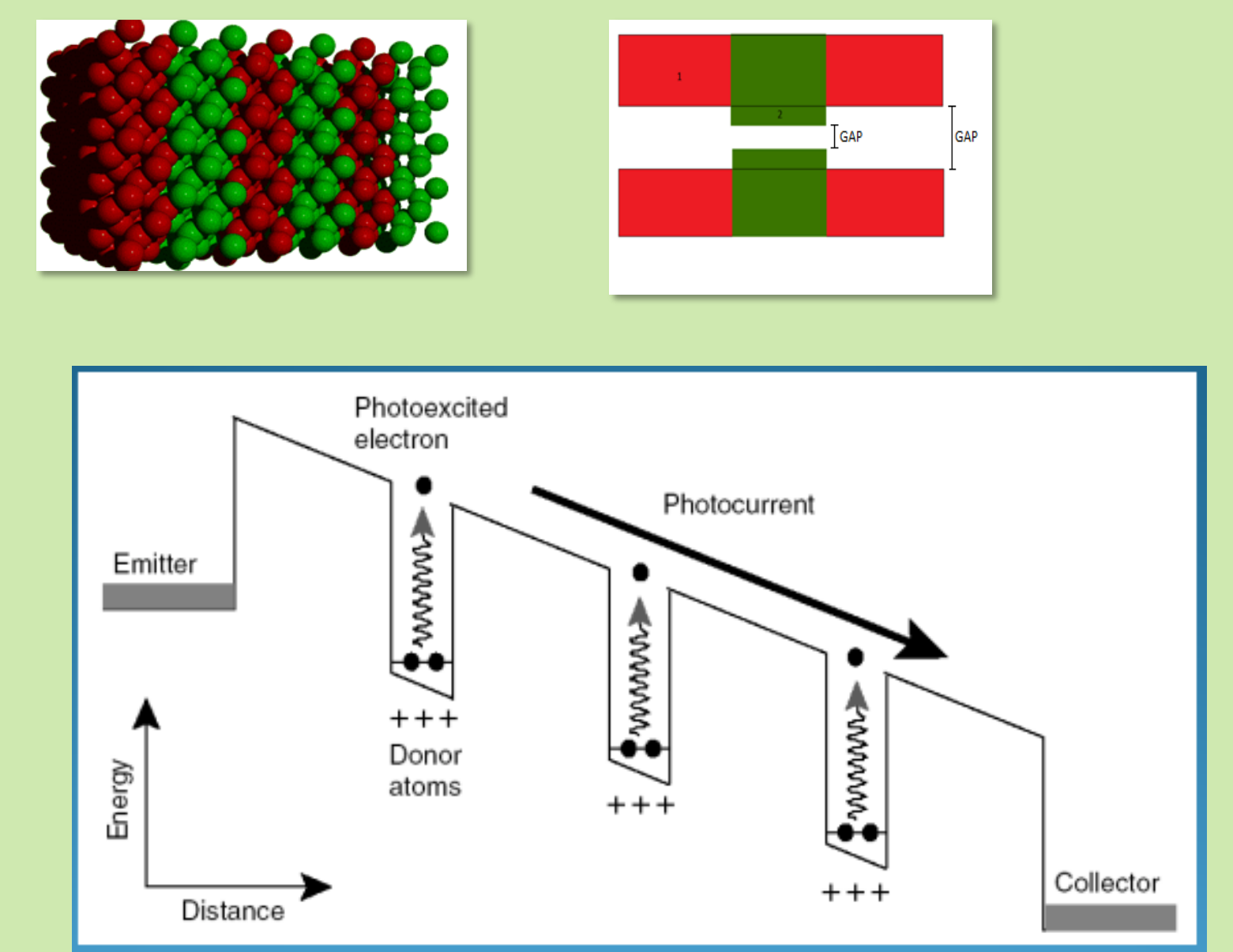
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas, Limeira-SP, Brazil

Estudamos a equação de Schrödinger, da mecânica quântica, para obter a solução analítica e numérica de uma partícula em diversos potenciais confinantes. O procedimento numérico utiliza as soluções de uma partícula num poço de barreiras infinitas como base para a construção de outras soluções, o que é feito através da diagonalização de uma matriz. Também calculamos numericamente a fração de transmissão de uma partícula incidente em barreira de potencial e para isto utilizamos o método da matriz de transferência.

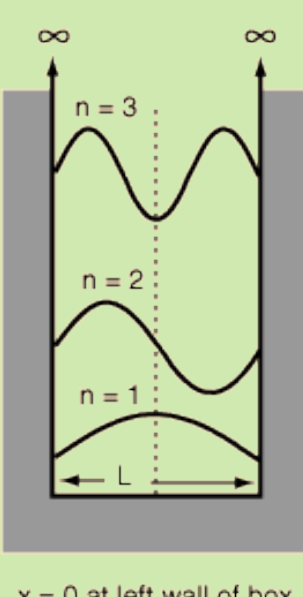
Infravermelho



Sistemas Semicondutores



Níveis Discretos de Energia

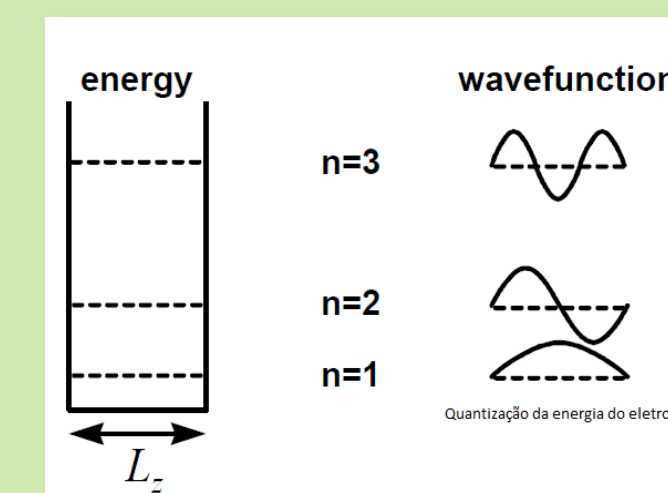


Equação de Schrödinger
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \cdot \frac{d^2\psi(z)}{dz^2} + V(z)\psi(z) = E\psi(z)$$

Análise numérica:
Expansão em base
partícula numa caixa finita

$$|\psi\rangle = \sum_n a_n |\psi_n\rangle$$

$$\hat{H}_0 \psi_n = \epsilon_n \psi_n$$
$$\psi_n(\xi) = \sqrt{2} \sin(n\pi\xi)$$



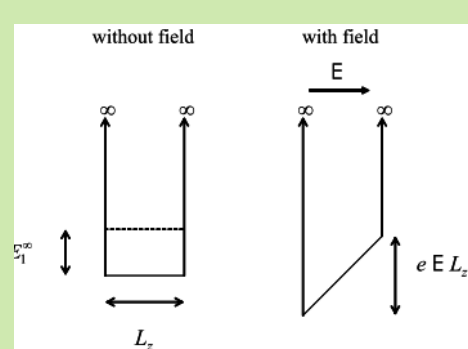
Diagonalização de matriz

$$H_{ij} = \delta_{ij} \epsilon_j^2 + v_{ij}$$

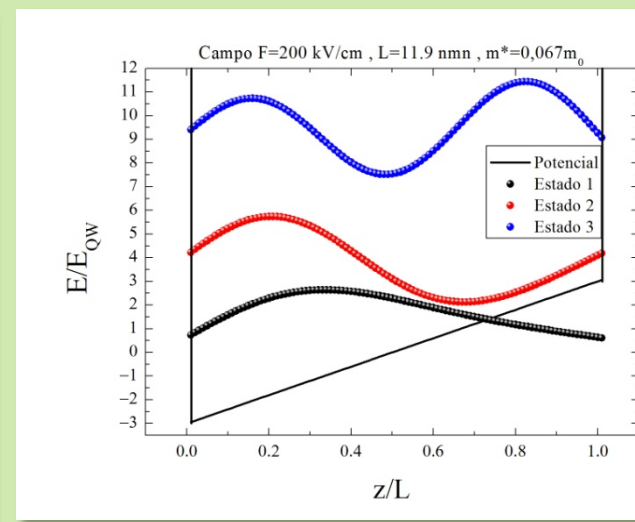
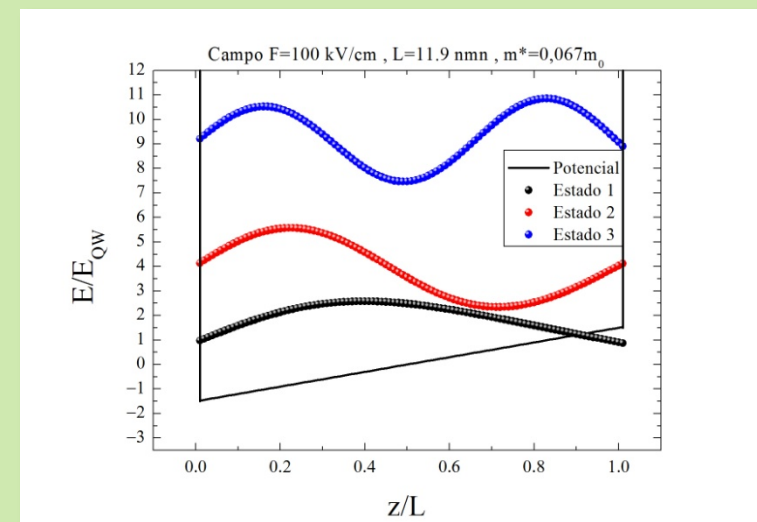
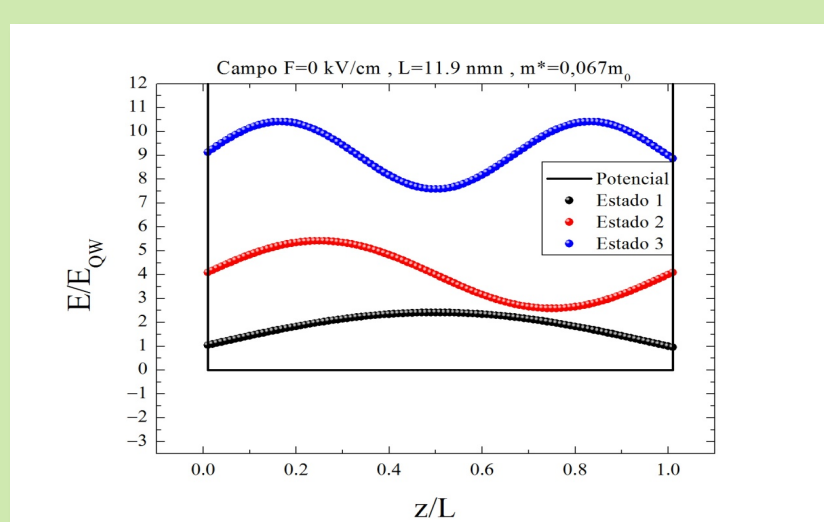
Auto-estados

RESULTADOS: Auto-estados para diversos potenciais

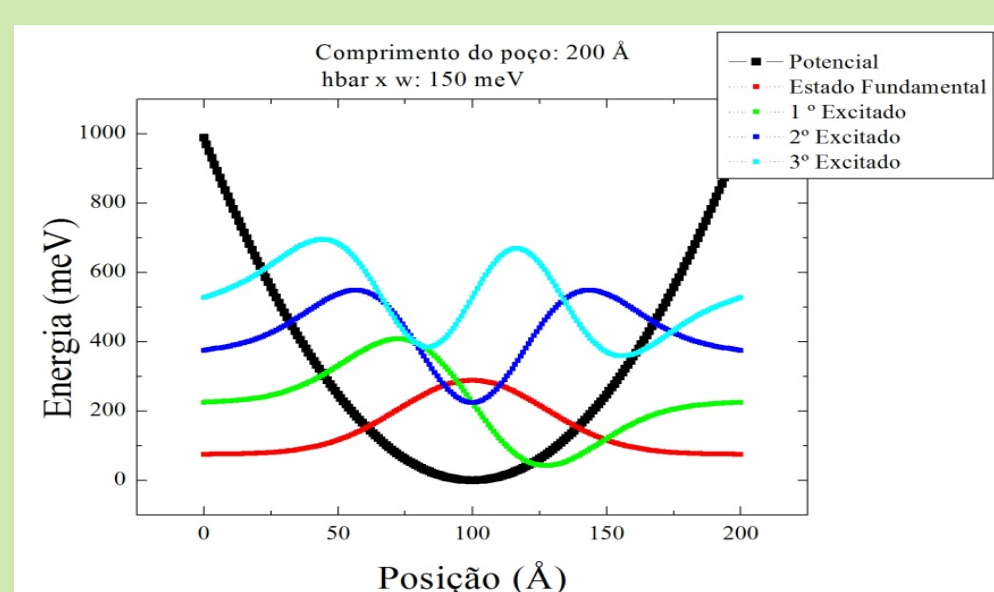
Poço quântico



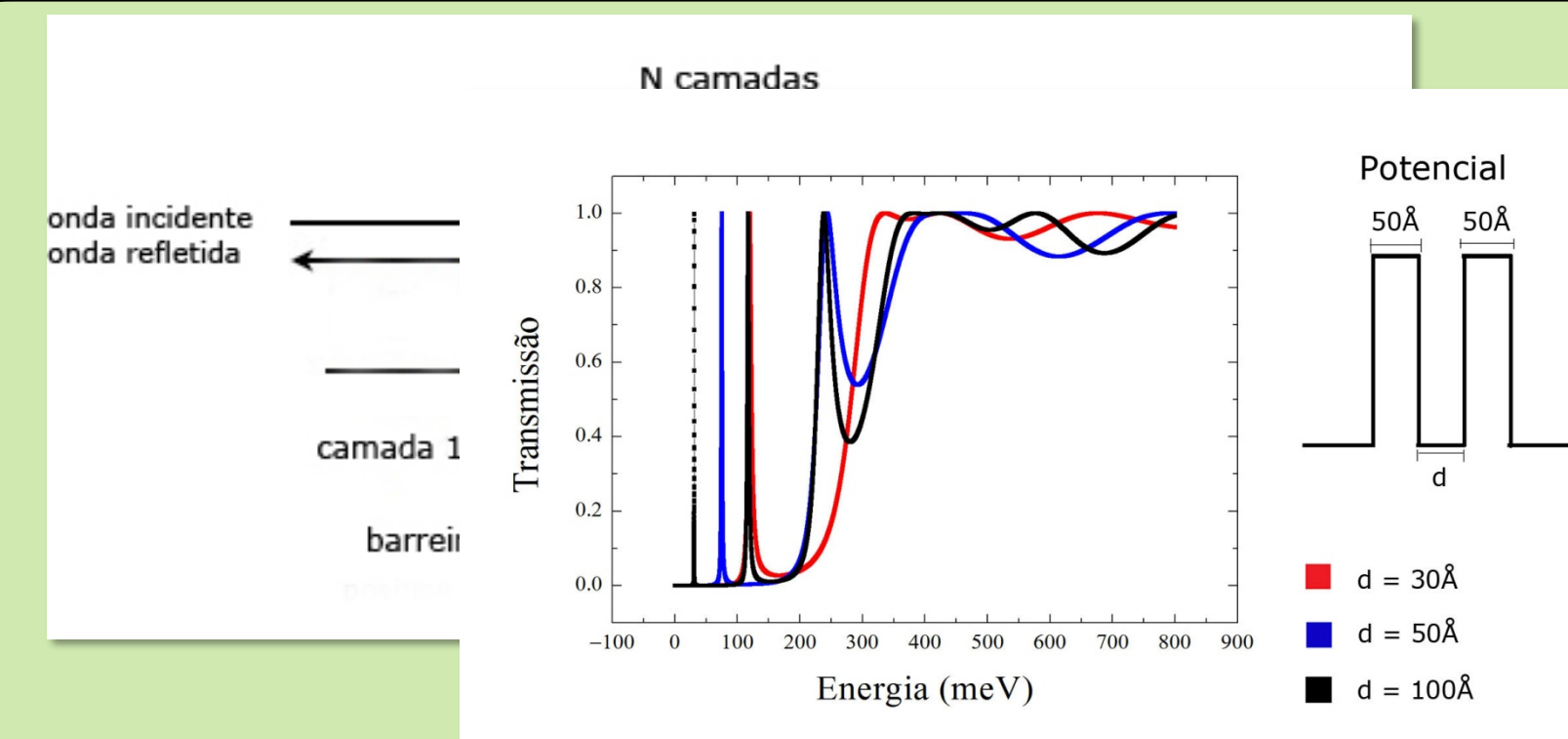
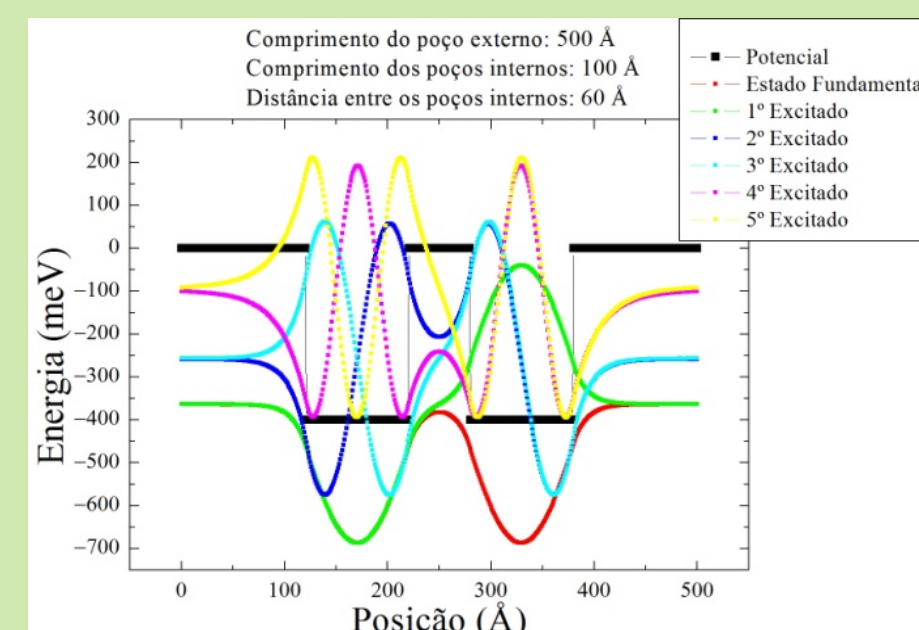
Poço quântico em campo elétrico



Poço quântico parabólico

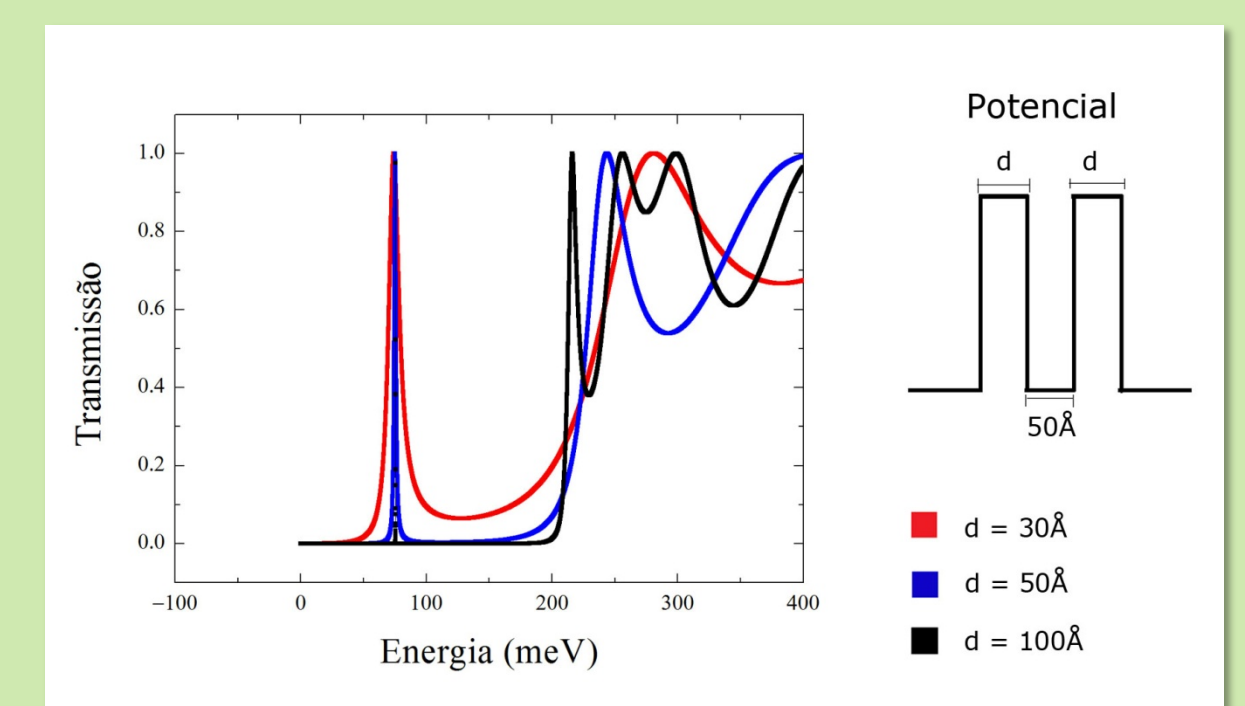
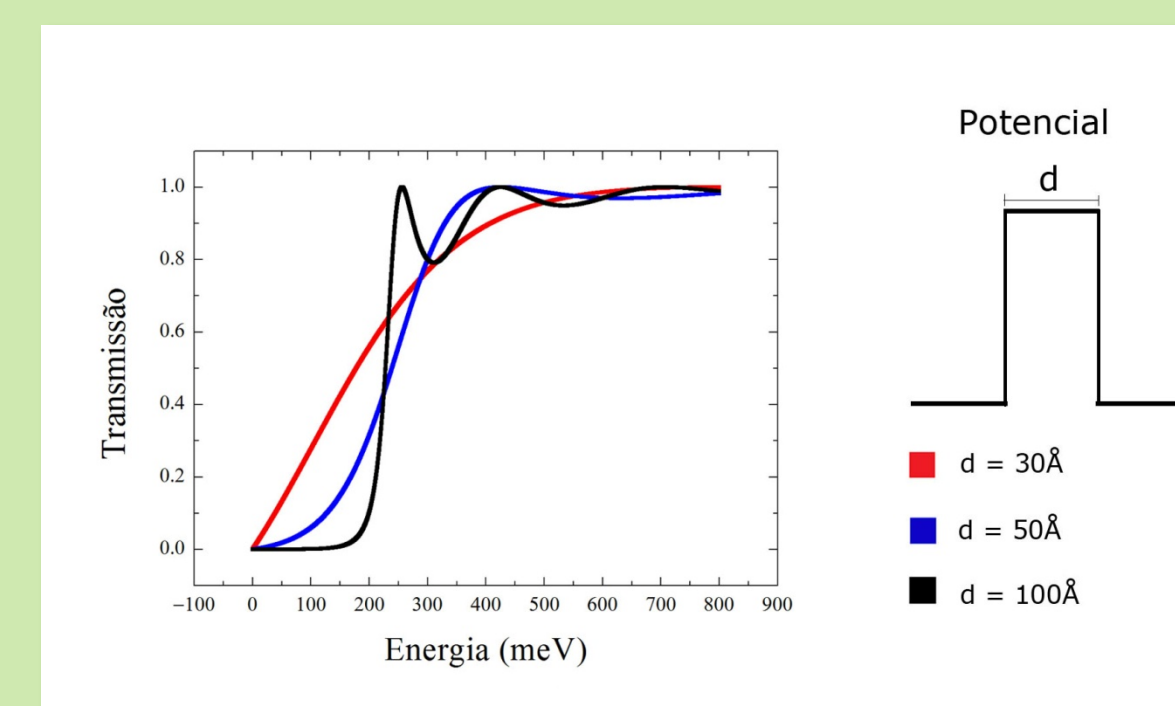


Poço quântico duplo

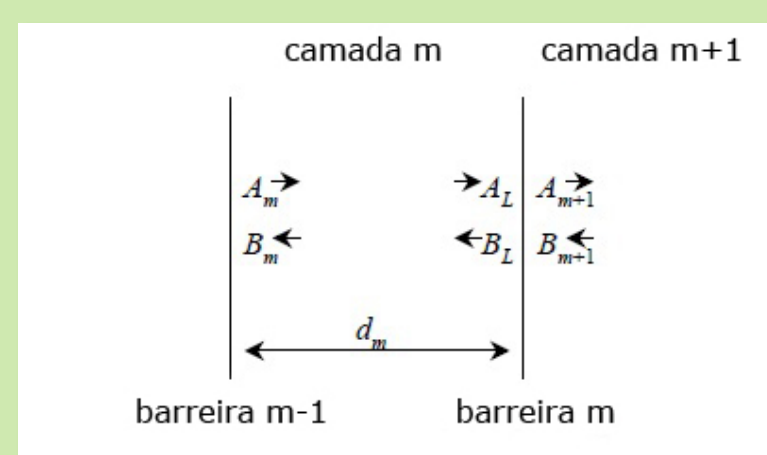


Caso não perturbado

Caso perturbado



Barreira potencial



$$\psi(z) = A_m \exp[ik_m(z - z_{m-1})] + B_m \exp[-ik_m(z - z_{m-1})]$$

Matriz de transferência

$$T = D_1 P_2 D_2 P_3 D_3 P_4 D_4 \dots P_{N-1} D_{N-1}$$
$$P_m = \begin{bmatrix} \exp(-ik_m d_m) & 0 \\ 0 & \exp(ik_m d_m) \end{bmatrix}$$
$$D_m = \begin{bmatrix} \frac{1+\Delta_m}{2} & \frac{1-\Delta_m}{2} \\ \frac{1-\Delta_m}{2} & \frac{1+\Delta_m}{2} \end{bmatrix}$$

Condições de contorno

$$\psi = A_L + B_L = A_{m+1} + B_{m+1}$$

$$\frac{d\psi}{dz} = ik(A - B)$$

CONCLUSÃO

Tivemos como primeira etapa do estudo uma introdução básica à mecânica quântica realçando a equação de Schrödinger e o estudo de poços quânticos com seus estados eletrônicos, que estão diretamente relacionados com o funcionamento de dispositivos detectores de infravermelho. Pudemos também comparar a solução analítica do comportamento de um elétron num poço quântico finito e infinito, e partindo disto pudemos analisar a solução numérica do comportamento do elétron em diferentes tipos de potenciais. Analisamos o comportamento de uma partícula incidente e sua fração de transmissão em diferentes tipos de barreiras potenciais, com auxílio de um programa numérico que utiliza o método da matriz de transferência e pudemos ver onde ocorriam os picos de transmissão, que quando estreitos (como o caso da barreira dupla), podem ser utilizados como um filtro de energia, base do funcionamento de detectores infravermelhos.



Contato
felipearcaro1@gmail.com

