

# Éxcitons em Heteroestruturas Semicondutoras

CORREIA, Maury Duarte<sup>1</sup> ; SOUZA, Márcio A. R.<sup>2</sup>

Palavras-Chaves: Semicondutores; Interfaces; Magnéticos

## 1 Introdução

As propriedades dos DMSs (Diluted Magnetic Semiconductors) têm atraído bastante interesse, quer seja devido no desenvolvimento dispositivos com novas propriedades (diodo de spin, lasers semicondutores do azul ao ultravioleta e isoladores ópticos), quer seja no domínio da física fundamental (propriedades magnéticas, transições ópticas específicas para os íons de  $Mn^{++}$  e interações de troca sp-d) em poços quânticos, superredes e outras configurações que envolvam engenharia de *band-gap*. A principal característica desses materiais é que, na presença de um campo magnético externo, a interação de troca entre os íons magnéticos localizados e os portadores da banda produz um efeito Zeeman extremamente grande quando comparado com os semicondutores convencionais. O desenvolvimento dos sistemas de baixa dimensionalidade está ligado aos constantes avanços nas técnicas de crescimento epitaxiais, em particular a Epitaxia por Feixe Molecular (MBE). Com ela se obtém heterojunções com um rigoroso controle nas espessuras das camadas crescidas, possibilitando interfaces *praticamente* abruptas entre materiais diferentes. Entretanto, a morfologia da interface depende da mobilidade dos átomos nessa região e das condições de crescimento. Dois modelos são usualmente utilizados para descrever a interface em heteroestruturas semicondutoras: o modelo exponencial, proveniente do mecanismo de segregação, e o modelo da função erro, que decorre de processos de difusão.

## 2 Metodologia

Investigamos teoricamente os efeitos das interfaces sobre a energia de ligação excitônica em poços quânticos de semicondutores magnéticos diluídos. Em tais sistemas os estados confinados tornam-se uma poderosa ferramenta no estudo das interfaces, uma vez que o campo magnético possui uma influência significativa nesta região devido a diminuição do acoplamento antiferromagnético. Utilizamos perfis de potencial do tipo exponencial e função erro para descrever a forma das interfaces - segregação e difusão.

---

<sup>1</sup>Bolsista de iniciação científica. Instituto de Física - Grupo de Semicondutores, maury@fisica.grad.ufg.br

<sup>2</sup>Orientador/Instituto de Física/UFG, marcio@if.ufg.br

Posteriormente investigaremos os efeitos de um campo magnético aplicado sobre a heteroestrutura. A equação da massa efetiva foi resolvida numericamente através do método  $\vec{k} \cdot \vec{p}$  usando o método da potência inversa. Todos os parâmetros usados variam continuamente com a concentração ao longo da direção de crescimento.

### 3 Resultados e Discussão

Calculamos a estrutura eletrônica de poços quânticos de  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}/\text{CdTe}/\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  (com  $x = 0.3$ ). Foi considerado o efeito de interfaces abrupta e não-abruptas. As interfaces não abruptas foram tratadas pela função erro e pela função exponencial. O primeiro caso descreve o efeito de difusão, que tem o perfil de potencial simétrico, e os níveis de energia para uma elétron no estado fundamental não são tão sensíveis a variação da largura das interfaces quanto o potencial assimétrico (tratado pela função exponencial e que descreve o efeito de segregação nas interfaces). A relação entre a largura da interface (num poço fixo de  $80 \text{ \AA}$ ) e o nível de energia do primeiro estado ligado de elétron confinado numa heteroestrutura semimagnética ( $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ ) foi calculado também.

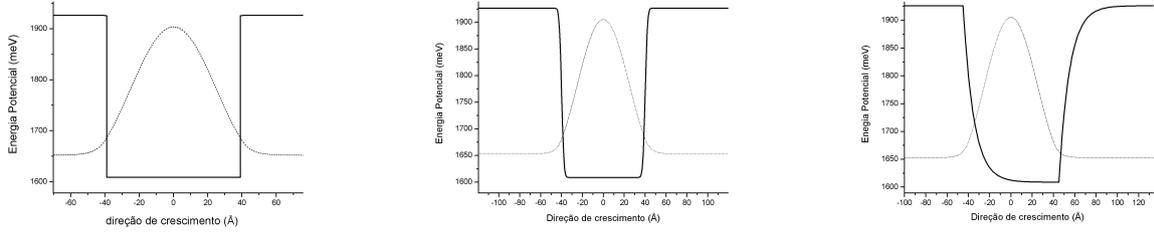


Figura 1: Perfis de potencial com o primeiro estado de um elétron confinado. Potencial abrupto, difuso e exponencial respectivamente.

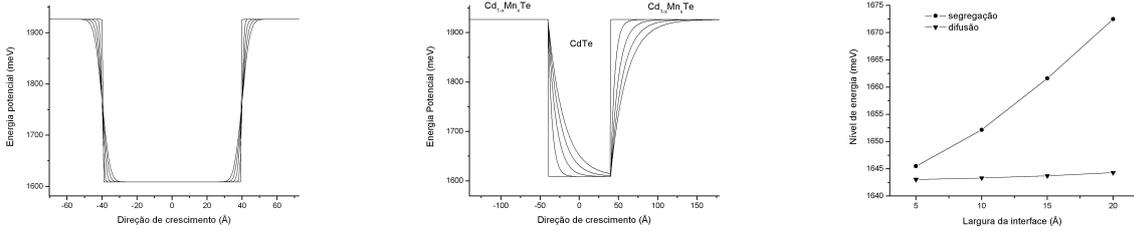


Figura 2: perfil de potencial difuso, exponencial e energia por largura de interface respectivamente.

### 4 Conclusão

Verificamos que o efeito de segregação (interface exponencial), além de deslocar a autofunção do centro do poço (centro em  $0 \text{ \AA}$ ), o perfil de potencial tende a estreitar sua largura no fundo do poço, de tal maneira que o nível de energia de um elétron confinado aumenta com o aumento da largura da interface esquerda. Assim o potencial exponencial tende a expulsar os níveis, o que pode ser entendido observando a figura 3, pois vemos que a largura do poço diminui em sua base.

## Referências

- [1] W. Grieshaber. Caracterisation d'interfaces et effet polaron magnétique excitonique dans les hétérostructures de semiconducteurs semimagnétiques CdMnTe/CdTe. Tese de Doutorado, 1992.
- [2] Resende, Sérgio M., A Física dos Materiais e Dispositivos Eletrônicos. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 1994.
- [3] J. K. Furdina, Diluted Magnetic Semiconducors, (J. Appl. Phys., 64, R29-R64, 1988.)