

Ganho Óptico em Nanomateriais de Perovskita

Jaqueline Rocha*, Gabriel Nagamine, Luis G. Bonato, Lázaro A. Padilha, Carlos H. de Brito Cruz

Resumo

Observamos que em pontos quânticos de Perovskita CsPbBr₃ excitados por absorção de 2 fótons há uma forte dependência entre o tamanho do ponto quântico e o limiar de amplificação da emissão espontânea, mostrando um limiar de ganho óptico tão baixo quanto 1,6 mJ/cm² sob excitação de 1,55 eV.

Palavras-chave: Perovskite Quantum Dot, Absorção de 2 Fótons, Amplificação da Emissão Estimulada

Introdução

Os Pontos Quânticos de Perovskita CsPbBr₃ (PQD, do inglês *Perovskite Quantum Dots*) surgiram como uma nova classe de nanomateriais promissora para aplicações em dispositivos, incluindo lasers e LEDs¹ devido às suas excelentes propriedades optoeletrônicas.

Neste trabalho, estudamos os métodos de síntese desses nanomateriais e investigamos a dependência do ganho óptico por absorção de 2 fótons em PQDs e sua seção de choque para entender tais propriedades.

Resultados e Discussão

Usamos um sistema composto de um laser Ti:safira, operando em 800nm e com pulsos de 80fs, para excitar pontos quânticos de Perovskita de diversos tamanhos dispostos em filmes finos. Para gerar a amplificação da emissão espontânea (ASE) por absorção de 2 fótons (2PA), excitamos o filme com uma lente cilíndrica e detectamos o sinal com uma objetiva na lateral do filme.

Conforme aumentamos a potência de excitação, é possível observar o aparecimento de um estreito pico de emissão, indicando o ASE.

O pico de ASE, mostrado na Figura 1, está desviado para o vermelho em relação ao pico de fotoluminescência, indicando que é originado da emissão do biéxciton.

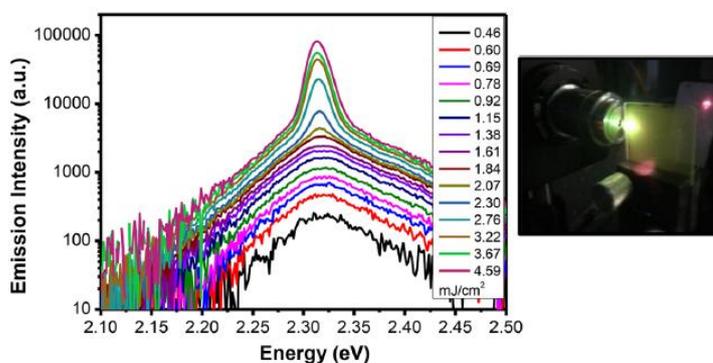


Figura 1. À esquerda, espectro de emissão em função da intensidade do pulso de excitação a 1.55eV para PQD sintetizado a 75°C. À direita, foto da montagem experimental.

Como mostramos no artigo resultante deste projeto², verificamos que as nanopartículas de Perovskita possuem grande seção de choque de absorção de dois

fótons (cerca de 10⁶GM), a qual cresce linearmente com o volume da partícula. Considerando essa seção de choque, calculamos o limiar de ganho óptico em função do número médio de éxcitons por PQD, como mostrado na Figura 2, excitando PQDs CsPbBr₃ de tamanhos variados (7,4 a 12,5nm) por 2PA. Observamos que o limiar de ganho diminui conforme diminuimos o tamanho da nanopartícula, indicando clara dependência com suas dimensões.

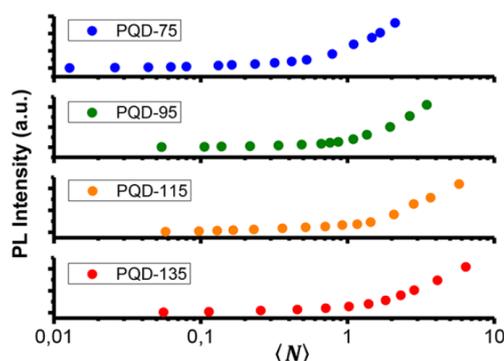


Figura 2. Espectro de emissão em função do número médio de éxcitons por quantum dot para 4 amostras de tamanhos diferentes. O limiar de ASE é o ponto onde a curva cresce drasticamente.

Conclusões

Os resultados aqui apresentados e que foram publicados na Ref. 2, pela primeira vez esclarecem a origem física das propriedades relacionadas ao baixo limiar de ganho óptico por absorção de 2 fótons em PQDs. Observamos que a energia de ligação do biéxciton é diretamente dependente do tamanho dos PQDs, o que indica que o desvio para o vermelho causado pela energia do biéxciton reduz a reabsorção favorecendo a amplificação da emissão espontânea.

Agradecimentos



¹ Yassitepe, E.; Yang, Z.; Voznyy, O.; Kim, Y.; Walters, G.; Castañeda, J. A.; Kanjanaboos, P.; Yuan, M.; Gong, X.; Fan, F.; et al., *Adv. Funct. Mater.* **2016**, 26, 8757–8763.

² Nagamine, G., Rocha, J. O., Bonato, L. G., Nogueira, A. F., Zaharieva, Z., Watt, A. A. R. e Padilha, L. A., *J. Phys. Chem. Lett.*, **2018**, 9 (12), 3478–3484