



Propriedades ópticas em nanomateriais de Perovskita

Jaqueline de O. Rocha*, Lázaro A. Padilha

Resumo

Neste projeto de Iniciação Científica buscamos investigar a dinâmica de eletrônica em filmes de quantum dots de perovskita (CsPbBr₃). Para isso, avaliamos o comportamento do nanomaterial ao ser excitado por laser de diversas potências com comprimento de onda de 400 e 450nm utilizando o experimento de contagem de fótons isolados com correlação temporal (TCSPC). Também investigamos a formação de multiéxcitons analisando o espectro de emissão de quantum-dots e a fotoluminescência para diferentes comprimentos de onda emitidos.

Palavras-chave:

Pontos quânticos, nanomateriais, espectroscopia ultrarrápida

Introdução

Nanomateriais de perovskita surgiram como um material promissor para aplicações em dispositivos optoeletrônicos, devido às suas excelentes propriedades de condução eletrônica. Neste projeto buscamos compreender a dinâmica de formação de éxcitons e multiéxcitons em nanomateriais de perovskita e estudar fenômenos ópticos nos pontos quânticos.

Resultados e Discussão

Utilizamos o experimento de contagem de fótons isolados com correlação temporal, TCSPC, que nos permite obter a quantidade de fótons emitidos pela amostra excitada. Variamos o comprimento de onda de 480nm a 570nm, sendo possível observar a evolução temporal do espectro de emissão para diferentes energias de excitação. Também avaliamos a fotoluminescência para diversas potências de excitação. A montagem experimental utilizada está ilustrada de forma simplificada na Fig. 1. Utilizamos um conjunto de três amostras diferentes devido ao surfactante utilizado.

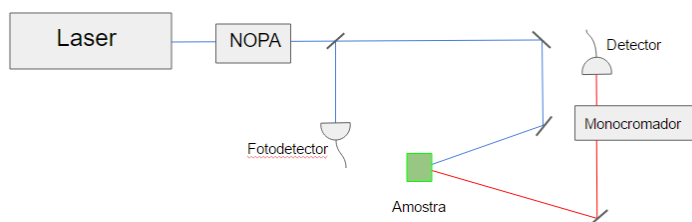


Figura 1. Montagem utilizada no experimento TCSPC

Para analisar comparativamente a dinâmica para diferentes potências, subtraímos a menor potência (15μW) das outras duas (220μW e 770μW), como mostra a Fig. 2, pois com 15μW há menos éxcitons criados, como pudemos avaliar pela estatística de Poisson, e estamos interessados em observar a dinâmica de multiéxcitons. Pudemos notar que acima de 20ns a dinâmica é mesma para as três potências e o tempo de vida diminui ao aumentarmos a potência do laser. As curvas obtidas são exponenciais praticamente iguais e indicam que há dois tempos de vida envolvidos. O tempo de vida mais longo se deve à formação de trions na amostra e a rápida queda de intensidade se deve ao fato de estarmos retirando elétrons da amostra.

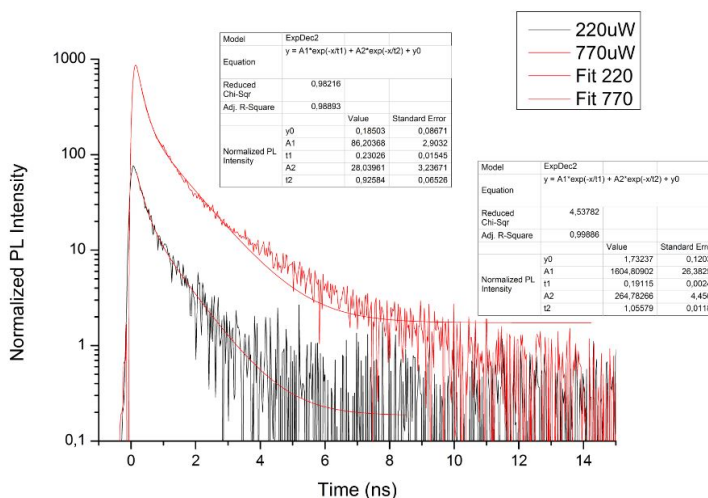


Figura 2. Intensidade de fotoluminescência da amostra Foh para 220μW e 770μW

Conforme aumentamos a potência, a intensidade cai com maior rapidez até se estabilizar, portando temos uma dependência da fotoluminescência com a potência, porém essa dependência não é linear, o que é esperado devido à recombinação Auger.

Conclusão

Os filmes de *quantum dots* de perovskita estudados degradam facilmente para altas potências de excitação, sendo assim, não são adequados para realizar as medidas por TCSPC. Seria ideal que os nanomateriais estivessem em solução para que houvesse rotatividade de *quantum dots*. Analisando a fotoluminescência dos nanomateriais, obtivemos uma indicação de que, em vez de criar éxcitons, criamos trions devido a estados de armadilha. Realizamos medidas com um menor comprimento de onda (450nm), o que deveria reduzir o tunelamento de elétrons para estados de superfície. No entanto, não obtivemos uma mudança considerável no comportamento da amostra comparando as duas energias. Pudemos observar uma diferença de comportamento entre as amostras estudadas, sugerindo que o surfactante influencie em sua dinâmica.

¹ Castañeda, J. A. et al. Efficient Biexciton Interaction in Perovskite Quantum Dots Under Weak and Strong Confinement. ACS Nano 3, doi:10.1021/acsnano.6b03908 (2016)

² Klimov, V. I. et al. Optical gain and stimulated emission in nanocrystal quantum dots. Science 290, 314-317, doi:10.1126/science.290.5490.314 (2000)