



Absorção de dois fótons: a técnica da saturação da fotoluminescência

Leonardo W. T. Barros^{*1}, Artur Aló¹, Gabriel Nagamine¹, Lucas Bassoli¹, Lázaro Padilha^{**1}

A nossa intenção neste trabalho é verificar a validade de um novo método proposto por nós de medição da 2PA de um material, a partir da comparação com os resultados de um método amplamente empregado. A grandeza que utilizamos para estudar a absorção de dois fótons é a sua seção de choque. A partir de agora, chamaremos de δ a seção de choque para absorção de dois fótons de uma dada amostra, e entenderemos a medida da absorção de dois fótons como a medida de δ , sendo que o valor de δ é dependente do comprimento de onda da luz incidente.

O método da saturação, ou MPAPS (do inglês *multiphoton excited PL saturation*), baseia-se em uma relação entre a intensidade da fotoluminescência da amostra excitada e a potência da excitação: consiste em coletar a fotoluminescência da amostra para potências cada vez mais altas de excitação, até que a fotoluminescência comece a saturar. Dentre as vantagens deste método, constam a não necessidade de uma amostra de referência e a drástica redução na propagação de erros experimentais, já que aqui nós necessitamos apenas de um procedimento mais simplificado.

Para medirmos a fotoluminescência por absorção de dois fótons, montamos o

¹ Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW) - Unicamp

* Autor principal e apresentador deste trabalho.

** Orientador deste trabalho.

experimento ilustrado na Figura 1. O feixe de laser é representado pela linha rosa, e a fotoluminescência está identificada com “PL”.

Realizamos experimentos com o método MPAPS, e comparamos com dados anteriormente publicados que utilizam o método 2PEP. Sendo a nossa intenção atestar a validade do método MPAPS, comparamos os nossos dados do método MPAPS com os cálculos de δ para as mesmas amostras.

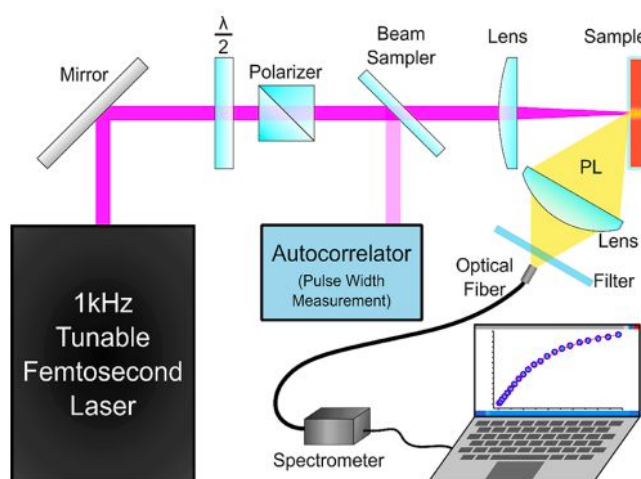


Figura 1: ilustração do aparato experimental do método da saturação¹

Para o método da saturação, ilustramos os nossos dados no gráfico da Figura 2, obtido para um comprimento de onda de excitação de 800 nm. A primeira coluna, para fins de ilustração, mostra as curvas de saturação para 4 pontos quânticos CdSe de 4 raios diferentes. Na segunda coluna, vemos as curvas para pontos quânticos núcleo/casca de CdSe/CdZnS, os mesmos medidos pelo 2PEP com resultados expostos na Figura 3. Nossos dados já foram publicados no artigo da referência 1.

As linhas vermelhas representam os ajustes dos pontos através da expressão (6). A composição e as dimensões dos pontos quânticos estão inseridas nas figuras, sendo todos os valores dados em nanômetros. As margens de erro, para ambos os eixos, é de

+/- 10%, e não foi explicitada para evitar poluição visual. A fotoluminescência aqui é colocada em unidade arbitrária.

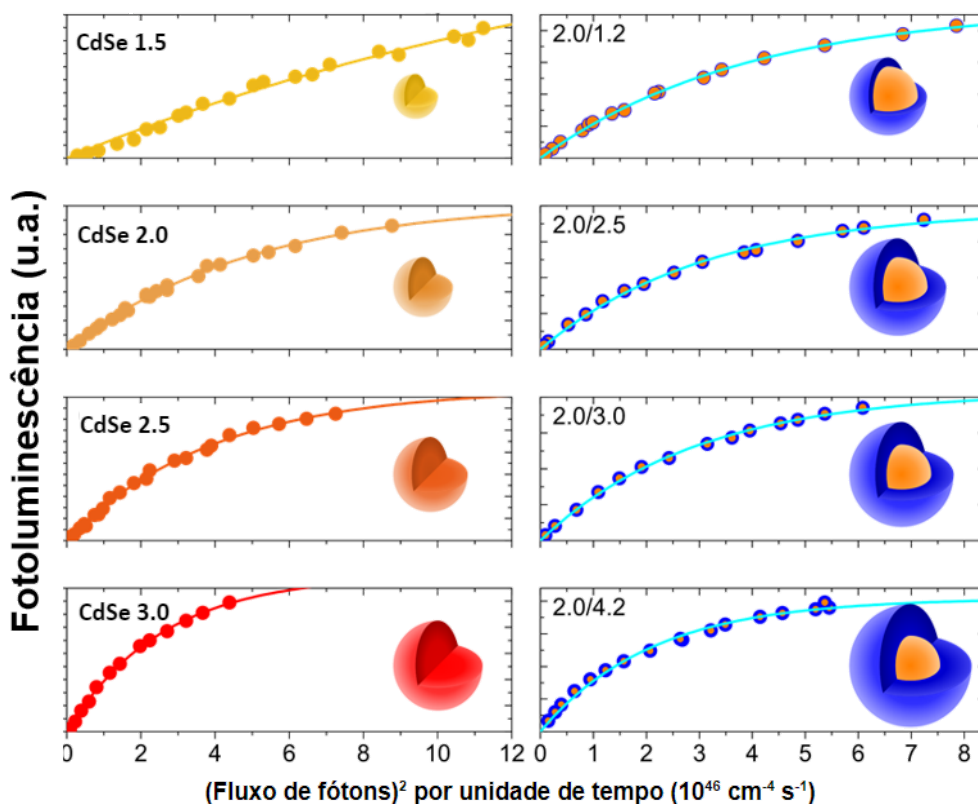


Figura 2: curvas de saturação da fotoluminescência, excitada por absorção de dois fótons sendo: (A) 4 pontos quânticos CdSe de 4 raios diferentes e (B) pontos quânticos núcleo/casca de CdSe/CdZnS, com o mesmo tamanho do núcleo e diferentes espessuras da casca.

A equação de normalização nos permite, através dessas curvas, obter os valores numéricos da seção de choque para absorção de dois fótons das amostras. A Figura 8 mostra a comparação entre os resultados calculados através do método 2PEP com os resultados obtidos por MPAPS, sendo estes representados pelos quadrados de contorno preto.

A Figura 3 mostra razoável concordância entre os dados obtidos pelos dois métodos distintos.. Mostramos, portanto, um método de medição de δ com menos experimentos associados, e, assim, de menor dificuldade experimental, e que poderá ser facilmente empregado na medida de 2PA com o tempo de Auger curto, o que era nosso interesse. Nosso artigo da referência 4 mostra, com mais detalhes, como o novo método também reduz o erro experimental associado e como o método pode ser generalizado para incluir materiais com o tempo de recombinação Auger mais longo.

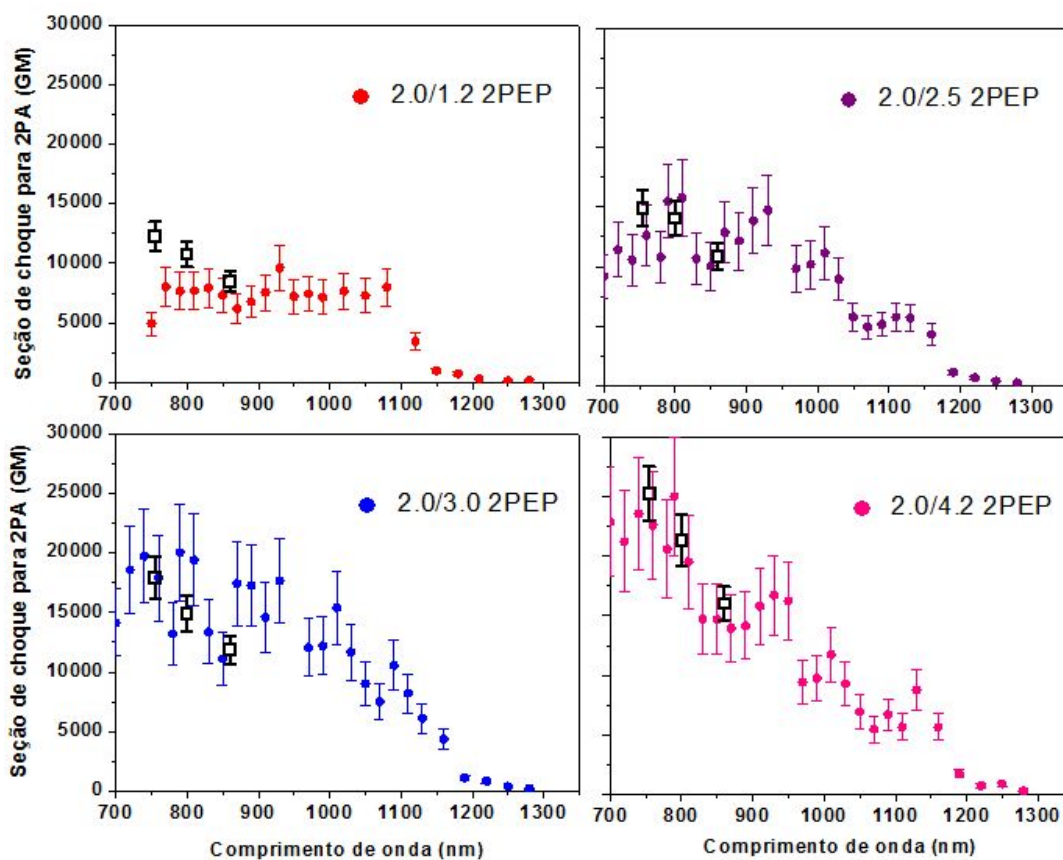


Figura 3:

Comparação dos dados de 2PA obtidos através dos métodos de 2PEP e MPAPS.

Referência

1. Arthur Alo, Leonardo W. T. Barros, Gabriel Nagamine, Lucas B. Vieira, Jun Hyuk Chang, Byeong Guk Jeong, Wan Ki Bae, and Lazaro A. Padilha. *Simple Yet*

Effective Method to Determine Multiphoton Absorption Cross Section of Colloidal Semiconductor Nanocrystals. ACS Photonics 2020.