

## ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA O ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DE SEMICONDUTORES ORGÂNICOS A PARTIR DA ESPECTROSCOPIA DE LUMINESCÊNCIA

Laís Gonçalves de Abreu<sup>1</sup> (IC), Roberto Shigueru Nobuyasu Júnior (PQ)<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá

**Palavras-chave:** Absortividade molar. Atividade experimental. Educação científica. Espectroscopia UV-Vis.

### Introdução

O uso de semicondutores orgânicos está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, principalmente em *displays* de televisores e em telas flexíveis dos *smartphones* mais modernos. Esses materiais estão contidos nos Diodos Orgânicos Emissores de Luz (OLEDs), que vem se destacando na indústria, pois sua fabricação é mais barata, menos poluente e mais abundante. (JÚNIOR, 2012).

Nessa perspectiva, pesquisas de base nas universidades e centros tecnológicos têm papel fundamental na síntese de novos compostos orgânicos, pois garantem o desenvolvimento de conhecimento acerca das propriedades de diferentes tipos de materiais através de sua caracterização.

Muitas vezes, os cientistas que atuam com essa linha de pesquisa em semicondutores orgânicos estão nas universidades e em grupos. Diante disso, esses pesquisadores assumem a orientação de alunos para ensinar e introduzir a pesquisa, por meio de diferentes técnicas experimentais, análise, tratamento e interpretação de dados, desenvolvendo várias habilidades.

Por essa razão, este trabalho tem como principal objetivo elaborar um material didático introdutório do estudo da caracterização de semicondutores orgânicos para os futuros integrantes do Laboratório de Fotofísica Molecular, bem como pesquisadores interessados na área. Para isso, os objetivos específicos se configuram em: pesquisar conceitos fundamentais, leis e teorias acerca da fotofísica molecular, organizar experimentos que utilizam da técnica da espectroscopia no UV-Vis e, por fim, analisar as perspectivas dos alunos de graduação em física e dos membros de um grupo de pesquisa a partir da aplicação do material didático.

A criação de um material didático introdutório, focado na contextualização de um tema e na sua

problematização, tem a potencialidade de desenvolver aspectos da educação científica - como o letramento científico - que considera aspectos sociais com os aspectos técnico-científicos (SANTOS, 2007).

Além do mais, junto ao tema, o experimento de verificação proposto, como descrito em (DE OLIVEIRA, 2010), pode auxiliar no desenvolvimento de tomada de decisão do discente, na capacidade de observação e de recepção das informações, em propor hipóteses e descrever fenômenos. Habilidades essas, fundamentais para um discente pesquisador.

Para isso, foi criado um material didático introdutório à pesquisa de semicondutores orgânicos, mais precisamente, nas técnicas de espectroscopia UV-Vis e de conceitos fotofísicos (absorção e emissão). A partir de pesquisa bibliográfica ficou constatado que há poucos materiais em língua portuguesa disponíveis para consulta e que são articulados com as práticas experimentais. Por essa razão, esse material possui fundamentação teórica através de dois referenciais encontrados: (VALEUR e BERBERAN-SANTOS, 2012 ; PAVIA *et al*, 2016).



Figura 1 – Capa do Material Didático

Ademais, o material contém uma proposta de atividade experimental de verificação que foi aplicada mediante a uma aula da disciplina de Laboratório Avançado II. A

fim de observar e pontuar seus aspectos, o material foi implementado perante aos membros do grupo de pesquisa do Laboratório de Fotofísica Molecular.

### Metodologia

O material didático foi dividido em dois módulos e, para a sua confecção, foram utilizados dois livros como base teórica. Em (VALEUR e BERBERAN-SANTOS, 2012) foi possível encontrar os conceitos de absorvância e sua relação com a Lei de Beer-Lambert, para encontrar a Absortividade Molar (Módulo 1). Já para identificar métodos de espectroscopia, propriedades moleculares e processos radiativos - como a fluorescência e fosforescência - foi utilizado (PAVIA *et al*, 2016) (Módulo 2).

Nesse material didático, a partir da introdução, foi apresentada as características principais das moléculas orgânicas e proposto a problematização entre os tipos de síntese - como elas são feitas -, destacando os tipos de semicondutores. Levando em consideração que esses materiais possuem suas estruturas intramoleculares formadas por átomos leves, ou seja, compostos de elementos como Hidrogênio, Carbono, Oxigênio e Nitrogênio, são mais fáceis de serem sintetizadas, ao contrário da dificuldade em trabalhar com materiais pesados, como por exemplo a Platina e o Európio, materiais minerais que são de alto custo.

Através da exposição da teoria e da problematização, foi elaborado um roteiro que promove uma atividade experimental de verificação. Essa atividade consiste em encontrar a Absortividade Molar de uma molécula orgânica. Para isso, o roteiro possui o detalhamento dos processos: coleta no laboratório, redução e análise dos dados.

Por último, utilizando a espectroscopia para entender os processos de fluorescência e fosforescência, foram propostas questões que visam comparar estruturas moleculares e suas propriedades em relação aos diferentes solventes, a partir do gráfico de emissão.

Após a confecção do material didático, foi realizada a sua aplicação. Entretanto, foi aplicada apenas o módulo I, a pedido do professor. Para isso, o material foi disponibilizado a dois grupos: aos alunos que não tiveram contato com o tema abordado nessa linha de pesquisa ao longo da graduação (grupo 1) e aos alunos que já conhecem o assunto por meio de pesquisas de iniciação científica e de mestrado da mesma instituição

(grupo 2).

Para atender o grupo 1, foram escolhidos os alunos da disciplina de Laboratório Avançado II do curso de Física Bacharelado da Universidade Federal de Itajubá, uma vez que o objetivo dessa disciplina é de desenvolver habilidades referentes a de um pesquisador enquanto aborda essa linha de pesquisa. A atividade experimental contida no material foi mediada pelo professor da disciplina e por um estagiário após a exposição do conteúdo em aula.

A fim de analisar quais foram as percepções dos alunos do grupo 1, foi abordada uma pesquisa qualitativa (BARDIN, 1997) por meio de um questionário que visa entender duas categorias de análise: *experiências com disciplinas que também são de caráter experimental* e *percepções acerca do material didático*. Os participantes foram identificados pelas siglas P1 ao P4.

Os alunos do grupo 2, foram convidados a participar de um grupo focal (DIAS, 2000), cujo objetivo foi promover uma discussão acerca da viabilidade, efetividade do material didático e a potencialidade para se trabalhar outros conceitos da vertente da linha de pesquisa. Para isso foi utilizado a abordagem exploratória. A configuração do grupo foi de um mediador - próprio autor - e quatro integrantes do grupo de pesquisa do Laboratório de Fotofísica Molecular.

### Resultados e discussão

Os resultados obtidos pelo questionário na primeira categoria descrevem as experiências anteriores dos alunos na utilização de roteiros para as suas atividades, a maioria dos alunos relataram:

*Os roteiros eram fundamentais para a execução dos experimentos. A explicação prévia do professor era de grande ajuda, mas a parte técnica (tanto para fazer o experimento, quanto para analisar os dados) deveria ser feita utilizando o roteiro. (P1)*

Isso mostra que o aluno se sente mais confortável quando há um roteiro, ou seja, uma série de passos que possam auxiliar na construção dos relatórios. Entretanto, esses roteiros precisam fornecer perguntas a fim de gerar uma reflexão do que foi feito e não contribuir com atividades reprodutivas.

Nessa mesma categoria, foi perguntado quais outros recursos eles mais utilizam para desenvolver os

relatórios, eles responderam:

*Fora o roteiro, principalmente com o que tange à fundamentação teórica, livros eram usados com frequência. Por se tratar de física experimental, toda a coleção das físicas básicas do Moysés foi utilizada. (P4)*

*Livros de física, vídeos no YouTube, sites com detalhes técnicos e conversar com alunos que já fizeram a disciplina ou que entendem do assunto. (P1)*

Com essas respostas, se mostra a dificuldade dos alunos em encontrar recursos nos próprios roteiros, intensificando a necessidade de articulação da teoria, prática, análise e discussão dos resultados em materiais que subsidiam a proposta da experimentação.

Na segunda categoria de análise, que visa a sugestão dos alunos acerca do material, eles relatam:

*Material bem formulado e fácil de entender. Sem sombra de dúvidas será de grande ajuda para a execução da disciplina de laboratório avançado 2. (P1)*

*A única sugestão seria florear com mais calma a fundamentação teórica que estrutura o experimento. Talvez não de maneira exaustiva, mas com referências que chamem atenção para esta abordagem. (P2)*

*Acredito que a parte experimental poderia ser mais desenvolvida, com imagens e na parte de utilizar o espectrômetro. (P3)*

*Quanto à proposta do material, de ser um auxílio ao laboratório avançado II, pode-se dizer que é cumprida com eficácia e eficiência, pois chega ao resultado desejado com poucas palavras, de maneira objetiva. É deixado também referências para uma consulta posterior sobre o assunto, para o aluno interessado, o que é muito bem vindo. (P4)*

Os alunos P1 e P4 não deixaram sugestões, mas afirmam que o material contribuirá na realização do relatório e no entendimento da prática. Já o aluno P2 sugere a inserção da teoria em sua implicação nos fenômenos físicos vistos, que seriam abordados no módulo I, também o aluno P3 sugere uma descrição minuciosa da experimentação, visto que eles não conhecem essa linha de pesquisa.

Através do grupo focal foram discutidos três pontos: *sugestões de melhorias no material desenvolvido; falta de materiais didáticos, apostilas e roteiros na língua portuguesa; e sugestões de temas para compor uma continuação do material.*

Como o grupo foi composto por alunos que já conhecem a linha de pesquisa, eles sugeriram uma melhor descrição do experimento em geral, como ensinar a pesar as amostras, ensinar a fazer o *baseline* antes da medição e também a deixar um exemplo de como calcular a concentração molar.

No que tange a dificuldades de encontrar uma bibliografia ampla no idioma brasileiro, eles citam a falta de demonstrações de práticas de laboratório e de tratamento de dados e que isso dificulta ainda mais na relação com a teoria e os conceitos, principalmente quanto vão buscar outras técnicas.

Para sanar essas dificuldades, eles ainda sugerem temas que possam ser relevantes à pesquisa em materiais orgânicos, sendo eles: preparação de amostras; eficiência quântica, solvatocromismo e outros tipos de espectroscopia.

Como os participantes dessa pesquisa sugeriram modificações, o material ainda será alterado em uma versão final dos módulos I e II.

## Conclusões

Com essa pesquisa, fica evidenciado a necessidade da criação de materiais didáticos que tenham como foco uma articulação efetiva entre os conceitos teóricos e a experimentação, pois vão além de subsídios para conhecimentos específicos e técnicas de análise de dados, mas atuam no desenvolvimento dos alunos com potencial de atuarem na ciência de base.

Na perspectiva da linha de pesquisa de propriedades fotofísicas em materiais orgânicos, além de ajudar os alunos iniciantes, pode atuar como um convite aos alunos interessados.

Ademais, a criação de materiais didáticos sobre essa temática auxilia no entendimento e produção dos alunos que já fazem parte do processo, contribuindo na divulgação e na disseminação da ciência de base. Espera-se que a criação de novos materiais continue sendo desenvolvida, contendo outras vertentes da pesquisa em semicondutores orgânicos.

### **Agradecimentos**

Primeiramente, agradeço ao meu orientador Roberto pela oportunidade de ser sua aluna de Iniciação Científica, por ter confiado e incentivado as minhas ideias e pela empatia e respeito a nós alunos do grupo de pesquisa do Laboratório de Fotofísica Molecular.

Agradeço também a Universidade Federal de Itajubá e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro, por meio da bolsa.

Por último, e não menos importante, sou grata aos meus familiares e amigos pelo apoio e companheirismo de sempre, em especial, aos meus colegas de pesquisa.

### **Referências**

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1.ed. Lisboa: EDIÇÕES 70, 1977.

DE OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

DIAS, C. A. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Informação & Sociedade**, v. 10, n. 2, 2000.

JÚNIOR, R. S. N.. Estudo e caracterização óptica dos polímeros derivados do Dialcoxi-fenileno e aplicações em dispositivos. 2012.

MCCLELLAND, J. A. Técnica de questionário para pesquisa. **Revista Brasileira de Física**, v. 1, n. 1, p. 93-101, 1976.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; VYVYAN, J. R. **Introdução à espectroscopia**. 2.ed. Cengage Learning Brasil, 2016.

SANTOS, W. L. P. DOS. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, set. 2007.

VALEUR, B.; BERBERAN-SANTOS, M. N. **Molecular fluorescence: principles and applications**. 2.ed. Weinheim: John Wiley & Sons, 2012.