

Aplicações em nanobiofotônica: nanopartículas por ablação a laser

Nanobiophotonics applications: nanoparticles via laser ablation

RESUMO

Este trabalho descreve o projeto de iniciação científica para o ensino médio (EM). O objetivo foi o de estimular o estudante ao estudo de assuntos relacionados ao grande tema “Nano-Bio-Fotônica”, com ênfase na compreensão dos fenômenos básicos e em aplicações relevantes, particularmente aquelas relacionadas à biomedicina e saúde. Descreve-se a participação do jovem estudante de algumas dinâmicas do grupo de pesquisa Fotonanobio, coordenado pelo pesquisador proponente, no âmbito do projeto de pesquisa aprovado. As atividades foram planejadas para que o bolsista tivesse acesso à literatura básica da área e aos temas explorados, bem como ao dia-a-dia do laboratório. A intenção do projeto foi a de que o bolsista seja um “multiplicador/divulgador” do tema na escola básica.

PALAVRAS-CHAVE: Nanobiofotônica. Ablação a laser. Nanopartículas.

ABSTRACT

This work describes the scientific initiation project for high school (EM). The objective was to stimulate the student to study subjects related to the great theme “Nano-Bio-Photonics”, with an emphasis on understanding basic phenomena and relevant applications, particularly those related to biomedicine and health. The participation of the young student in some dynamics of the Fotonanobio research group, coordinated by the proposing researcher, is described within the scope of the approved research project. The activities were planned so that the student had access to the basic literature of the area and the themes explored, as well as the day-to-day of the laboratory. The intention of the project was that the scholarship be a “multiplier/disseminator” of the theme in the basic school.

KEYWORDS: Nanobiophotonics. Laser ablation. Nanoparticles.

Andri Vargas Lenz
lenzandri@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Arandi Ginane Bezerra Jr
arandi@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Jorge Alberto Lenz
lenz@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Os campos da nanofotônica e da biofotônica emergem modernamente como os mais promissores do ponto de vista da ciência básica e de aplicações tecnológicas interdisciplinares (PRASAD, 2003; PRASAD, 2004). Especificamente, a produção e uso de nanopartículas metálicas tem sido objeto de intensos estudos (EUSTIS; EL-SAYED, 2008; AMENDOLA; MENEGHETTI, 2009). Na escala nanométrica, as propriedades dos materiais estão fortemente relacionadas à sua forma e tamanho, mais do que quando comparadas ao estado de volume. Na biologia, as nanopartículas podem ser úteis para o desenvolvimento de estruturas a serem incorporadas em sistemas biológicos. Por exemplo, as partículas podem ser recobertas ou funcionalizadas com materiais de interesse a serem introduzidos na célula (PRASAD, 2004; EUSTIS; EL-SAYED, 2009). Na química, nanopartículas podem ser usadas para reduzir a energia de ativação de determinadas reações (EUSTIS; EL-SAYED, 2009). Na biotecnologia, nanopartículas metálicas vêm sendo utilizadas em processos de amplificação da fluorescência em bioensaios para diagnósticos em saúde (PRASAD, 2004; EUSTIS, 2009). A produção de nanopartículas pode ser dividida em dois tipos: aqueles que fazem com que átomos se agreguem para formar a nanoestrutura (*bottomup*), e aqueles em que há remoção de material para se obter a estrutura desejada (*top down*) (EUSTIS; EL-SAYED, 2009). As técnicas de agregação são mais usadas por serem de fácil reprodução e apresentarem pouca dispersão quanto ao tamanho das partículas obtidas. Normalmente, usam substâncias químicas para fazer com que o crescimento das partículas não ocorra desordenadamente. Porém, estes métodos têm rendimento restrito e podem conter vestígios das substâncias que são usadas na síntese, ademais, carregando o meio ambiente. Alternativamente, a ablação a laser é uma maneira de se fabricar nanopartículas diretamente, quase sempre sem a adição de substâncias que possam inviabilizar o processo na prática. A ablação a laser é uma técnica bem estabelecida em diversos campos. Atualmente, é uma técnica que vem se estabelecendo como alternativa eficiente para a produção de nanopartículas para aplicações em ciência e tecnologia (AMENDOLA; MENEGHETTI, 2009). Uma técnica interessante desenvolvida é a ablação por laser em meio líquido - LASiS (*Laser Ablation Synthesis in Solution*) (AMENDOLA; MENEGHETTI, 2009). A técnica consiste em focalizar a luz de um laser pulsado sobre um material sólido que é submerso em meio líquido. A luz laser é focalizada na superfície do material e a energia absorvida produz sua vaporização, seguida de uma pluma de plasma de alta temperatura. Esta pluma é confinada nas proximidades da superfície, devido à presença do líquido. Simultaneamente, ocorre vaporização, explosão e fotoionização do material, num processo que ainda não é completamente compreendido, mas que resulta na formação das nanopartículas. Diversos trabalhos têm sido publicados, relacionando diferentes lasers, materiais e solventes na produção de nanopartículas com diferentes formas e tamanhos (AMENDOLA, 2009). Os resultados obtidos dependem, fundamentalmente, dos materiais utilizados, do comprimento de onda, da energia e da largura temporal dos pulsos do laser empregado no processo.

Este trabalho tem como principal objetivo divulgar as atividades desenvolvidas pelo estudante-bolsista durante o período de vigência da bolsa com a devida orientação e que sugeriu a execução das tarefas as quais serão divulgadas a seguir.

FOTONANOBIO

É um laboratório de pesquisa lotado no Departamento Acadêmico de Física – DAFIS no Campus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR em que **Foto** significa luz, **Nano** significa produção e caracterização de nanopartículas e **Bio** significa que está voltado na aplicação das nanopartículas em biotecnologia. O foco do trabalho proposto pelos pesquisadores que atuam no laboratório Fotonanobio é a produção de nanopartículas tendo em vista aplicações em biomedicina, em especial sensores, controle microbiológico e na otimização de bioensaios para diagnósticos em saúde. Além disso, também há interesse em propriedades ópticas, especialmente, não-lineares. Desde 2010, está sendo publicado trabalhos em revistas indexadas, bem como a participação em diversos congressos nacionais e internacionais envolvendo as áreas de atuação. Diversos trabalhos de colaboração têm sido desenvolvidos, tanto no âmbito da UFPR-UTFPR, quanto na aproximação com grupos de outras instituições, tais como: Fiocruz/PR, Instituto de Pesquisa Pelé Pequeno Príncipe, Hospital da Polícia Militar do Paraná, Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, PUC-PR, UEPG e UFPE e outras. Diversos estudantes de graduação e de pós-graduação têm realizado trabalhos no laboratório, que tem se desenvolvido materialmente e na complexidade/qualidade das atividades de pesquisa. Pode-se dizer que, atualmente, foi construído um grupo de referência na área de produção de nanopartículas baseada em ablação a laser. Vale lembrar que, recentemente, também foi iniciada a produção de chips microfluídicos.

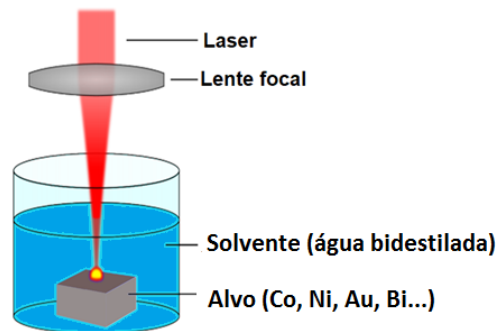
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

- 1) Participação nas atividades do grupo de pesquisa Fotonanobio tais como: organização do laboratório, reuniões de grupo presenciais e não-presenciais (devido a pandemia causada pela COVID-19 via *Google meet*), palestras, visitas guiadas a outros laboratórios.
- 2) Leitura de textos de divulgação relacionados à nanofotônica/biofotônica/ nanobiofotônica.
- 3) Participação em experimentos para produção de nanopartículas por ablação via laser. Dentre as atividades desenvolvidas no laboratório, o aluno acompanhou o processo de produção e caracterização de nanopartículas. Inicialmente foi realizado, junto a um dos membros do grupo de pesquisa, um estudo da química que envolve alguns elementos da tabela periódica, passando pelos mais comuns como ouro (*Au*) e prata (*Ag*), chegando também aos outros menos comuns no dia a dia como o bismuto (*Bi*), níquel (*Ni*) e cobalto (*Co*). A intenção foi a de entender algumas propriedades dos metais e o comportamento desses elementos e das substâncias que eles compõem ou podem compor.

O nome do processo utilizado para produção das nanopartículas chama-se ablação a *laser*. O preparo das amostras é simples, utiliza-se um *Becker* com água bidestilada num volume que cubra o alvo de metal em cerca de 2mm. Feito isso, esse *Becker* é levado à sala em que está o *laser* e colocado sobre uma superfície rígida e plana. O equipamento laser utilizado é do tipo pulsado e apresenta parâmetros de ajuste específicos

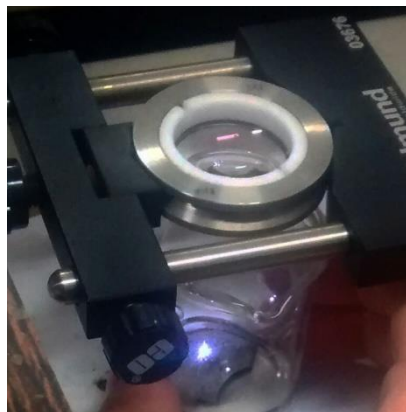
de tensão, corrente elétrica, energia por pulso e frequência dos pulsos que são parâmetros importantes para a produção das nanopartículas. O processo de ablação dura em média de 1 até 5 minutos dependendo da quantidade de nanopartículas pretendida e do alvo a ser utilizado. Um diagrama esquemático é apresentado na Figura 1. A Figura 2 ilustra uma imagem do processo de ablação onde se pode ver a superfície do alvo sendo iluminado pelo feixe laser e a Figura 3, uma imagem dos tubos de microcentrífuga (*Eppendorf*) contendo as nanopartículas metálicas em suspensão na água. A turbidez do líquido está ligada com a quantidade de nanopartículas presentes. Quanto mais escuro, mais nanopartículas.

Figura 1 - Montagem experimental para ablação a laser.



Fonte: grupo Fotonanobio

Figura 2 - Alvo metálico imerso em água sendo iluminado pelo feixe laser.



Fonte: grupo Fotonanobio

Figura 3 - *Eppendorfs* contendo nanopartículas metálicas suspensas em água.



Fonte: grupo Fotonanobio

Após finalizar o processo de ablação a laser, a amostra, contendo as nanopartículas, passa por uma fase de caracterização em dois equipamentos específicos. Um deles utiliza uma técnica chamada DLS do inglês *Dinamic Light Scattering*, traduzido como espalhamento dinâmico da luz (Figura 4), e a outra é a utilização do Espectrofotômetro, que inclui fonte de luz que vai da emissão na faixa desde o ultravioleta até o visível (Figura 5). É o espectrofotômetro que fornece informações sobre a absorção de uma amostra. De acordo com o espectro analisado, as propriedades plasmônicas do material que compõe as nanopartículas são evidenciadas. Isso é importante para definir qual será a aplicação de cada amostra.

As amostras contendo as nanopartículas ficam disponíveis para estudos em outros centros de pesquisa ligados a instituições parceiras do Fotonanobio. A interpretação dos resultados também é realizada no Fotonanobio.

Figura 4 -Equipamento de Espalhamento Dinâmico de Luz (DLS), para medidas de tamanho e dispersão de nanopartículas.



Fonte: grupo Fotonanobio

Figura 5 - Espectrômetro da marca Ocean Optics.



Fonte: grupo Fotonanobio

- 4) Acompanhamento do trabalho de estudantes de Iniciação Científica e de Mestrado desenvolvidos no âmbito do grupo Fotonanobio. No decorrer do período de vigência do projeto, o estudante esteve por várias vezes reunido com algum dos estudantes de Iniciação Científica e de Mestrado, que compõem o grupo de pesquisa. O objetivo foi o de que houvesse trocas de informações acerca das atividades desenvolvidas por cada um dos estudantes. Esta foi uma maneira de entender sobre qual o papel que cada membro do grupo desempenha na rede de pesquisa.
- 5) Participação em experimentos voltados à divulgação científica/ensino-de-ciências envolvendo nanopartículas e efeitos de aumento de campo: Raman/SERS (*surface-enhanced Raman spectroscopy*) e MEF (*metal-enhanced fluorescence*).
- 6) Participação na organização de materiais de divulgação científica nas escolas como apresentação de trabalhos e na organização de grupo de estudos na escola, em consonância com os projetos de divulgação elaborados no âmbito do grupo Fotonanobio.

Como material de divulgação científica nas escolas, foi desenvolvido uma apresentação em *Powerpoint* a ser apresentada na escola no horário da disciplina de Física para os colegas de turma. A presença dos(as) Professores(as) de Química e Biologia seria bem-vinda. Porém, como houve a ocorrência da pandemia da COVID-19, a apresentação não foi possível. A mesma poderia ter ocorrido através de uma apresentação síncrona, mas também não foi possível devido a carência de meios de mídia para tanto.

- 7) Desenvolvimento de mídias eletrônicas. O estudante auxiliou como administrador na manutenção do *site* do Fotonanobio (<https://fotonanobio.ct.utfpr.edu.br/>) através de atualizações de informações acerca do andamento das pesquisas dos membros do grupo e outras informações adicionais.

DIFICULDADES ENCONTRADAS

Em 20 de março, o Governador do Estado do Paraná assinou decreto estabelecendo a suspensão das aulas de escolas e universidades públicas no Estado por tempo indeterminado, inclusive, recomendando que escolas e universidades privadas seguissem a mesma determinação (PARANÁ, 2020). Além deste, diversos outros decretos e portarias foram publicados com recomendações e determinações como forma de adequar as rotinas de trabalho às políticas de distanciamento social. Infelizmente, devido à ocorrência desta pandemia, tarefas presenciais agendadas não foram mais possíveis de serem executadas uma vez que o isolamento social é a medida de segurança sanitária adotada mundialmente e que afetou ou afeta ainda diversas áreas da sociedade.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste projeto contribuiu sobremaneira para o crescimento pessoal do estudante. Houve um considerável aproveitamento, mesmo que não de forma aprofundada, uma vez que foi a nível de ensino médio, em temas de interesse em explorar variadas técnicas no campo da nanociência. Os resultados obtidos provocaram um forte estímulo a pensar de como funciona o mundo microscópico e nanoscópico. Houve o percebimento que muitas novidades relativas a soluções em tecnologia como computadores, nanorobôs e até mesmo a cura de doenças virão da manipulação de materiais na escala atômica e molecular tendo como base alterações de propriedades elétricas, magnéticas, mecânicas e químicas de materiais.

Vale considerar que a vivência no ambiente tanto do laboratório quanto do grupo de pesquisa Fotonobio se mostrou extremamente harmonioso. Percebe-se que a interação interpessoal pode ser e é saudável.

Considera-se, portanto, que o projeto foi concluído com sucesso dentro das possibilidades criadas.

AGRADECIMENTOS

O estudante agradece ao CNPq e a Fundação Araucária pelo suporte financeiro ao projeto e ao Professor Arandi pela capacidade de orientação, dedicação e paciência despendida durante a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AMENDOLA, V.;MENEGHETTI, M. Laser ablation synthesis in solution and size manipulation of noble metal nanoparticles, **Phys. Chem. Chem. Phys.** v. 11, p. 3805-3821, 2009.

EUSTIS, S.;EL-SAYED, M. A. Why gold nanoparticles are more precious than pretty gold: Noble metal surface plasmon resonance and its enhancement of the radiative and nonradiative properties of nanocrystals of different shapes, **Chem. Soc. Rev.** v. 35, p. 209-207, 2006.

PARANÁ. Decreto-lei nº 4.230, de 16 de Março de 2020. Medidas de Enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do Coronavirus – COVID-19. Diário Oficial do Paraná, Paraná, Ed. 10646, 2020.

PRASAD, P. N.; **Nanophotonics**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

PRASAD, P. N.; **Introduction to Biophotonics**, New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.