



EXPLORANDO O GRAFENO NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA INTEGRADA DE QUÍMICA E NANOTECNOLOGIA

Josefa L. S. Sousa¹; Áurea V. P. A. Silva²; Etelino J. M. V. C. F. Melo³.

¹Universidade Federal de Pernambuco, Josefa.luana@ufpe.br; ²Universidade Federal de Pernambuco; ³Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Pernambuco.

Palavras-Chave: nanotecnologia, grafeno, ensino de química.

Introdução

A nanotecnologia é uma das áreas mais promissoras da ciência contemporânea, com aplicações significativas nas áreas da saúde, energia, eletrônica, meio ambiente, entre outras. Apesar de sua relevância crescente, essa temática ainda é pouco inserida no contexto da educação básica, especialmente no ensino de Química¹. Tal lacuna representa uma oportunidade para inovar práticas pedagógicas e aproximar os estudantes de temas científicos atuais e interdisciplinares.

Dentre os nanomateriais, o grafeno se destaca por suas propriedades excepcionais, como elevada condutividade elétrica, resistência mecânica e ampla área superficial², características que o tornam um material estratégico para diversas aplicações tecnológicas. Estudos apontam que a utilização de materiais inovadores como o grafeno no ensino pode favorecer a aprendizagem significativa, pois permite a integração entre conceitos teóricos e atividades experimentais acessíveis³.

Essa proposta dialoga diretamente com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que ressaltam a importância de um ensino contextualizado, investigativo e interdisciplinar. A BNCC, por exemplo, destaca que o ensino de Ciências da Natureza deve contribuir para a formação de estudantes críticos, capazes de compreender fenômenos científicos e suas implicações sociais, econômicas e ambientais³.

Nesse contexto, torna-se relevante aproximar os alunos de avanços científicos e tecnológicos, rompendo com a visão tradicional e descontextualizada do ensino de Química. A abordagem de conteúdos contemporâneos e interdisciplinares estimula o pensamento crítico, o interesse pela ciência e a compreensão de sua aplicabilidade na sociedade.

O presente trabalho teve como objetivo utilizar o grafeno como recurso pedagógico no ensino de Química para estudantes do ensino médio, propondo uma prática que alia conceitos fundamentais da disciplina, como estrutura atômica, ligações químicas, propriedades dos materiais e condução elétrica, a uma atividade experimental de baixo custo. Para a produção do material utilizado na prática, foi empregado o método de esfoliação por corte líquido, conforme descrito por Paton e colaboradores⁴, por ser uma técnica simples, acessível e adequada ao ambiente escolar. A escolha pelo tema parte da necessidade de inserir conteúdos atuais no contexto escolar, favorecendo o engajamento dos alunos e a construção de uma aprendizagem mais conectada à realidade científica e tecnológica.

Material e Métodos

A pesquisa teve abordagem qualitativa e foi realizada com estudantes do 2º ano do ensino médio de uma escola pública localizada em Vitória de Santo Antão (PE). A matéria-prima utilizada para a obtenção do grafeno foi o grafite alfa (EASAR), com diâmetro médio de partículas entre 10 e 300 μm e pureza de 99,997%, características que garantem elevada cristalinidade, estabilidade química e boa condutividade elétrica, sendo adequadas para o processo de esfoliação⁵.

A produção do grafeno foi realizada no Laboratório de Química Analítica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) – campus Vitória de Santo Antão, utilizando o método de esfoliação por corte líquido⁴. O procedimento consistiu na dispersão do grafite em água destilada contendo um surfactante do tipo detergente neutro, o qual contribui para a estabilização das folhas de grafeno ao reduzir a tensão interfacial entre as camadas. A mistura foi submetida à agitação mecânica em um liquidificador doméstico de 400 watts durante um período total de nove horas, com pausas regulares para controle da temperatura. Ao término do processo, as partículas em suspensão que se acumularam na superfície do líquido foram cuidadosamente coletadas e colocadas para secagem em temperatura ambiente por 24 horas, representando a fração de grafeno esfoliado.

Após a obtenção do material, foram realizadas análises por espectroscopia UV-Vis para caracterização óptica, microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliar a morfologia e o tamanho das folhas esfoliadas, e testes de condutividade elétrica com multímetro digital, a fim de verificar o comportamento condutor do grafeno obtido.

Com base no material produzido, foi elaborada uma proposta didática composta por uma aula teórica, na qual foram abordados conceitos químicos relacionados ao grafeno, seguida de uma atividade experimental. A prática consistiu na montagem de um circuito elétrico simples, utilizando o grafeno esfoliado como condutor.

Os estudantes foram orientados a formar dois trilhos com o pó de grafeno sobre uma superfície isolante. Em uma das extremidades, foi posicionado um LED, e na outra, uma pilha de 9 volts. Tanto os terminais do LED quanto os polos da pilha foram colocados diretamente sobre os trilhos de grafeno, sem o uso de fios condutores. Ao posicionar a pilha, a corrente elétrica percorre os trilhos, fazendo com que o LED acenda, o que demonstra de forma prática a condutividade elétrica do material, conforme ilustrado na Figura 1.

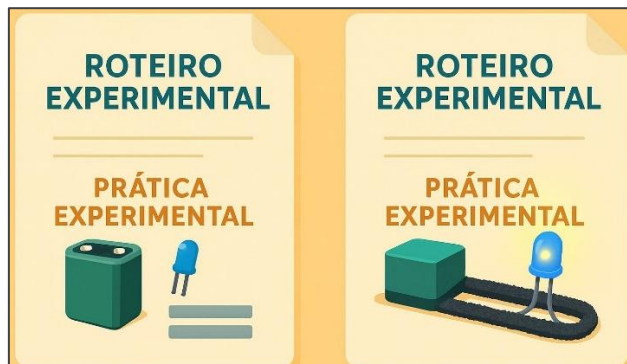


Figura 1. Representação visual do circuito proposto: fios de grafeno conectados à pilha e ao LED, demonstrando a condução elétrica sem uso de fios.

Foram aplicados questionários antes e após a intervenção para avaliar a evolução da compreensão dos estudantes. Os dados foram analisados de forma descritiva, com foco na aprendizagem e na percepção sobre a aplicação da nanotecnologia no cotidiano.

Resultados e Discussão

A análise dos resultados obtidos para a amostra de grafite esfoliado, submetida ao método de esfoliação em fase líquida, permitiu verificar indícios relevantes da formação de grafeno.

No espectro de absorvância obtido por Espectrofotometria UV-Vis (Figura 2-a), feito em triplicata observou-se um pico característico em 222 nm, compatível com a transição $\pi-\pi^*$ das ligações C-C aromáticas. Essa faixa de absorvância está de acordo com a literatura, que descreve valores entre 200 e 290 nm como indicativos da presença de grafeno esfoliado^{4,6}. O resultado reforça a hipótese de que as partículas em suspensão, após a decantação, são compatíveis com estruturas grafênicas.

As imagens obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) revelaram estruturas lamelares finas e irregulares, com aparência fragmentada, características típicas de nanofolhas de grafeno⁷. A morfologia observada corrobora os dados espectroscópicos e indica a separação de camadas do grafite original, favorecida pela ação do surfactante como agente estabilizante da suspensão (Figura 2-b).

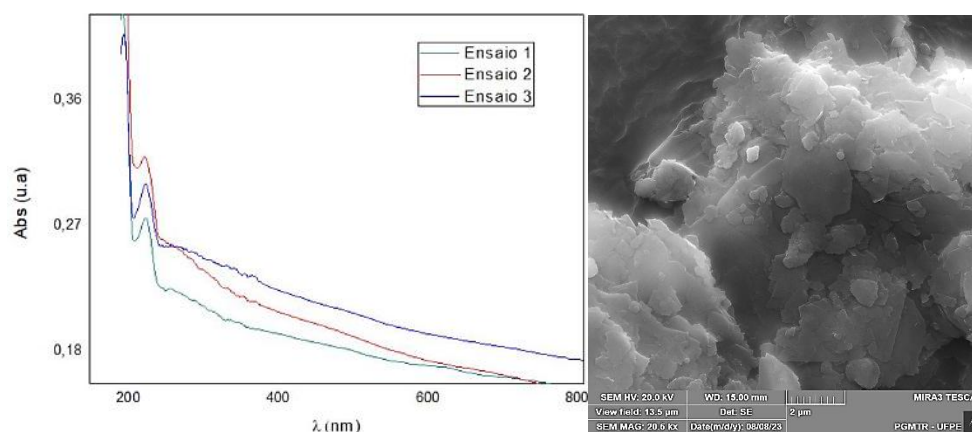
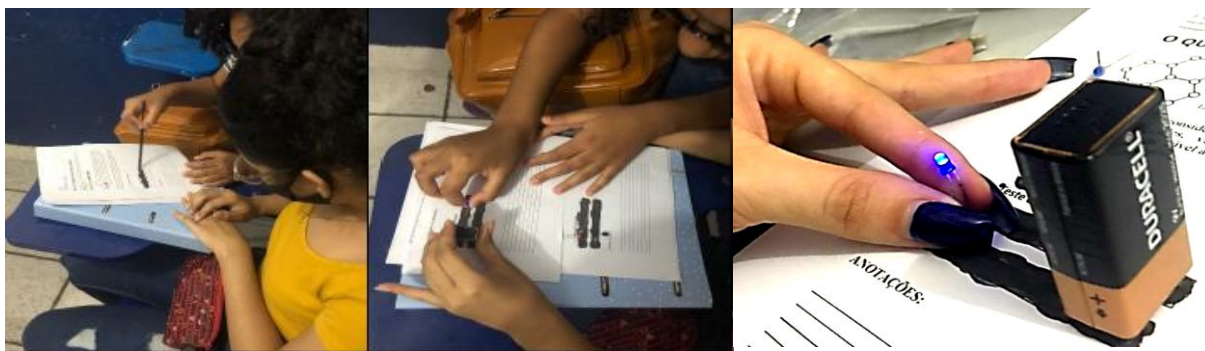


Figura 2. Caracterização da amostra com surfactante. (a) Espectro UV-Vis com pico em 222 nm, indicando presença de grafeno esfoliado. (b) Imagem MEV mostrando estruturas lamelares e fragmentadas, típicas de nanofolhas de grafeno.

No teste de condução elétrica, o material apresentou condutividade satisfatória, com o multímetro acusando valor “000”, sinalizando baixa resistência elétrica. Além disso, em um circuito simples contendo uma bateria de 9V e um LED, foi possível observar a eletroluminescência do diodo (Figura 3), evidenciando que o material esfoliado foi capaz de conduzir corrente elétrica de forma eficaz. Esses achados corroboram os dados de Rodriguez e colaboradores⁸ e reforçam o potencial do grafeno obtido para aplicações eletroeletrônicas.



De forma geral, os resultados apontam para uma esfoliação bem-sucedida do grafite com obtenção de nanofolhas de grafeno dispersas em meio aquoso, favorecida pela presença do surfactante, que além de aumentar a estabilidade coloidal da solução, contribuiu para a formação de partículas condutoras e com propriedades ópticas compatíveis com o grafeno reportado na literatura.

Por outro lado, à intervenção didática realizada com o uso do grafeno como recurso experimental demonstrou forte potencial para o ensino de Química no Ensino Médio. A aplicação de questionários antes e após a atividade permitiu observar avanços significativos na compreensão dos estudantes sobre os conceitos químicos abordados, além de revelar maior interesse pelo tema da nanotecnologia.

Nos questionários aplicados previamente, muitos estudantes apresentaram respostas vagas ou restritas a definições memorizadas. Após a prática experimental, observou-se um enriquecimento no vocabulário científico e na capacidade argumentativa dos participantes. A título de exemplo, recortes de respostas evidenciaram esse progresso. Um dos estudantes afirmou, no pós-teste:

“Acho que o grafeno é um material que deixa a corrente passar porque os átomos estão bem organizados, por isso o LED acendeu.”

Outro estudante respondeu:

“Agora entendi que a condutividade depende da estrutura da substância. O grafeno conduz por causa disso.”

Além da melhora conceitual, a atividade também despertou a curiosidade e promoveu a autonomia investigativa dos alunos. Durante a prática, por exemplo, o estudante identificado como A3 levantou um questionamento espontâneo:

“Será que dá pra acender dois LEDs no mesmo trilho de grafeno?”

A turma foi incentivada a testar a hipótese, e o experimento foi realizado com dois LEDs conectados simultaneamente, confirmando a condutividade eficiente do material. A tentativa de acender um terceiro LED, no entanto, não obteve sucesso, o que gerou uma nova discussão sobre os limites da corrente elétrica conduzida pelo grafeno esfoliado. Esse momento provocou reflexões sobre resistência elétrica, perda de energia e eficiência dos materiais condutores.

A atividade permitiu aos estudantes manipularem diretamente o grafeno esfoliado e montar o circuito condutor com trilhos sobre papel, sem o uso de fios. O acendimento do LED foi vivenciado como uma evidência concreta das propriedades do material, reforçando o vínculo entre teoria e prática. Como previsto na literatura⁸, o grafeno apresentou condutividade elétrica suficiente para promover a eletroluminescência do LED, validando o experimento e fortalecendo o entendimento dos conteúdos envolvidos.

A prática também contribuiu para aproximar os conteúdos de Química do cotidiano dos alunos, já que os materiais utilizados (como grafite, detergente, pincel, papel e pilha) são de fácil acesso. Essa aproximação foi destacada por um estudante que comentou:

“Nunca pensei que dava pra fazer algo tão avançado com coisas simples que a gente tem em casa.”

A análise geral dos dados apontou que os objetivos pedagógicos foram plenamente alcançados. Os estudantes demonstraram maior familiaridade com o tema da nanotecnologia e passaram a reconhecer sua aplicabilidade, especialmente no que se refere às propriedades dos materiais e à inovação científica. O experimento funcionou, portanto, como uma ponte entre os conceitos teóricos e a realidade prática da ciência.

Conclusões

A utilização do grafeno como recurso didático mostrou-se viável, acessível e eficaz para o ensino de Química no ensino médio. A proposta possibilitou a integração de conceitos teóricos e práticos, favorecendo a aprendizagem significativa e despertando maior interesse dos estudantes por temas científicos atuais.

Os resultados evidenciaram avanços na compreensão dos conceitos químicos trabalhados, bem como maior envolvimento dos alunos nas atividades experimentais. Assim, conclui-se que a inserção de nanomateriais como o grafeno em práticas pedagógicas representa uma estratégia promissora para aproximar os estudantes da realidade científica e tecnológica contemporânea, contribuindo para uma formação mais crítica e contextualizada.

Referências

- [1] SOUSA, Josefa Luana da Silva. **O ensino da nanotecnologia a partir da utilização do grafeno nas aulas de Química através da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2021.
- [2] URADE, Anil Ramesh; LAHIRI, Indranil; SURESH, K. Suresh. Graphene properties, synthesis and applications: a review. **JOM**, [S.l.], v. 75, n. 3, p. 614–630, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11837-022-05505-8>.
- [3] SIQUEIRA, Kleber Saldanha. Grafeno, tecnologia e aplicações: uma perspectiva para o ensino médio. In: FREITAS, Daniela Lopes Ribeiro; PAIVA, Luiz Leandro Gomes (Orgs.). **A ciência e a tecnologia no ensino de ciências: perspectivas e práticas pedagógicas**. São Paulo: Editora do Instituto Federal de São Paulo, 2021. p. 15-01. ISBN 978-65-5550-295-4.
- [4] PATON, Kevin R. et al. Scalable production of large quantities of defect-free few-layer graphene by shear exfoliation in liquids. *Nature Materials*, v. 13, n. 6, p. 624–630, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmat3927>.
- [5] ALFA AESAR. **Graphite powder, natural, -100 mesh, 99.997% trace metals basis**. Thermo Fisher Scientific, 2025. Disponível em: <https://lojainterprise.com.br/categoria/quimicos/quimicos-alfa-aesar/page/15/>. Acesso em: 6 ago. 2025.



[6] ABDUL RAHIM, Mohd Aiman Hakimi; SAMSURRIJAL, Siti Fatimah; ABDULLAH, Amirul Al-Ashraf; MOHD NOOR, Siti Noor Fazliah. UV–Vis spectroscopic trends of liquid-exfoliated graphite/graphene nanoplatelets/bioactive glass mixtures. **Journal of Physical Science**, v. 34, n. 2, p. 1–12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21315/jps2023.34.2.1>.

[7] GOMES, Maria Gabrielle Assunção; CORRÊA, Sandro Rosa. Caracterização de grafeno em pó utilizando as técnicas de difração de raios x e microscopia eletrônica de varredura. In: **Tudo é Ciência: Congresso Brasileiro de Ciências e Saberes Multidisciplinares**. 2024. p. 1-9.

[8] RODRIGUEZ, Rodrigo D.; LI, Feng; SÁNCHEZ, Carlos M. Óxido de grafeno de padronização de laser de alta potência: uma nova abordagem para fazer eletrodos autoalinhados de formato arbitrário. **Carbono**, v. 151, p. 148-155, 2019.