

VETORES E MODELAGEM MOLECULAR: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR NA DISCIPLINA DE FÍSICA GERAL I DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO IFCE - CAMPUS IGUATU

Francisca Débora Moraes de Carvalho ¹
Jonathan Alves Rebouças ²

RESUMO

Nos cursos de Licenciatura em Química, os estudantes precisam compreender desde cedo processos que vão desde o comportamento do átomo até a experimentação em laboratório. Porém, devido à complexidade dos conteúdos estudados, e a falta de analogias concretas, muitos apresentam dificuldades de compreensão em temas que exigem maior grau de abstração. A iniciativa de incorporar o uso de softwares como ferramenta pedagógica visa superar as limitações das representações tradicionais, permitindo visualizar e manipular estruturas moleculares, o que pode gerar maior inclusão no processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas do curso. A modelagem molecular é uma ferramenta poderosa para visualizar compostos químicos de forma espacial. Nas disciplinas de Química Orgânica e Inorgânica, estudam-se a formação de cadeias, tipos de ligações, propriedades atômicas, interações dipolo-dipolo, entre outros temas que, muitas vezes, não ficam claros apenas no contexto da química. Muitos desses fenômenos são explicados a partir de conceitos fundamentais na Física. O objetivo do trabalho é utilizar a modelagem molecular de compostos Químicos para introduzir o conceito de vetores e produto escalar para estudantes na disciplina de Física Geral I no curso de Licenciatura em Química do IFCE- Campus Iguatu. A metodologia envolve a visualização interativa de moléculas, usando conceitos vetoriais para descrever sua posição no espaço, o comprimento das ligações e os ângulos entre elas. Além disso, foram aplicados questionários após as atividades desenvolvidas para avaliar a evolução da compreensão dos estudantes, visando principalmente que, ao final, haja uma aprendizagem significativa do conteúdo de vetores, ao mesmo tempo em que se consiga visualizá-los aplicados à Química. Resultados preliminares têm indicado uma melhor compreensão dos conceitos de vetores e sua aplicação na química, o que tem promovido maior inclusão dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física Geral I.

Palavras-chave: Ensino de Química, Vetores, Modelagem Molecular, Avogadro.

INTRODUÇÃO

Quando nos referimos às disciplinas de Ciências da Natureza, mas especificamente as de Física e Química, estas são frequentemente estigmatizadas por sua complexidade e dificuldade de compreensão. Em um ambiente escolar, esse discurso

¹ Graduando do Curso de de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceara - IFCE, franciscadebora0@gmail.com;

² Professor orientador: Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceara - IFCE, jalvesreboucas@ifce.edu.br;



negativo leva muitos estudantes a considerarem seus conteúdos como excessivamente teóricos, de difícil internalização, de pouca relevância cotidiana e, por vezes, desnecessários para a formação cidadã. Consequentemente, tal cenário se reflete no baixo desempenho dos alunos nos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), no qual Ciências da Natureza, historicamente, registra as menores médias entre as áreas avaliadas. Uma análise realizada com os dados dos últimos dez anos pelo INEP revela o impacto dessa percepção, ficando com uma média geral de proficiência de 489,1 pontos, enquanto a área com melhor desempenho, Ciências Humanas, alcançou 529,7 pontos. Tal disparidade reforça a urgência de se buscar novas estratégias de ensino para reverter o baixo desempenho e a evasão nessas disciplinas (Brasil, 2025).

Nessa perspectiva de dificuldades e frustrações discentes, o debate na literatura científica e no meio docente se concentra na busca por soluções pedagógicas inovadoras. Nesse sentido, a formação de qualidade dos futuros professores de Ciências da Natureza assume um papel crucial, uma vez que os cursos de licenciatura são fundamentais na construção da identidade profissional e no potencial transformador desses educadores (André et al., 2012). A incorporação de inovações, como as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), emerge como uma estratégia promissora para reverter essa percepção negativa e aprimorar a aprendizagem em temas de difícil abstração.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da utilização do software de modelagem molecular Avogadro no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física Geral I. Espera-se que a abordagem, ao tornar conceitos abstratos como vetores mais tangíveis, facilite a aprendizagem significativa. A intervenção foi realizada com estudantes do 3º semestre do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Ceará – Campus Iguatu. Para a coleta de dados, foi aplicado um questionário online (Google Forms) aos alunos que participaram e concluíram a dinâmica proposta. A análise dos dados tem caráter misto (quali-quantitativo) e será correlacionada com a literatura relevante para a temática, abrangendo a Formação de Professores, os usos, benefícios e desafios das TICs na sala de aula, e o Ensino de Química e Física.

METODOLOGIA

A pesquisa adotou a metodologia de estudo de caso com uma abordagem quali-quantitativa conforme proposto por Ventura (2007). Essa escolha metodológica,



conforme descrita por Souza e Kerbaudy (2017), busca a integração dos dados qualitativos e quantitativos para obtenção de resultados mais abrangentes e detalhados. Tendo como participantes os nove estudantes matriculados na disciplina de Física Geral I que concluíram a atividade, utilizar os conceitos previamente aprendidos na Licenciatura em Química – como ligações química e geometria molecular – para a descrição e aplicação do conceito de vetores por meio do uso de software de Modelagem Molecular, Avogadro.

A intervenção pedagógica consistiu em uma dinâmica na qual cada estudante recebeu uma molécula específica para modelar no software. O professor orientou sobre a aplicação de conceitos de vetores e produto escalar necessários para a atividade. Em seguida, os alunos foram incentivados a realizar uma pesquisa bibliográfica a fim de encontrar dados da literatura sobre pelo menos dois ângulos e as distâncias de ligação de suas respectivas moléculas. O produto final da atividade foi a elaboração de um relatório individual, Este relatório detalhava os dados da literatura, os ângulos medidos no software e a representação vetorial calculada pelo próprio estudante, sendo necessário apresentar uma comparação clara entre essas três fontes de informações obtida ao longo de suas pesquisas.

O levantamento de dados foi realizado por meio da elaboração de um questionário, seguindo as diretrizes estabelecidas por Chagas (2000), composto por questões destinadas a responder aos objetivos da pesquisa. Sendo assim, o instrumento combinou questões de múltipla escolha e questões abertas, com foco na avaliação dos estudantes sobre: (1) o Avogadro como ferramenta pedagógica; (2) seu impacto no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de vetores; e (3) a avaliação da estrutura da atividade como um todo. Para garantir o refinamento e a clareza do instrumento, uma etapa de pré-teste foi conduzida. Inicialmente, o questionário foi desenvolvido por apenas um dos autores e, após ajustes, a versão final foi aplicada aos participantes por meio da plataforma Google Forms.

REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho de Modelagem Molecular tem como ideia fundamental a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, uma abordagem amplamente utilizada no Ensino de Física. De acordo com essa teoria, a introdução de novos conceitos deve se relacionar, de maneira não arbitrária, com os conhecimentos previamente adquiridos pelo aluno. Assim, o trabalho adota uma abordagem interdisciplinar entre Química e Física,



por meio do uso do software de modelagem molecular Avogadro. Os subsunçores (conceitos âncoras) são os conhecimentos de ligações químicas e geometria molecular que os licenciandos em Química já possuem. O novo conceito de vetores é assimilado e ancorado de maneira não arbitrária e substantiva a esses subsunçores, caracterizando uma aprendizagem significativa.

Diante desse cenário, surge um questionamento fundamental: o que a escola deve fazer para que o aluno não apenas aprenda Química, mas também perceba as relações entre esta ciência, a sociedade e a tecnologia, contribuindo assim para o seu desenvolvimento pessoal e para uma participação social consciente (CETIC, 2014).

Nesse contexto, a crescente presença das tecnologias digitais na sociedade atual, na comunicação e no mercado de trabalho, torna sua integração à prática pedagógica uma necessidade na formação de professores. A utilização desse software se enquadra no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na educação, com o objetivo de beneficiar o processo de aprendizagem do aluno. Isso é especialmente relevante em disciplinas como Química, Matemática e Física, as quais demandam alta capacidade de abstração e de aplicação do conhecimento em situações do mundo real (Gomes, Franco e Rocha, 2020). Autores como Bastos (2016), Martinho (2008) e Peçanha (2025) também trabalham com os benefícios da utilização das TICs no ensino de Química e Ciências da Natureza. Esses benefícios alinham-se à visão de Borges (1999), que defende que os softwares educativos podem estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico e da autonomia do indivíduo, na medida em que os estudantes, ao manipularem as moléculas, são levados a levantar hipóteses, fazer inferências e tirar conclusões a partir dos resultados por eles mesmos obtidos.

O software de modelagem molecular Avogadro se encaixa perfeitamente nesse contexto de ferramenta educativa. Trata-se de um programa de código aberto e gratuito que permite aos usuários visualizar, construir e manipular estruturas moleculares em um ambiente tridimensional. Entre suas funcionalidades, destacam-se a capacidade de medir distâncias de ligação (comprimentos de vetores), ângulos entre ligações (aplicação do produto escalar) e otimizar a geometria das moléculas, tornando-se um laboratório virtual ideal para a interdisciplinaridade entre Química e Física.

Essa capacidade de visualização contribui para uma série de benefícios no processo de ensino-aprendizagem, como maior retenção do conteúdo e facilidade na visualização de fenômenos em escalas microscópicas e subatômicas, entre outros. Um exemplo claro dessa necessidade de abstração e que se beneficia da visualização é o



conceito de vetores, um conhecimento fundamental para toda a Física, cuja compreensão inadequada costuma impactar negativamente a aprendizagem de conteúdos posteriores.

A química, especificamente a orgânica e inorgânica, estuda a posição dos átomos em um espaço tridimensional. Nesse contexto, um átomo pode ser visto como um ponto, e a ligação entre dois átomos pode ser representada por um vetor. O vetor mostra, não apenas a direção e o sentido da ligação, mas também seu comprimento. A utilização de vetores é, portanto, uma forma precisa de descrever a localização espacial onde cada parte da molécula está localizada. Para entender a forma das moléculas, não basta saber a posição dos átomos, é preciso compreender os ângulos entre as ligações. O produto escalar é uma operação matemática entre dois vetores que nos permite calcular o ângulo entre eles. Esse ângulo é fundamental para determinar a geometria da molécula, o que, por sua vez, influencia suas propriedades. Em resumo, a Química te diz o que a molécula é, e a Física (com vetores e produto escalar) te dá as ferramentas para descrever onde os átomos estão e como eles se conectam no espaço.

Diante desse referencial, e com o intuito de promover uma aprendizagem significativa e interdisciplinar, este trabalho busca investigar como a abordagem aqui descrita - utilizando o software Avogadro como ferramenta de modelagem molecular - impacta concretamente a compreensão do conceito de vetores por licenciandos em Química.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para contextualizar a relevância desta pesquisa, é fundamental partir de uma análise do cenário nacional. Como ilustram a Tabela 1 e a Figura 1, os dados consolidados pelo INEP referentes aos últimos dez anos do ENEM revelam uma disparidade persistente no desempenho dos estudantes. A Tabela 1, com as médias de proficiência anuais, e a Figura 1, que representa essas médias em um gráfico de barras, evidenciam de forma conjunta um cenário crônico de baixo desempenho em Ciências da Natureza (BRASIL, 2025).

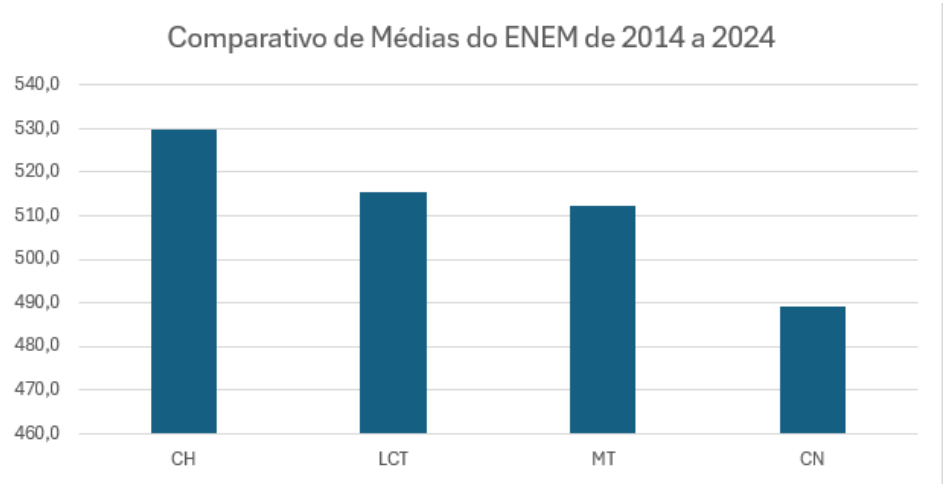
Tabela 01: Comparativo de Médias do ENEM de 2014 a 2024.



Comparativo de Médias do ENEM de 2014 a 2024				
Ano	Ciências Humanas e suasTecnologias	Linguagem e Códigos e suas Tecnologias	Matemática e suas Tecnologias	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
2014	546,5	507,9	473,5	482,2
2015	558,1	505,3	467,9	478,8
2016	533,5	520,5	489,5	477,1
2017	519,3	510,2	518,5	510,6
2018	561,7	520,8	533,4	490,8
2019	508,0	520,9	523,1	477,8
2020	511,6	524,0	520,7	490,4
2021	519,6	501,8	533,7	491,1
2022				
2023	522,0	516,2	534,9	497,4
2024	517,0	528,0	529,0	495,0
Média	529,7	515,6	512,4	489,1

Fonte: Elaboração própria.

Figura 02: Evolução das Médias de Ciências da Natureza.



Fonte: Elaboração própria.

Diante deste contexto, os resultados aqui obtidos, ainda que preliminares, sinalizam, pelas respostas iniciais, uma influência positiva da atividade de modelagem molecular na compreensão e aplicação do conceito de vetores. A análise qualitativa das respostas permitiu identificar três eixos principais de impacto: (1) um dos discentes relatou que a atividade ajudou uma questão de prova em Física Geral I, demonstrando a transferência do conhecimento para um contexto avaliativo formal; (2) outro estudante destacou que o trabalho o auxiliou a compreender conteúdos avançados de Cálculo II, como Vetor Gradiente e Derivada Direcional, indicando uma percepção de coesão entre diferentes disciplinas do curso; (3) Um terceiro respondente apontou que o relatório da atividade representou seu primeiro contato com a escrita científica, sugerendo um benefício adicional na formação docente que ultrapassa a aprendizagem conceitual.



Portanto, embora o corpus da pesquisa ainda esteja em expansão, os dados iniciais são altamente indicativos. Os três eixos de impacto identificados através das respostas dos estudantes com a aplicação prática, integração curricular e iniciação científica, demonstram que a modelagem molecular com o Avogadro cumpriu seu propósito de servir como uma ponte, conforme preconizado por Ausubel. A atividade mostrou-se uma ferramenta eficaz para promover uma aprendizagem significativa e interdisciplinar, caracterizada por uma participação ativa dos alunos na disciplina, em contraste com uma abordagem meramente mecanizada. Dessa forma, estes resultados preliminares não apenas validam a viabilidade da estratégia pedagógica proposta, como também justificam novas investigações sobre seu potencial para enfrentar o desafio do ensino de Ciências da Natureza identificado no cenário nacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a abordagem não convencional, baseada na visualização e interação, mostrou-se eficaz no âmbito acadêmico. Ela não apenas prepara os estudantes para aplicações tecnológicas e científicas avançadas, como também promove uma integração clara entre o ensino de Física e Química no curso de Licenciatura em Química do IFCE – Campus Iguatu. A integração entre a modelagem molecular e o ensino de vetores é mais do que uma simples estratégia pedagógica: é um caminho viável para materializar a interdisciplinaridade na formação de professores.

A eficácia da intervenção ficou evidente na transferência do conhecimento para contextos reais, como a resolução de questões de prova e a compreensão de tópicos avançados de cálculo. O relato dos alunos sobre o contato com a escrita científica sugere, ainda, um benefício adicional na iniciação à prática docente.

Embora os dados sejam preliminares, este estudo serve como um protótipo validado para a implementação de metodologias ativas que utilizem softwares educativos. Como perspectivas, indica-se a expansão da pesquisa para uma amostra maior e a investigação dos efeitos de longo prazo desta abordagem na prática docente dos egressos.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Iguatu, pela infraestrutura institucional que tornou esta



pesquisa possível; aos professores e colegas do curso de Licenciatura em Química, pelo enriquecedor diálogo acadêmico e pelo ambiente de colaboração; aos estudantes que participaram voluntariamente da intervenção pedagógica, cuja contribuição foi fundamental para a geração dos dados e reflexões aqui apresentadas; e aos organizadores do CONEDU, pela oportunidade de compartilhar e discutir os resultados deste trabalho com a comunidade científica. Gostaríamos de agradecer também ao professor orientador, Dr. Jonathan Alves Rebouças, pela orientação indispensável e pelo incentivo ao longo de todo o processo de construção desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli E. D. A.; ALMEIDA, Patrícia Albieri; AMBROSETTI, Neusa Banhara; et al. O papel do professor formador e das práticas de licenciatura sob o olhar avaliativo dos futuros professores. **Revista Portuguesa de Investigação Educacional**, [S. l.], n. 12, p. 101–123, 2012.

BASTOS, Daniel de Mesquita. **Uso de objetos de aprendizagem no estudo de geometria molecular no ensino médio**. 2016. 52 f. TCC (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Divulgados resultados do Enem**. Brasília, DF: Inep, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br>>. Acesso em: 18 de out. 2025.

BORGES, H. (1999). **Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola**. Fortaleza, Revista Educação em Debate, 1 (27): 135-138.

CETIC.br - **Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação**. Pesquisa TIC Educação 2013: **Survey on the Use of Information and Communication Technologies in Brazilian Schools**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2014.

CHAGAS, Anivaldo Tadeu Roston. O questionário na pesquisa científica. **Administração On Line**, São Paulo, v. 1, n. 1, jan./fev./mar. 2000.

GOMES, Erica Cupertino; FRANCO, Xaieny Luiza de Sousa Oliveira; ROCHA, Alexandro Silvestre da. **Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino de Física**. Palmas: Eduft, 2020. 64 p.

MARTINHO, Tânia S. G. R. M. **Potencialidade das TIC no Ensino de Ciências: um estudo de caso**. Orientadora: Lúcia Maria Teixeira Pombo. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Multimídia em Educação) – Universidade de Aveiro, Portugal, 2008.



VENTURA, Magda Maria. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 5, p. 383-386, set./out. 2007.

