ISSN: 2358-8829

É POSSÍVEL ATRAVESSAR PAREDES COMO A LINCE NEGRA DOS X-MEN? UMA ANÁLISE DAS PROPRIEDADES ELETRÔNICAS DA MATÉRIA A PARTIR DA RELAÇÃO ENTRE CONCEITOS CIENTÍFICOS E ELEMENTOS DA CULTURA POP

Expedito Caio Roque de Oliveira [1]
Expedito Cassio Roque de Oliveira [2]
Jonatas Gadiel Soares Varela [3]

INTRODUÇÃO

Nos quadrinhos dos X-Men, a mutante Lince Negra (Kitty Pryde) possui a habilidade de atravessar paredes, tornando-se intangível à matéria sólida (MARVEL COMICS, 2014). Esse conceito desafia tudo o que se conhece sobre a composição dos objetos e dos próprios seres humanos, já que, no mundo real, a matéria ocupa espaço e dois corpos não podem simplesmente se sobrepor. Mas por que isso acontece? O que impede que alguém atravesse uma parede como faz Kitty?

A ficção frequentemente brinca com as leis da física, imaginando realidades em que limitações do mundo real são superadas. A ideia de atravessar barreiras sólidas desperta curiosidade tanto no entretenimento quanto na ciência. Como destacam Oliveira e Ferreira (2018), a utilização de super-heróis e personagens da cultura pop surge como uma alternativa eficiente para integrar o universo cultural dos estudantes ao científico, estimulando o questionamento sobre os fenômenos físicos e os fundamentos da matéria. Mas será que as barreiras que nos cercam são realmente intransponíveis?

Embora fenômenos quânticos, como o tunelamento, permitam que partículas subatômicas cruzem barreiras de energia (Halliday; Resnick; Walker, 2016), a realidade macroscópica impõe desafios muito maiores. A resposta para essa questão pode estar na estrutura eletrônica dos átomos e nas forças fundamentais que regem o universo. Neste trabalho, explora-se como a estrutura eletrônica dos átomos impede que seres humanos

[1] Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte – IFRN, expeditocaioroquedeoliveira@gmail.com ;
[2] Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte – IFRN, expeditocassioroquedeoliveira@gmail.com ;
[3] Especialista em Ensino de Física e Química pela Faculdade Venda Nova do Imigrante – FAVENI, gadiel_soares@hotmail.com ;

atravessem paredes como a Lince Negra, a partir de uma atividade desenvolvida com estudantes de diferentes períodos de um curso de Licenciatura em Química.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa e exploratória, tendo como objetivo analisar as concepções de licenciandos em Química acerca da possibilidade fictícia de atravessar paredes, tomando como referência a personagem Lince Negra, da franquia X-Men. O estudo foi desenvolvido com 16 estudantes do curso de Licenciatura em Química, sendo dois de cada um dos oito períodos da graduação.

As entrevistas foram realizadas presencialmente, com base em um roteiro estruturado composto por 12 questões abertas, organizadas em eixos temáticos relacionados à estrutura da matéria, aos modelos teóricos, às extrapolações científicas e às possibilidades didáticas da cultura pop. Inicialmente, foram exploradas as explicações dos participantes para a impossibilidade de atravessar paredes sem alterar a matéria, considerando as interações eletrostáticas entre elétrons, o Princípio da Exclusão de Pauli e a organização eletrônica dos átomos. Também foram abordados os modelos quânticos, o tunelamento quântico e os limites de sua utilização para explicar a habilidade fictícia da personagem, além de questões relacionadas à conservação da matéria e da energia, à localidade e aos limites da mecânica clássica. A realização das entrevistas presenciais com os licenciandos pode ser observada na Figura 1, que apresenta um registro da participação dos estudantes do 3º período.

Figura 1 – Registro da realização das entrevistas com licenciandos em Química



Fonte: Os autores (2025).

A discussão sobre o tunelamento quântico constituiu um aspecto relevante da investigação, estabelecendo uma relação entre fenômenos descritos pela mecânica quântica e a habilidade ficcional da personagem. Nesse contexto, foram consideradas as contribuições de Friedrich Hund para o desenvolvimento da teoria quântica, especialmente seus trabalhos relacionados ao modelo do poço de potencial duplo e aos fenômenos de tunelamento. Essa fundamentação permitiu contextualizar cientificamente a situação-problema e discutir as diferenças entre o comportamento de partículas e a possibilidade de atravessamento de corpos macroscópicos.

O roteiro também contemplou questões sobre concepções alternativas a respeito da matéria, articulação entre cultura pop e ensino de Química, conteúdos curriculares que poderiam ser abordados a partir da personagem e desafios pedagógicos decorrentes dessa abordagem. Por fim, foram incluídas questões metacognitivas, voltadas à identificação de conceitos que os participantes consideravam necessário revisar ou aprofundar, bem como à avaliação de suas percepções sobre a proposta investigativa.

Após as entrevistas, realizou-se uma discussão coletiva destinada a problematizar as respostas apresentadas e ampliar as reflexões teóricas sobre a situação investigada. Esse momento favoreceu a retomada dos conceitos científicos, a discussão dos limites das explicações físicas disponíveis e a reflexão sobre as possibilidades de utilização de elementos ficcionais na contextualização de conteúdos científicos.

As respostas foram analisadas qualitativamente, considerando as explicações apresentadas, os argumentos utilizados e as relações estabelecidas entre os conhecimentos científicos e a situação-problema. Buscou-se identificar compreensões conceituais, dificuldades na mobilização dos conhecimentos e percepções sobre o potencial pedagógico da cultura pop na formação inicial de professores de Química. Desse modo, a análise articulou as concepções expressas nas entrevistas às reflexões desenvolvidas na discussão coletiva, buscando compreender tanto os conhecimentos científicos mobilizados pelos licenciandos quanto suas possibilidades de aplicação em contextos de ensino.

REFERENCIAL TEÓRICO

ISSN: 2358-8829

ESTRUTURA DA MATÉRIA, INTERAÇÕES ATÔMICAS E SOLIDEZ DOS MATERIAIS

A matéria é constituída por átomos, unidades fundamentais dos elementos químicos, formados por um núcleo de prótons e nêutrons e por elétrons que se distribuem ao seu redor segundo os princípios da mecânica quântica (Atkins *et al*., 2018). Diferentemente dos modelos atômicos mais antigos, os elétrons não percorrem trajetórias fixas ao redor do núcleo. Seu comportamento é descrito por funções de onda, enquanto os orbitais representam regiões associadas à probabilidade de encontrá-los. Essa organização segue princípios como o da Exclusão de Pauli, segundo o qual dois elétrons de um mesmo átomo não podem apresentar os mesmos quatro números quânticos (Atkins *et al*., 2018).

A solidez da matéria está relacionada às interações entre as partículas que constituem os átomos e entre os próprios átomos. As interações eletrostáticas, as ligações químicas e as interações intermoleculares contribuem para a organização e a estabilidade dos materiais. Assim, quando dois corpos entram em contato, suas estruturas eletrônicas interagem, produzindo forças que se opõem à interpenetração.

Nesse contexto, o Princípio da Exclusão de Pauli também contribui para a resistência da matéria, em associação com as interações eletromagnéticas. Embora não represente uma força independente, esse princípio impõe restrições ao comportamento dos elétrons, influenciando as propriedades dos sistemas materiais.

Portanto, a existência de espaços em escala microscópica entre as partículas não significa que objetos macroscópicos possam atravessar uns aos outros sem interação. A organização eletrônica e as interações entre as partículas impedem que uma pessoa atravesse uma parede em condições cotidianas. Essa compreensão constitui um dos fundamentos científicos para analisar a habilidade fictícia da Lince Negra.

TUNELAMENTO QUÂNTICO E CONTRIBUIÇÕES DE FRIEDRICH HUND

A mecânica quântica descreve fenômenos que não podem ser explicados apenas pelas leis da física clássica. Entre eles está o tunelamento quântico, pelo qual uma partícula apresenta probabilidade de atravessar uma barreira de potencial mesmo

quando sua energia é inferior à altura da barreira, situação impossível na descrição clássica (Atkins *et al*., 2018)..

Esse comportamento está relacionado à descrição das partículas por funções de onda, que podem penetrar na região classicamente proibida e manter uma amplitude não nula além dela. Assim, existe uma probabilidade de encontrar a partícula do outro lado da barreira. Portanto, o tunelamento não consiste em passar pelos espaços vazios da matéria, mas em apresentar um comportamento distinto daquele previsto pela física clássica (Atkins *et al*., 2018).

Historicamente, destaca-se Friedrich Hund, que, em 1927, investigou sistemas quânticos associados a potenciais de duplo poço, contribuindo para a compreensão do tunelamento entre regiões de menor energia separadas por barreiras de potencial (Hund, 1927). A Figura 2 apresenta Friedrich Hund, cuja contribuição integra a fundamentação científica desta pesquisa.

Figura 2 – Friedrich Hund



Fonte: Acervo Gerhard Hund (1920).

O tunelamento quântico também está presente em aplicações tecnológicas, como o microscópio de tunelamento, no qual elétrons atravessam uma barreira de potencial entre uma ponta condutora e a superfície analisada, permitindo obter informações sobre sua topografia em escala atômica (Binnig *et al*., 1982). Sua ocorrência depende de fatores como a massa da partícula e as características da barreira de potencial. Assim, embora seja um fenômeno real, não pode ser generalizado para explicar qualquer situação em que um objeto atravesse outro.

Entretanto, no caso de um ser humano, a quantidade de partículas que constitui o corpo e as interações entre elas tornam a possibilidade de atravessar uma parede por tunelamento extraordinariamente improvável. Assim, embora seja um fenômeno real, o tunelamento quântico não comprova a possibilidade de atravessamento de corpos macroscópicos, como ocorre na ficção.

LINCE NEGRA (KITTY PRYDE): A MUTANTE QUE ATRAVESSA PAREDES

Lince Negra, também conhecida como Katherine “Kitty” Pryde, é uma personagem do universo dos X-Men, criada por Chris Claremont e John Byrne. Sua primeira aparição ocorreu em *Uncanny X-Men* nº 129, publicado em 1980 (Claremont; Byrne, 1980). A personagem possui a habilidade de intangibilidade, que lhe permite atravessar paredes e outros objetos sólidos no universo ficcional da Marvel (MARVEL, s.d.).

Essa habilidade é apresentada nas histórias como uma capacidade extraordinária de alterar sua interação com a matéria, permitindo que Kitty atravesse objetos e, em determinadas situações, leve consigo pessoas ou objetos com os quais mantém contato. Entretanto, essa representação pertence ao universo ficcional e não corresponde a um mecanismo cientificamente demonstrado.

A Figura 3 apresenta a personagem que constitui o ponto de partida da situação-problema investigada neste estudo.

Figura 3 – Lince Negra (Kitty Pryde), personagem do universo dos X-Men



Fonte: Marauders (2020).

A capacidade da personagem de atravessar paredes permite estabelecer uma aproximação didática com conceitos relacionados à estrutura da matéria e ao tunelamento quântico. Contudo, essa relação deve ser tratada com cautela, pois a ocorrência de fenômenos quânticos em escala microscópica não significa que um corpo humano possa atravessar materiais sólidos dessa maneira (Atkins *et al*., 2018).

A personagem constitui, portanto, um recurso para investigar como os licenciandos em Química mobilizam conhecimentos científicos diante de uma situação fictícia. Narrativas de super-heróis podem ser empregadas como contexto para introduzir e problematizar conceitos de mecânica quântica, estimulando a curiosidade e a discussão de ideias científicas em situações de ensino (Gomes *et al*., 2024).

A TRAVESSIA DE PAREDES NA CULTURA POP E O ENSINO DE QUÍMICA

Elementos da cultura pop podem funcionar como pontos de partida para problematizar conceitos científicos e estimular a curiosidade dos estudantes. No caso da Lince Negra, sua habilidade permite discutir a estrutura da matéria, as interações entre átomos e os limites da mecânica quântica. Entretanto, é necessário distinguir a representação ficcional das explicações científicas, evitando tratar o tunelamento quântico como uma explicação real para a travessia de paredes por seres humanos (Atkins *et al*., 2018).

Nessa perspectiva, a personagem é utilizada nesta pesquisa como situação-problema para analisar as concepções dos licenciandos em Química, suas explicações sobre os fenômenos envolvidos e suas percepções acerca das possibilidades didáticas da cultura pop na formação inicial de professores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das entrevistas e da discussão coletiva foi organizada em quatro categorias: concepções iniciais sobre a solidez da matéria; mobilização de conceitos científicos ao longo da formação; compreensão do tunelamento quântico e de seus limites; e possibilidades didáticas da cultura pop no ensino de Química.

ISSN: 2358-8829

CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE A ESTRUTURA E A SOLIDEZ DA MATÉRIA

Nas entrevistas individuais, os 16 participantes consideraram inviável que um ser humano atravesse uma parede sólida como ocorre com a personagem Lince Negra. As justificativas envolveram a repulsão eletrostática entre elétrons, o Princípio da Exclusão de Pauli, a organização dos átomos e a conservação da matéria e da energia.

Apesar da concordância, foram observadas diferenças nas explicações. Os estudantes dos períodos iniciais recorreram a ideias mais gerais sobre a matéria, enquanto alguns dos períodos mais avançados mobilizaram conceitos específicos, como orbitais, interações eletrostáticas e barreiras de energia. Essa síntese é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese das concepções iniciais por período do curso

Períodos	Principais conceitos	Características
1º e 2º	Espaço vazio dos átomos e interações entre partículas	Explicações gerais e intuitivas
3º e 4º	Exclusão de Pauli, repulsão eletrostática, orbitais e spin	Uso de conceitos específicos
5º ao 8º	Barreiras de energia e conservação da matéria e da energia	Explicações mais abrangentes

Fonte: elaboração própria com base nas entrevistas (2026).

As respostas indicam diferentes formas de mobilizar conhecimentos científicos, mas não permitem estabelecer uma relação definitiva entre o período cursado e o domínio conceitual, considerando a participação de apenas dois estudantes por período.

Uma das respostas relacionou a impossibilidade da travessia à repulsão eletrostática e ao Princípio da Exclusão de Pauli. Embora esses conceitos sejam relevantes para compreender a estrutura da matéria, a solidez dos materiais resulta de diferentes interações e efeitos quânticos. Portanto, não deve ser explicada exclusivamente por um único princípio.

DIFERENÇAS ENTRE OS PERÍODOS DO CURSO

ISSN: 2358-8829

A comparação das entrevistas revelou diferenças na especificidade da linguagem científica utilizada pelos participantes. Enquanto algumas respostas apresentaram explicações intuitivas, outras relacionaram a situação à conservação da matéria e da energia e a conceitos estudados durante a graduação.

Essas diferenças sugerem que os estudantes mobilizam conhecimentos distintos para interpretar o fenômeno. Entretanto, não é possível atribuí-las exclusivamente ao avanço no curso, pois também podem estar relacionadas às experiências de aprendizagem e à capacidade de aplicar conceitos a situações hipotéticas.

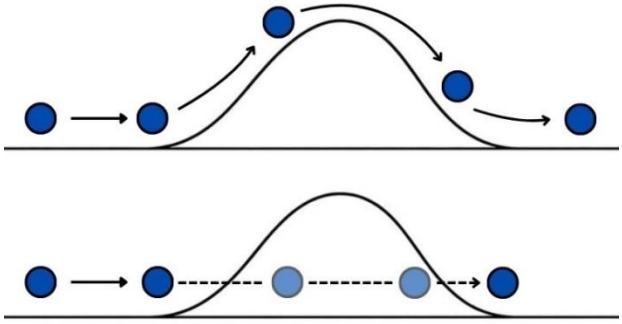
TUNELAMENTO QUÂNTICO E OS LIMITES DA FICÇÃO

A introdução do tunelamento quântico na discussão coletiva ampliou as explicações apresentadas inicialmente. Os estudantes dos períodos mais avançados passaram a recuperar conhecimentos prévios e a elaborar argumentos sobre o comportamento de partículas em escala microscópica, relacionando o fenômeno às barreiras de potencial e às interações envolvidas na estrutura da matéria.

A Figura 4 contribuiu para essa discussão ao apresentar uma representação didática do comportamento de uma partícula diante de uma barreira de potencial. Na representação superior, correspondente à Física Clássica, a partícula possui energia suficiente para superar a barreira e alcançar o outro lado. Na representação inferior, referente à Mecânica Quântica, a partícula atravessa a barreira por tunelamento, mesmo sem atingir a energia necessária para superá-la segundo a descrição clássica. Essa comparação auxiliou a discussão sobre o fenômeno quântico e os limites de sua relação com a habilidade fictícia da Lince Negra.

Figura 4 – Representação esquemática do comportamento de uma partícula diante de uma barreira de potencial segundo a Física Clássica e a Mecânica Quântica.

ISSN: 2358-8829



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Halliday, Resnick e Walker (2016) e Atkins, de Paula e Keeler (2018).

A partir dessa comparação, os participantes discutiram os limites de relacionar o tunelamento quântico à habilidade da Lince Negra. A maioria reconheceu que esse fenômeno não justifica a travessia de paredes por um corpo humano, distinguindo o comportamento de partículas em escala microscópica das propriedades de sistemas macroscópicos. A discussão também permitiu problematizar a ideia de que a matéria, por apresentar grandes espaços entre os núcleos atômicos, poderia ser facilmente atravessada, destacando a importância das interações eletrostáticas e dos efeitos quânticos para compreender a solidez dos materiais.

CULTURA POP E ENSINO DE QUÍMICA

Ao final da discussão, os participantes reconheceram o potencial da personagem Lince Negra como recurso para abordar conteúdos relacionados à estrutura atômica, às interações entre partículas e às propriedades da matéria. A situação fictícia serviu como ponto de partida para retomar conhecimentos prévios, estimular questionamentos e discutir os limites das explicações científicas.

Os resultados evidenciam que a contribuição da cultura pop para o ensino não está em validar acontecimentos fictícios, mas em utilizá-los para problematizar conceitos e desenvolver o pensamento crítico. Nesse sentido, cabe ao professor estabelecer relações entre a narrativa e os conhecimentos científicos, esclarecendo as diferenças entre a licença poética e os fenômenos estudados pela Química e pela Física.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que os 16 participantes reconheceram a inviabilidade de atravessar paredes nas condições físicas conhecidas, mobilizando conceitos como repulsão eletrostática, Princípio da Exclusão de Pauli e organização eletrônica dos átomos. Entretanto, foram observadas diferenças na maneira como esses conhecimentos foram utilizados, indicando que o emprego de terminologias científicas não garante, por si só, a compreensão adequada dos conceitos.

A discussão coletiva sobre o tunelamento quântico contribuiu para diferenciar os fenômenos microscópicos do comportamento de corpos macroscópicos, destacando a importância das interações entre partículas para compreender a solidez da matéria. Além disso, evidenciou a necessidade de abordar os conceitos científicos de maneira articulada, evitando explicações simplificadas sobre a estrutura dos átomos.

A utilização da personagem Lince Negra mostrou-se uma possibilidade de contextualização de conteúdos científicos por meio da cultura pop, favorecendo questionamentos e reflexões sobre os limites entre ficção e ciência. No ensino de Química, essa abordagem pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, desde que acompanhada de fundamentação científica e mediação docente.

Como perspectiva para novas pesquisas, sugere-se ampliar o número de participantes e investigar a aplicação de atividades didáticas baseadas na cultura pop, buscando compreender suas contribuições para a aprendizagem de conceitos científicos e para a formação inicial de professores de Química.

Palavras-chave: Ensino de Química; Tunelamento Quântico; Cultura Pop; Estrutura da Matéria; Formação de Professores.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; DE PAULA, J.; KEELER, J. **Atkins' Physical Chemistry**. 11. ed. Oxford: Oxford University Press, 2018.

BINNIG, G.; ROHRER, H.; GERBER, Ch.; WEIBEL, E. Surface studies by scanning tunneling microscopy. **Physical Review Letters**, v. 49, n. 1, p. 57-61, 1982.

CLAREMONT, Chris; BYRNE, John. **Uncanny X-Men**, New York: Marvel Comics, v. 1, n. 129, jan. 1980.

DUGGAN, Gerry. **Marauders**. Arte de Matteo Lolli et al. New York: Marvel Comics, 2020. v. 1. 176 p. ISBN 978-1-302-91994-8.

GOMES, A. L. S. et al. Teaching quantum mechanics using Ant-Man. **Physics Education**, v. 59, n. 6, art. 065025, 2024.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. v. 4. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HUND, F. Zur Deutung der Molekelspektren. I. **Zeitschrift für Physik**, v. 40, n. 10, p. 742-764, 1927.

HUND, Gerhard**. Friedrich Hund, Göttingen in the 1920s**. [192-]. 1 fotografia. Acervo da família Hund.

MARVEL COMICS. **X-Men: Days of Future Past**. New York: Marvel Entertainment, 2014.

OLIVEIRA, L. M.; FERREIRA, K. A. A. A física e os super-heróis: uma forma divertida de falar de ciência. **Revista Ciências & Ideias**, v. 9, n. 3, p. 170-184, set./dez. 2018.