

A FÍSICA QUÂNTICA EM DEBATE EM UM CLUBE DE CIÊNCIAS NO FORMATO REMOTO

**Aline Giovana Gomes de Oliveira¹, Evelyn Christina de Jesus², Patrícia Dias Games²,
Glesiane Coelho de Alaor Viana², Fernanda de Jesus Costa²**

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais, Ibirité, Brasil
(aline.1395349@discente.uemg.br)

² Universidade do Estado de Minas Gerais, Ibirité, Brasil

Resumo: A Física Quântica (FQ) é uma área de estudo que compreende temáticas relevantes pouco abordadas. É preciso buscar alternativas que favoreçam os meios de ensino e aprendizagem destes temas. Este trabalho busca relatar a contribuição de uma atividade sobre FQ em um Clube de Ciências. Os resultados demonstram que o Clube pode ser efetivo para debater e ensinar ciência, em especial aspectos relacionados com a FQ, pois, além de atrair, incentivam a curiosidade e desenvolvem a autonomia dos clubistas.

Palavras-chave: Alfabetização científica; ensino de Física; atividades síncronas; Clube de Ciências; Quântica.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física caracteriza-se por discutir temas atuais e complexos, sendo que o debate acerca das suas dificuldades e problemas não é recente e pesquisas relacionadas a esta temática tem figurado frequentemente no ambiente acadêmico (ARAÚJO; ABIB, 2003).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a disciplina de Física é um dos componentes curriculares que formam, juntamente com a Biologia e a Química, a área de conhecimento de ciências da natureza no ensino médio, conforme o documento:

O ensino de Ciências da Natureza tem compromisso com uma formação que prepare o sujeito para interagir e atuar em ambientes diversos, considerando uma dimensão planetária, uma formação que possa promover a compreensão sobre o conhecimento científico pertinente em diferentes tempos, espaços e sentidos; a alfabetização e o letramento científicos; a compreensão de como a ciência se constituiu historicamente e a quem ela se destina; a compreensão de questões culturais, sociais, éticas e ambientais, associadas ao uso dos recursos naturais e à utilização do conhecimento científico e das tecnologias (BRASIL, 2017, p. 149).

Neste sentido, torna-se relevante pensar em abordagens diferenciadas para o ensino de Física como uma possibilidade efetiva para favorecer os

processos de ensino da disciplina. É importante destacar que o ensino de Ciências deve favorecer a percepção sobre o mundo (LONGHI; SHROEDER, 2012). Assim, os estudantes devem ser levados a compreender aspectos relacionados com o estudo dos fenômenos da natureza, sendo que não só os conteúdos da Física Clássica devem estar presentes na Educação Básica:

É preciso transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido por nossas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da Física Moderna, não como uma mera curiosidade, mas como uma Física que surge para explicar fenômenos que a Física Clássica não explica, constituindo uma nova visão de mundo (PINTO; ZANETIC, 1999).

Dessa forma, o ensino de Física deve levar em consideração as dimensões históricas e sociais que a caracterizam enquanto conhecimento produzido a partir das relações e demandas da sociedade, cujas contribuições levam simultaneamente à sua construção e ao desenvolvimento tecnológico. É nesse contexto que a BNCC apresenta a Física Moderna (FM) enquanto resultado das revoluções da virada do século XX que acabaram por revelar as limitações da Física Clássica, dando origem a novos conceitos, leis e modelos (BRASIL, 2017).

Considerando a Física como uma ciência fruto da construção humana, torna-se importante discutir aspectos relacionados com a FM, sobretudo à Mecânica Quântica, que se dedica a estudar os fenômenos que ocorrem no mundo submicroscópico

dos átomos e moléculas. Para Nunes e Macedo (2019), a Física Quântica (FQ) relaciona-se à origem de tecnologias de grande utilidade, destacando-se entre elas os lasers, os supercondutores e os transistores que só podem ser explicados através dos seus conceitos. Souza et al (2020) acrescentam à esta lista os chips, as TVs e os celulares, cuja tecnologia se desenvolveu a partir da aplicação dos fundamentos da Mecânica Quântica aos movimentos dos elétrons. No entanto, ainda de acordo com Souza et al. (2020), sua presença na esfera de ensino segue problemática, com pouca exploração de seus conceitos e lacunas quanto “ao que” e “para que” ensinar conteúdos de FQ, mesmo que as orientações educacionais incentivem a exploração dessa grande área como forma de fornecer subsídios aos estudantes para acompanhar e se inserir na sociedade, com capacidade para estabelecer relações entre a ciência natural e tecnologia. Sendo assim, esta temática deve estar presente e ser discutida no contexto escolar.

Considerando as particularidades do ensino da Física e em especial da FQ, bem como a necessidade da abordagem de temas relacionados a essa área de estudo no contexto da Educação Básica, torna-se relevante pensar em estratégias diferenciadas que sejam capazes de contribuir de forma substancial neste cenário.

Uma proposta que tem se mostrado efetiva para o ensino de Física de forma geral são os Clubes de Ciências (CC), que podem ser definidos como espaços não formais de ensino com articulação com o ensino formal (SCHMITZ, TOMIO, 2019). Outro aspecto relevante é que os CC buscam contribuir para a iniciação científica dos clubistas e ainda favorecem a compreensão do método científico.

Os clubes de ciências também contribuem para ampliação do horizonte dos clubistas em relação ao mundo fora da escola e para atuações dos indivíduos na sociedade (SILVA; BRINATTI; SILVA, 2009). Destaca-se ainda que a vivência em um CC fornece condições para a promoção da alfabetização científica dos clubistas (BENEDETTI-FILHO, *et al.*, 2020).

Os clubes permitem a articulação e integração de novas práticas educativas no ambiente escolar. Além disso, favorecem a cidadania e formação humana (SCHMITZ; TOMIO, 2019).

Sendo assim, a proposta do presente trabalho é verificar a contribuição de um Clube de Ciências no formato remoto para o ensino de conceitos introdutórios de FQ. É importante destacar que o ensino dessa área dentro do ambiente escolar é de grande relevância para os estudantes (NUNES; MACEDO, 2019). O Clube de Ciências pode ser entendido como um local favorável para os processos de ensino de física (SILVA, BRINATTI, SILVA, 2009), o que justifica a proposta apresentada neste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa que busca verificar a contribuição de uma atividade realizada com estudantes e professores participantes de um Clube de Ciências no formato virtual. As pesquisas qualitativas tem por objetivo verificar concepções, valores e crenças de determinado aspecto (MINAYO, 2008) e, neste caso, verificar a contribuição para os processos de ensino e aprendizagem de uma atividade realizada em um Clube de Ciências.

O Clube de Ciências BIOTEC é uma parceria entre a Universidade Pública do Estado de Minas Gerais e duas escolas públicas localizadas em Ibituripe, região metropolitana de Belo Horizonte. Os encontros do Clube são realizados semanalmente de maneira remota, via videoconferência e os temas são escolhidos por demanda dos estudantes. Nos primeiros encontros, debateu-se sobre o método científico, a elaboração de hipóteses e a importância da pesquisa bibliográfica.

Após este primeiro momento abordando temáticas de grande relevância para o desenvolvimento de um Clube de Ciências, foram debatidas algumas questões relacionadas à Química (solubilidade, mistura, polaridade), surgidas a partir da colocação de situações de interesse dos clubistas. Dando continuidade às atividades do CC, os participantes solicitaram que o tema seguinte envolvesse Física Quântica.

Os clubistas tinham interesse nesta temática e desejavam compreender de forma mais efetiva aspectos relacionados com a aplicabilidade da Física Quântica.

No primeiro momento, foi feita uma breve introdução ao tema e logo em seguida foi colocado para os participantes um questionamento utilizando a plataforma *Mentimeter* (<https://www.mentimeter.com>), destinada à criação de apresentações e reuniões interativas com o uso de enquetes ao vivo, questionários, nuvens de palavras, perguntas e respostas. A questão proposta solicitava aos clubistas que dissessem o que seria a FQ.

Após este primeiro momento, passou-se para a explanação sobre o surgimento dessa área de estudo e algumas de suas características. Em uma segunda ocasião interativa, também utilizando a plataforma *Mentimeter*, foi pedido aos clubistas que indicassem, dentro das opções disponibilizadas, em quais exemplos a FQ podia ser identificada. A partir das respostas, foram apresentados alguns fenômenos cuja compreensão é possibilitada através dos conceitos de FQ.

Dando continuidade às discussões, apresentou-se cinco curiosidades a respeito do mundo quântico.

Foram selecionados os fenômenos da superposição, emaranhamento e tunelamento quântico, além da peculiaridade apresentada pelas medidas em FQ e a dualidade onda-partícula apresentada pela luz, sobre a qual houve a realização de uma atividade experimental com um laser. Como um bônus, ao final da apresentação foi feito um breve comentário a respeito da Teoria das Cordas, que tem relação com a Física Quântica e tinha sido citada em uma das discussões do CC quando manifestou-se o interesse por essa área de estudo.

E para finalizar, foi disponibilizado um novo link interativo usando a plataforma *Mentimeter* para que os clubistas pudessem escrever palavras relacionadas à atividade realizada pelo Clube naquela ocasião.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É importante destacar que as demandas abordadas no CC surgem do interesse dos estudantes. De uma maneira geral, destaca-se que existe uma resistência dos discentes e professores sobre esta temática (NUNES, MACEDO, 2019). Os autores creditam a falta de interesse à pouca abordagem de assuntos de Física Moderna em provas de vestibulares no Brasil, o que acaba ocasionando pouco empenho das escolas que trabalham tendo como foco a aprovação em tais processos seletivos. Outro motivo que poderia levar à dificuldades é o comportamento contraintuitivo apresentado pelos sistemas quânticos, que se encontra fora da capacidade de explicação da Física Clássica, levando a FQ a ser considerada como uma área de estudos complexa, tanto em seu aspecto formal quanto conceitual (SILVA NETTO; CAVALCANTI; OSTERMANN, 2019). Assim, pode-se inferir que esta atividade, realizada dentro do contexto de um CC e elaborada a partir da solicitação dos participantes, pode ser compreendida como um diferencial neste cenário.

No primeiro momento, após uma breve explicação foi solicitado aos estudantes que apresentassem suas concepções sobre Física Quântica. Algumas respostas estão transcritas abaixo:

“Acho que algo relacionado a quantidade”

“Física de partículas”

“Física quântica é que estuda os fenômenos microscópicos do universo.”

“É um ramo da física que estuda e analisa fenômenos microscópicos.”

“Algo relacionada física e os átomos”

“Física que mede a quantidade de energia e matéria dos átomos.”

Nas respostas apresentadas, pode-se verificar que dois clubistas se referem a etimologia da palavra “quântica” ao mencionar a ligação com o termo

“quantidade”. Nota-se também que o campo de estudo da FQ está bem claro para alguns dos participantes quando os mesmos a definem como responsável pelo estudo dos fenômenos microscópicos. Por fim, as respostas que citam os átomos e partículas também podem ser consideradas conceitualmente corretas, uma vez que a FQ se dedica a analisar e descrever o comportamento de sistemas físicos cujas dimensões estão próximas dos tamanhos de moléculas, átomos e partículas subatômicas.

Verifica-se que os participantes possuem concepções relevantes sobre a temática. Apesar destes conhecimentos, ainda é importante aprofundar alguns de seus conceitos no ambiente escolar, visto que FQ se revela possuidora de legitimidade cultural e social, por contribuir para a formação cidadã, o que se deve ao fato da teoria ter ampla aplicação em diversas tecnologias, materializadas na forma de dispositivos criados pelo ser humano (SCHOLZ; WESSNIGK; WEBER, 2020).

Após uma breve explicação sobre a origem da teoria quântica e a definição de seu objeto de estudo, foi solicitado aos clubistas que marcassem, dentre as opções apontadas, exemplos que eles acreditavam que envolviam FQ. Para esta questão foram apresentados exemplos de fenômenos quânticos e não quânticos, com o objetivo de verificar a concepção dos estudantes antes da atividade proposta. A opção mais votada pelos participantes foi “Luz”, seguida de “Raios X”. A alternativa com menos votos foi “Espelho” (Figura 1). Considerou-se para esta atividade que as opções “Antecipação de resultados” e “Comunicação direta a partir da mente” pudessem ser associadas, respectivamente, à “Premonição Quântica” e “Telepatia Quântica”, expressões que em geral são utilizadas de forma indevida.

Assinale os exemplos que tem quântica? 



Figura 1 - Atividade realizada com os clubistas de exemplos de fenômenos quânticos e não quânticos.

A partir da análise das respostas apresentadas, verifica-se que os estudantes apresentam concepções relevantes relacionadas aos fenômenos físicos. Porém, como houve um número significativo de apontamentos para situações em que não se observam conceitos de FQ, foi explanado aos clubistas que em muitos casos alguns produtos e serviços usam da

credibilidade conquistada pela pesquisa em FQ com o intuito de aumentar sua lucratividade.

Em função das possíveis dificuldades em identificar fenômenos de natureza quântica, é necessário buscar alternativas diferenciadas que favoreçam a compreensão de determinados conceitos em ciência. Neste sentido, os Clubes podem ser entendidos como locais propícios à aprendizagem, capazes de contribuir para o ensino de diversas temáticas atuais e de interesse dos estudantes (LONGHI, SCHROENDER, 2012).

Após a apresentação teórica, os clubistas foram convidados a realizar um experimento que pudesse demonstrar um dos fenômenos explicados a partir da FQ, a experiência da dupla fenda. Para isso, foi solicitado anteriormente aos participantes que providenciassem uma caneta laser e três grafites, que poderiam ser de 0,5 ou 0,7 mm. Para mostrar o comportamento dual da luz, inicialmente foi usado um cartão, que possuía duas fendas, cada uma de aproximadamente 1 mm. Ao incidir o feixe sobre estas fendas, verifica-se que a luz comporta-se como se fosse formada por partículas, reproduzindo o formato das fendas no anteparo.

Em seguida, os clubistas deveriam usar a caneta laser e os grafites para repetir a mesma situação da dupla fenda, porém com as aberturas simuladas pela separação dos três grafites. O resultado obtido é representado na Figura 2, onde pode ser percebido o padrão de interferência produzido pela passagem da luz do laser pelas fendas.



Figura 2- Experimento da dupla fenda realizado com os clubistas,

Neste momento, foi explicado aos clubistas que a interferência é um fenômeno que ocorre com todos os tipos de onda e que, na ocasião do experimento reproduzido com laser, a luz apresenta comportamento ondulatório. Assim, foi possível verificar um aspecto prático que pode ser aplicado ao ensino da Quântica, com observação de um dos fenômenos explicados a partir de seus conceitos. De acordo com Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais contribuem de forma efetiva para o processo de ensino e aprendizagem de Física. Assim, mesmo que existam fenômenos complexos relacionados à FQ que não podem ser reproduzidos fora de ambientes controlados, a experimentação ainda assume papel importante para a construção de conceitos físicos relacionados a essa área de estudo.

Finalizando a proposta da atividade, os participantes foram convidados a participar novamente através do *Mentimeter* com o objetivo de verificar as contribuições relacionadas ao desenvolvimento da atividade.

Cite palavras relacionadas a atividade de hoje 



Figura 3 - Nuvem de palavras originadas pela plataforma interativa *Mentimeter*.

Pela nuvem de palavras originadas pela plataforma interativa, pode-se notar a citação de físicos importantes para o desenvolvimento da FQ, como “Planck” e “Schrodinger”, além da origem e significado da palavra “Quântica” (Figura 3). Também figuram na nuvem os objetos de estudo da área, representados pelos “átomos”, “prótons elétrons e nêutros” (sic) e “luz”. Há referência ao experimento mental proposto por Schroedinger como forma de mostrar como era absurda a ideia de superposição de estados presente em FQ (“gato”, “gato morto e vivo”, “superposição”). Destacam-se temas relacionados aos avanços dessa área de estudo como “futura da tecnologia” e discussões a respeito das possibilidades que essa teoria pode originar como “teletransporte”, “multiverso” e “cordas”. Por fim, algumas das palavras mostram a opinião positiva dos participantes em relação à temática abordada (“sensacional”, “interessante”).

De maneira geral, concordamos com Scmitz e Tomio (2019) que a identidade educadora de um Clube de Ciências, contribui efetivamente para uma reflexão crítica sobre possibilidades diferenciadas de aprendizagem para alunos e professores. Além disso, pode-se inferir que os Clubes contribuem de forma eficiente para melhorar o ensino de Ciências nas escolas básicas (SILVA, BRINATTI, SILVA, 2009).

Reafirma-se que o ensino de Física Quântica é extremamente relevante dentro do ambiente escolar (PINTO, ZANETIC, 1999). Desta forma, torna-se necessário pensar em estratégias diferenciadas que favoreçam a compreensão efetiva desta temática.

CONCLUSÃO

O ensino da FQ é uma realidade em nossa sociedade, tornando-se substancial pensar em estratégias didáticas diferenciadas que sejam capazes de contribuir de forma efetiva para a aprendizagem deste conteúdo. A aprendizagem de conceitos de Física Moderna, incluindo a compreensão de fenômenos estudados pela FQ, contribui para a

formação integral do sujeito, além de fornecer condições para que a ciência seja entendida enquanto construção humana desenvolvida ao longo da história, com fortes influências culturais, sociais, éticas e ambientais, cujas descobertas e teorias encontram-se enlaçadas ao avanço tecnológico da sociedade.

No entanto, mesmo que os documentos norteadores indiquem a necessidade do estudo desta área da Física e que existam uma série de pesquisas educacionais que demonstram a importância do entendimento de seus conceitos para a formação do cidadão, verifica-se que ainda existem problemáticas relacionadas ao seu ensino na Educação Básica, que vão desde a resistência apresentada por alunos e professores por sua abordagem ocorrer de forma menos recorrente em processos seletivos para ingresso no ensino superior até as dificuldades em compreender suas definições e formalidades tidas como complexas.

A Física Quântica é uma área de estudo extensa e com muitas aplicações que despertou o interesse por parte dos clubistas, que manifestaram a curiosidade em saber mais a respeito de seus fenômenos. A exploração de Física Moderna em espaços como os CC pode ser uma alternativa para tratamento do tema, complementando os estudos realizados no contexto escolar.

A partir da atividade aplicada, verificou-se que boa parte dos clubistas compreendiam qual era o objeto de estudo da FQ, sendo capazes, inclusive, de identificar fenômenos nos quais ela está presente. Durante a explicação de alguns conceitos estudados pela área, foram trazidos resultados recentes noticiados pela mídia, mostrando seu caráter dinâmico e em frequente transformação.

Nesse sentido, o Clube de Ciências revela-se enquanto espaço facilitador para discussão das temáticas relacionadas não só à FQ, mas às diversas temáticas de ciência, uma vez que favorece a compreensão de conceitos científicos utilizando diferentes estratégias. Enquanto espaço não formal de ensino articulado com o ensino formal, o CC cria situações de aprendizagem a partir dos interesses de seus integrantes, reforçando seu caráter interativo e relacionado com questões importantes do mundo vivencial dos seus integrantes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi desenvolvido em parceria com o CNPq (Edital 03/2020 PIBIC CNPq/UEMG). Além disso, a equipe agradece o apoio e a participação dos professores das escolas e dos alunos Clubistas e dos estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas que participam do Clube.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Mauro Sérgio de Texeira; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Pesquisa em Ensino de Física*, v. 25, n.2, 2003. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKGDsXw5Dy4R/?lang=pt>
- BENEDETTI FILHO, E.; GOMES, L. A.; MAIA, J. M. S.; MARTINS, G. M. R.; BARRETO, C. F. da S. Clube de Ciências: A importância da extensão universitária na formação docente de graduandos de licenciatura em química. *Cidadania em Ação: Revista de Extensão e Cultura, [S. l.]*, v. 4, n. 1, p. 61-75, 2021. DOI: 10.5965/259464124162. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/cidadaniaemacao/article/view/17527>. Acesso em: 10 jun. 2021
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Apresentação. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2021.
- LONGHI, Adriana; SCHROEDER, Edson. Clubes de ciências: o que pensam os professores coordenadores sobre ciência, natureza da ciência e iniciação científica numa rede municipal de ensino. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* v. 11, n. 3, 2012. Disponível: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_3_4_ex650.pdf
- SILVA NETTO, J. da, CAVALCANTI, C. J. de H.; OSTERMANN, F. Dificuldades e Estratégias para Compreensão do Conceito de Emaranhamento Quântico: Um Estudo na Formação Inicial de Professores de Física. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 2019, 19, 1–36. Disponível em: < Acesso em 22 jun. 2021.
- SCHOLZ, S.; WESSNIGK, S.; WEBER, K. A classical to quantum transition via key experiments. *European Journal of Physics*, n. 41, 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6404/ab8e52/pdf>> Acesso em: 22 jun. 2021.
- NUNES, Johnathon Coelho, MACEDO, Ericleiton Rodrigues. Introdução a física quântica no ensino médio: um relato de experiência. *Brazilian Journal of Development*.v. 5, n. 7, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/2347/2363>
- PINTO, A. Custódio; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? *Caderno Brasileira de Ensino de Física*. v. 16, n. 1, 1999.

Disponível:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6873/>

SILVA, Jeremias Borges; BRINATT, André Maurício; SILVA, Silvio Luiz Rutz da. Clubes de Ciências: uma alternativa para melhoria do ensino de Ciências e alfabetização científica nas escolas. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, in: Anais do XVIII SNEF, 2009.

SCHMITZ, Vanderlei; TOMIO, Daniela. O Clube de Ciências como prática educativa na escola: uma revisão sistemática acerca da sua identidade educadora. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 3. 2019. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/6a41/d65bc7062c31c84dafcebc2c798a2f4ba2b2.pdf>>.

SOUZA, R. S. et al. Contributos ao ensino de mecânica quântica a partir da análise da complexidade de questões presentes no ENADE à luz da Taxonomia de Bloom revisada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/5p7y3tMq8TBrK89LvrKkCHt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jun. 2021.