



AS PESQUISAS SOBRE A PCK E A MECÂNICA QUÂNTICA NO ENSINO DE QUÍMICA: UM PANORAMA ATUAL NA CONTEMPORANEIDADE

GT 7: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Trabalho completo

Léo da Silva FLORIANO¹ (Programa de Pós-graduação em Educação/UFMT)

leo.floriano6g@gmail.com

Marcel Thiago Damasceno RIBEIRO² (Docente da UFMT/Cuiabá/Mato Grosso)

marcel.ribeiro@ufmt.br

Resumo

Este estudo investiga um estado da arte sobre o ensino de Química e os conceitos em Mecânica Quântica, analisando teses e dissertações da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) dos últimos 10 anos, voltados ao ensino de Química. Dispondo-se da abordagem qualitativa e da Análise Textual Discursiva (ATD), a pesquisa explora as tendências na mobilização de conceitos quânticos por professores de Química, destacando a necessidade da formação continuada. Os resultados indicam além da escassez de trabalhos sobre as temáticas, ampliam a discussão quanto a necessidade de ampliar as investigações nesses conceitos ditos mais complexos.

Palavras-chave: PCK. Ensino de Química. Mecânica Quântica.

1 Introdução

No que se refere à responsabilidade dos profissionais que assumem o papel de “professor”, inúmeros são os desafios enfrentados por esses educadores, especialmente na área da formação de professores. Nesse aspecto, Shulman (2004) e Darling-Hammond e Bransford (2019) destacam a vital relevância da construção, reconstrução e sistematização dos conhecimentos dos professores, os quais estão interligados e coexistem em equilíbrio.

Ainda assim, para um grande público, persiste a visão (do senso comum) de que, para ser professor, o indivíduo depende apenas do domínio de um conteúdo específico, como se o ensino fosse algo natural ou um “dom”. Entretanto, a literatura especializada e a academia discordam dessa ideia, enfatizando que os professores precisam dispor e mobilizar conhecimentos, habilidades e raciocínios pedagógicos essenciais, além dos conhecimentos disciplinares sobre um determinado objeto de conhecimento, para desempenhar seu papel (Schön, 1992; Fernandez, 2015).

Outrossim, Fernandez (2015) aponta que, ainda em se tratando da sistematização dos saberes docentes, a discussão vem sendo amplamente debatida, tendo iniciado na década de 1980, com a introdução do conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), proposto por Shulman (1986). O PCK, por conseguinte, reflete os conhecimentos que os

professores desenvolvem e mobilizam para ensinar, combinando os conhecimentos da matéria com as formas mais eficazes de construir um aprendizado. Para tanto, compete aos professores refletir continuamente sobre suas práticas pedagógicas, integrando aqueles conhecimentos relacionados ao conteúdo, bem como aqueles que fazem alusão ao ensino, com o intuito de transformar o conhecimento em oportunidades de aprendizagem (Ribeiro, 2016; Floriano, 2021).

Assim, ser professor vai muito além de conhecer o conteúdo específico, desmistificando a fala do senso comum: é preciso dominar práticas pedagógicas que superem a tradicional fragmentação dos conhecimentos docentes, conforme sugerido por Pimenta (2012) e Ribeiro (2016).

Aplicando tais construtos no campo da mecânica quântica, o ensino dessa subárea da Química enfrenta desafios adicionais. Os professores devem abordar tópicos mais complexos e distantes da realidade cotidiana dos estudantes, como as interações entre energia e matéria, utilizando estratégias pedagógicas que facilitem a compreensão (Brown *et al.*, 2005; Griffiths, 2011).

Logo, este estudo realiza um estado da arte no banco digital de teses e dissertações (BDTD), partindo da problemática de pesquisa: como as pesquisas nas últimas décadas têm abordado a mobilização dos saberes pedagógicos de conteúdo (PCK) no ensino de conceitos quânticos em Química?

Partimos do objetivo de analisar as principais tendências e desafios na formação de professores de Química ao ensinar mecânica quântica. Este tema, por conseguinte, é geralmente associado à Física, mas pouco explorado na Química nos contextos educacionais.

Justifica-se o estudo a partir da relevância dos conceitos quânticos na formação inicial do professor de Química e da necessidade de desmistificá-los, já que o termo “quântico” é muitas vezes distorcido diariamente em discursos pseudocientíficos, como em “terapias quânticas” ou “coach quântico”. Assim, a pesquisa busca contribuir para uma reflexão crítica sobre a formação de professores e o ensino de Química quântica.

2 Fundamentação Teórica

Compreendemos, inicialmente, que as inovações da mecânica quântica e da teoria da relatividade transformaram a compreensão do mundo físico e químico, levando a revoluções científicas e ao avanço dos conhecimentos e das tecnologias nas ciências naturais, algo sem

precedentes no século XX. Assim, a teoria quântica fornece um modelo robusto para explorar o mundo microscópico dos átomos e suas partículas subatômicas (Rocha, 2015).

Desde os primeiros anos do século XX, quando Max Planck explicou o espectro de radiação do corpo negro, os estudos em química quântica têm sido responsáveis por significativos avanços tecnológicos, desde transistores e microchips até lasers, reatores nucleares e engenharia genética, além de oferecer compreensões mais profundas sobre fenômenos e transformações que podem ser analisados em sistemas mais amplos, servindo como base para aplicações tecnológicas impactantes em diversas áreas (Chassot, 2016; Garcia, Giordan, Dias, 2011).

Adentrando na história da mecânica quântica, visualiza-se no livro “O que é vida”, publicado em 1944 por Erwin Schrödinger, os primeiros princípios em mecânica quântica, apresentando-a como um aspecto teórico essencial para explicar fenômenos químicos e físicos de átomos, moléculas e partículas subatômicas na natureza (Rocha, 2015).

Entretanto, embora o mundo contemporâneo esteja em constante evolução, é importante ressaltar que não é necessário dominar esses conteúdos para interagirmos efetivamente com os dispositivos que envolvem transformações microscópicas ou com os formalismos de Maxwell relacionados às leis da mecânica quântica. Os conhecimentos químicos estão presentes nas diversas tecnologias contemporâneas; entretanto, professores e pesquisadores da área de ensino relatam uma desconexão entre esses conhecimentos e as experiências cotidianas dos alunos, seja em nível superior ou na educação básica (Lopes, 2007; Chassot, 2016; Floriano, 2021).

Além disso, como citado anteriormente, apesar dos avanços nas pesquisas que relacionam ensino e mecânica quântica, um número limitado de propostas didáticas que possibilitem aos estudantes uma discussão aprofundada sobre o tema é vislumbrado na literatura, especialmente na disciplina de Química. A maioria dos escritos disponíveis refere-se predominantemente à área de Física e seu ensino.

Nesse aspecto, em ambas as ciências, observa-se uma escassa conexão entre os conhecimentos científicos e os contextos históricos do século XX. Souza *et al.* (2021) argumentam que tais lacunas constituem obstáculos para a compreensão histórico-conceitual, uma vez que muitos conceitos fundamentais vão além da simples memorização de fórmulas e cálculos matemáticos.

Além disso, ao adentrarmos na educação básica, quando ensinamos sobre fenômenos atômicos, números quânticos, distribuição eletrônica e propriedades microscópicas dos materiais, muitos conceitos da mecânica quântica tornam-se necessários, exigindo dos

professores um domínio que ultrapassa os conhecimentos químicos e se aproxima dos estudos de Shulman e de outros autores que discutem a formação de professores.

Assim, ao integrar os conceitos de mecânica quântica à educação em ciências, visa-se capacitar os aprendizes a se tornarem cidadãos cientificamente críticos na sociedade e profissionais docentes. De tal modo, essa alfabetização científica reflete um dos muitos papéis do professor de Ciências, que deve preparar os estudantes não apenas para manusear dispositivos tecnológicos, mas também para discutir processos químicos importantes e se adaptar às mudanças sociais relacionadas às transformações energéticas (Chassot, 2014, 2016).

É fundamental desmistificar a mecânica quântica para nossos estudantes, uma vez que, ao longo dos anos, essa área da ciência foi mal interpretada e associada a conceitos pseudocientíficos, como as promessas de “coaches quânticos” ou a conexão entre teorias quânticas e práticas esotéricas, como chákras e outras formas de espiritualidade (Souza *et al.*, 2021).

Logo, ao separarmos a mecânica quântica das narrativas que distorcem seus verdadeiros significados, podemos capacitar nossos aprendizes a apreciar suas ciências e suas revoluções tecnológicas, promovendo compreensões críticas que abarquem a alfabetização científica propriamente dita (Chassot, 2014; Souza *et al.*, 2021).

Por conseguinte, em se tratando do ensino da mecânica quântica na graduação e na formação inicial dos professores, a literatura demonstra as diversas críticas desses sujeitos, muitos dos quais relatam uma experiência insatisfatória e desmotivadora durante o curso. Estes estudantes, por exemplo, consideram que o conteúdo é apresentado de maneira distante da realidade, priorizando apenas os cálculos matemáticos em detrimento das abordagens teóricas e científicas (Souza *et al.*, 2021).

Além disso, a complexidade dos conceitos quânticos muitas vezes leva os futuros professores a sentirem que não aprenderam nada substancial, resultando na percepção de que a disciplina poderia ser tratada como optativa, em vez de obrigatória (Souza *et al.*, 2021).

Outro fator que contribui para essa insatisfação é que os professores que lecionam disciplinas de mecânica quântica frequentemente não possuem formação em licenciatura, sendo sua qualificação baseada apenas no título de doutor. Isso ocorre porque, no ensino superior, a exigência para a docência é simplesmente ter um doutorado, sem a necessidade de uma formação pedagógica inicial, conforme apontado por Mizukami (2019).

Assim, tais dificuldades no ensino da mecânica quântica não apenas prejudicam a formação inicial de professores, mas também criam obstáculos epistemológicos para os licenciandos que se tornam futuros educadores.

Os professores, portanto, que muitas vezes se sentem inseguros em relação aos conceitos quânticos, tendem a ensinar apenas as informações que já foram construídas, sem promover uma reflexão crítica ou um entendimento profundo (Souza *et al.*, 2021). Esse modelo de ensino, que se limita à memorização de fórmulas, equações e representações simbólicas, não contribui para a formação de educadores capacitados e críticos, perpetuando um ciclo de desinteresse e dificuldade em abordar a mecânica quântica nas aulas.

Portanto, a falta de uma formação contínua e direcionada a esses conteúdos, aliada à experiência negativa durante a graduação, pode afastar professores e alunos do estudo aprofundado da mecânica quântica e de suas implicações na educação em ciências. Esse fato é a justificativa para a construção deste estudo, fundamentando-se epistemologicamente nos paradigmas e transformações que a sociedade vivenciou desde o surgimento da mecânica quântica no século XX.

Assim, as incertezas – ou indisciplinas, como descrito por Chassot (2016) – no ensino dessas teorias evocam os saberes que os professores mobilizam, por meio de modelos, teorias e axiomas, em busca de uma compreensão mais profunda da formação docente e da natureza exploratória da área.

3 Metodologia

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, pois, conforme Cresswell (2014), na qual busca-se compreender a complexidade na contemporaneidade, permitindo aos pesquisadores aprofundarem-se em como os indivíduos constroem significados em contextos específicos. Nesse sentido, a escolha por essa abordagem é adequada para a investigação de fenômenos sociais e educacionais, pois enfatiza a interpretação e promove uma compreensão mais rica e contextualizada dos dados obtidos.

Dessa forma, opta-se por uma pesquisa bibliográfica (Ferreira, 2002) do tipo Estado da Arte, realizada com base em teses e dissertações defendidas entre 2001 e 2024, abordando o PCK e a Mecânica Quântica.

De tal modo, nosso intuito é traçar as direções, os apontamentos e as contribuições que têm sido apresentadas nas teses e dissertações do Banco Digital da CAPES nos últimos dez anos, seja na organização ou nas análises das definições dos campos, áreas ou temáticas discutidas. Além disso, essas pesquisas indicam possíveis contribuições para as transformações sociais (Nobrega-Therrien, Therrien, 2004; Romanowski, Ens, 2006).

Assim, dispondo-se dos buscadores: 1) PCK e 2) Mecânica Quântica, associadamente, aprofunda-se a investigação nas teses e dissertações que abordem as temáticas, construindo os textos de campo e transformando-os, em textos de pesquisa, por intermédio da Análise Textual Discursiva.

Em relação à Análise Textual Discursiva (ATD), Moraes e Galiuzzi (2011) enfatizam que seus objetivos se pautam nas compreensões dos conhecimentos e as reconstruções dos fenômenos, em relação ao que está sendo investigado, almejando produzir novas compreensões por meio de um movimento interpretativo de caráter hermenêutico, o que permite novas leituras das narrativas examinadas.

4 Resultados e Discussões

A partir desse contexto analisado, inicia-se a busca pelas dissertações e teses intermediada pela BDTD. No Quadro 1 (adaptado de Silva, Bedin, Meroni-Todelo, 2023), encontram-se as especificações pertinentes ao estudo realizado, nas quais demonstramos as relações entre os descritores e os trabalhos encontrados, assim como o quantitativo de trabalhos analisados e não analisados.

Quadro 1: Descrição da Pesquisa na Plataforma.

Descritores	Quantidade de Trabalhos
PCK, Mecânica Quântica	zero

Fonte: Elaboração do autor (2024).

A partir do Quadro 1, observa-se que não foi possível encontrar um trabalho que abordasse a relação entre a mecânica quântica e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) nos escritos publicados entre 2001 e 2024. Essa lacuna evidencia a necessidade de uma investigação mais aprofundada nessa interseção, uma vez que a mecânica quântica representa uma área fundamental na educação em ciências, mas frequentemente negligenciada no que tange à formação docente e à aplicação de conceitos pedagógicos adequados (Chassot, 2016; Mizukami, 2019).

Dessa forma, retira-se o buscador PCK e realiza-se uma nova busca, separando os trabalhos relacionados ao componente Física, à Química e os trabalhos que abordam conceitos das duas disciplinas. O quadro a seguir mostra os dados obtidos nessa busca.

Quadro 2: Descrição da Pesquisa na Plataforma.

Realização



Descritores	Quantidade de Trabalhos	Componente Física	Componente Química	Interdisciplinar
Mecânica Quântica, Ensino	108	94	2	12

Fonte: Elaboração do autor (2024).

Focaliza-se, portanto, nos dois trabalhos que abordam a Química e o ensino da Mecânica Quântica. Eles estão dispostos no quadro a seguir, Quadro 3.

Quadro 3: Análise das teses e dissertações da BDTD da CAPES.

Nº	Trabalho e Ano	Autor e Orientador	Universidade
1	Título: “A estrutura eletrônica do átomo: um estudo sobre o conhecimento de química quântica no ensino superior” Ano: 2022 Dissertação de Mestrado (Acadêmico)	Autor: Silas Goulart da Cunha Orientador: Prof. Dra. Lívia Streit	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
2	Título: “Modelo atômico quântico: uma alternativa para introdução no ensino médio” Ano: 2013 Dissertação de Mestrado (Profissional)	Autor: Jairo Luiz Medeiros Aquino Junior Orientador: Prof. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Paes de Barros	Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Fonte: Elaboração do autor (2024).

Ao realizar a busca por trabalhos que abordassem a relação entre o ensino de Química e a Mecânica Quântica, foi possível identificar apenas dois estudos ao longo dos últimos 23 anos. Ambos são dissertações de mestrado: uma de caráter acadêmico e outra de natureza profissional, originadas em universidades localizadas nas regiões Sul (trabalho 1) e Centro-Oeste (trabalho 2) do Brasil. Embora a região Sudeste concentre a maior parte dos trabalhos na área de ensino de Química, conforme apontado por Alves e Mello (2019), não encontramos produções dessa temática provenientes dessa região.

Além disso, um dos estudos (trabalho 1) foca no ensino superior, enquanto o outro se dedica à educação básica (trabalho 2), destacando as possibilidades de abordar os conceitos em ambos os níveis. O segundo trabalho apresenta um produto educacional que pode ser utilizado por outros professores de Química. Nossa busca também revelou a carência de investigações mais profundas sobre o ensino de Mecânica Quântica voltadas à Química.

Quanto ao trabalho 1, “A estrutura eletrônica do átomo: um estudo sobre o conhecimento de química quântica no ensino superior”, o autor investigou as concepções e os obstáculos de aprendizagem enfrentados por estudantes de cursos de Química ao longo de uma disciplina de Química Quântica. Cunha (2022) utilizou questionários e intervenções metodológicas, como aulas extras aplicando metodologias ativas. No entanto, seus resultados demonstraram que a aprendizagem dos alunos permaneceu predominantemente mecânica, com os estudantes apresentando melhor desempenho em questões representacionais do que em questões conceituais.

Nesse intuito, o trabalho de Cunha (2022) se aproxima das discussões que Lopes (2007) e Chassot (2016) trazem, em relação aos obstáculos epistemológicos e à dificuldade de diferenciar entre conceitos quânticos e modernos, respectivamente, como o entendimento da função de onda ou a compreensão da dualidade partícula-onda e do princípio da incerteza de Heisenberg.

O segundo trabalho, intitulado “Modelo atômico quântico: uma alternativa para introdução no ensino médio”, investigou a viabilidade da introdução dos conceitos quânticos com o suporte de um produto educacional inovador, utilizando, para tanto, ferramentas de tecnologia da informação e comunicação (TICs).

Aquino Junior (2013) baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e desenvolveu um vídeo educativo para auxiliar os professores de Química no ensino de conceitos quânticos, como os números quânticos e o modelo dual. A pesquisa, realizada por meio de uma revisão sistemática e aplicação de testes pré e pós-intervenção, sugeriu que o uso de novas tecnologias de aprendizagem pode ter facilitado a compreensão dos estudantes sobre os conceitos fundamentais da Mecânica Quântica. Os resultados indicaram as possibilidades de aplicação e aprofundamento dos conceitos quânticos no ensino médio, diferentemente das abordagens tradicionais, que muitas vezes resultam em uma aprendizagem mecânica.

Ao compararmos os trabalhos analisados, alguns pontos de convergência são apresentados. Ambos os estudos compartilham a preocupação com a dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos da Mecânica Quântica e buscam soluções pedagógicas para melhorar essa compreensão. Embora o primeiro estudo se concentre no ensino superior e observe obstáculos no aprendizado dos conceitos quânticos, o segundo estudo foca no ensino médio, utilizando TICs para facilitar a aprendizagem significativa. Além disso, seria extremamente relevante que novos estudos fossem conduzidos no campo da Química, especialmente considerando que os conceitos da Mecânica Quântica também fazem parte do ensino dessa disciplina, e não apenas da Física.

Nesse sentido, compreendemos que os Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdos (PCK) emergem como um aporte teórico que poderia contribuir para a construção de práticas mais coesas e coerentes no ensino de Mecânica Quântica, em ambos os níveis de educação (básica e superior). O PCK, portanto, permitiria uma reformulação tanto dos saberes dos professores em formação quanto daqueles já atuantes (Shulman, 1986; 1987; Tardif, 2014), oferecendo-lhes ferramentas para transformar os conceitos complexos da Química Quântica em conhecimentos acessíveis e didáticos, promovendo, assim, uma aprendizagem mais significativa e contextualizada para os estudantes.

5 Considerações Provisórias¹

A análise das teses e dissertações disponíveis no Banco Digital de Teses e Dissertações dos últimos vinte e três anos revela um cenário escasso, mas em transformação, no que diz respeito ao ensino de conceitos quânticos em Química nos níveis superior e básico da educação brasileira. Embora os estudos revisados indiquem a possibilidade de integração entre os conceitos de Física e Química, não encontramos trabalhos que abordem diretamente a aplicação do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) no ensino desses conceitos, destacando uma lacuna significativa na área.

Referências

AQUINO JUNIOR, J.L.M. **Modelo atômico quântico**: uma alternativa para introdução no ensino médio. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, 2013.

ALVES, A.C.T.; MELLO, I.C. Mapeamento dos grupos de pesquisa em ensino de química por regiões brasileiras: a supremacia do Sudeste. In: **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, p. 339-355, 2019.

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química**: a Ciência central. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005. CHALMERS, A. F. O que é ciência? 1997.

CRESWELL, J. W. **Research design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

¹ A alcunha por “considerações provisórias” parte do pensamento de Heráclito, onde “tudo está em fluxo”, e, dessa forma, as conclusões alcançadas neste estudo são provisórias e não pretendem esgotar o tema. A complexidade inerente ao PCK no ensino dos conceitos quânticos Físico-Química exige um olhar contínuo e atento, levando em consideração as transformações políticas, sociais e educacionais que impactam diretamente a prática docente, de acordo com as contribuições de Chalmers (1997) e Morin (2006, 2011).

CUNHA, S. G. **A estrutura eletrônica do átomo**: um estudo sobre o conhecimento de química quântica no ensino superior. 2022. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. **Preparing teachers for a changing world: what teachers should learn and be able to do**. San Francisco: Jossey-Bass, 2005.

FERNANDEZ, C. A. **Ensino de ciências**: desafios e possibilidades. 2015.

FERREIRA, M. A. **Metodologia da pesquisa**. 2002.

FLORIANO, L. S. **Conhecimento Especializado de Professores de Química (CTSK)**: Um Estudo de Caso do Ensino de Termoquímica nas Práticas de Dois Professores de Cuiabá – MT. 2021. 116 p. Dissertação de Mestrado em Ensino – Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Cuiabá, 2021.

GARCIA, A. M.; GIORDAN, A. F.; DIAS, M. A. **Ensino de ciências**: uma abordagem construtivista. 2011.

GRIFFITHS, D. J. **Mecânica Quântica**, Tradução Lara Freitas, 2a . Ed. Pearson/ Prentice Hall, 2011.

LOPES, A. C. **Obstáculos epistemológicos no ensino de química**. 2007.

MIZUKAMI, M. G. N. **Formação de professores**: desafios contemporâneos. 2019.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**: um novo olhar sobre a pesquisa qualitativa. 2011.

NOBREGA-TERRIEN, A.; TERRIEN, M. A. **A pesquisa em educação**: desafios e perspectivas. 2004.

RIBEIRO, M.T.D.; **Saberes Científicos e Pedagógicos de Conteúdo Expressos por Professores Egressos do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da UFMT**. Tese de Doutorado. Cuiabá. 2016.

ROMANOWSKI, P. J.; ENS, M. A. **A formação de professores**: desafios e perspectivas. 2006.

ROCHA, C. R. **Inserindo conceitos e princípios de mecânica quântica no ensino médio**: estados quânticos e superposição linear de estados. Tese de doutoramento. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Ensino de



Física. 2015. RIBEIRO, M. T. A formação de professores de ciências: desafios e possibilidades. 2016.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner**: how professionals think in action. New York: Basic Books, 1992.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. In: **Educational researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. In: **Harvard educational review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, L. S. Teaching as community property: putting an end to pedagogical solitude. In: **Change: The Magazine of Higher Learning**, v. 36, n. 5, p. 6-8, 2004.

SILVA, A. C.; BEDIN, L. H.; MERONI-TODELO, A. **A pesquisa em educação**: um estado da arte. 2023.

SOUZA, R.S.; GRECA, I. M.; SILVA, I.L.; TEIXEIRA, E. S. Ensino de Mecânica Quântica na licenciatura em Física por meio da História e Filosofia da Ciência. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 914-944, 2021. DOI: 10.5007/2175-7941.2021.e74157. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/74157>. Acesso em: 5 mar. 2024.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 12ª Ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.