

doi 10.46943/X.CONEDU.2024.GT16.041

CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Maria de Fátima Vilhena da Silva¹
Cristiane Pereira de Oliveira²
Francisco Hermes Santos da Silva³

RESUMO

O artigo tem o objetivo de evidenciar contribuições de aprendizagem significativa no ensino de química fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) a partir de revisão sistemática de literatura. A revisão situou-se em trabalhos publicados em três *loci*: na Revista REAMEC (Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática), em teses do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGCEM) da REAMEC e no Google Acadêmico, dentro do intervalo entre 2013 e 2023. Os descritores utilizados foram “aprendizagem significativa”, “aprendizagem e química”, “química”, “Ensino Médio”, “ensino de química e aprendizagem significativa”, “mapas conceituais”, “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS”, no título, no resumo do trabalho ou nas palavras-chave. Foram critérios de inclusão os seguintes: foco na Teoria da Aprendizagem Significativa e estratégias no ensino de química no ensino médio publicados em artigos científicos, dissertações e teses escritos em português. Os critérios de exclusão foram: trabalhos fora do período predeterminado, atividades que não fossem com estudantes

- 1 Doutora em Tecnologia de Alimentos (foco em Química), docente do Curso de Pós-Graduação em Rede Amazônica em Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) do Instituto de Educação Matemática e Científica – UFPA; fvilhena23@gmail.com.
- 2 Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Rede em Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), Polo UEA, Professora do Instituto Federal de Roraima – Campus Boa Vista; cristiane.oliveira@ifrr.edu.br.
- 3 Doutor em Educação Matemática, docente do Curso de Pós-Graduação em Rede Amazônica em Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) do Instituto de Educação Matemática e Científica – UFPA; fhermes@ufpa.br.



do ensino médio, trabalhos de revisão bibliográfica e coletâneas, trabalhos feitos em disciplinas diferentes de química, capítulos de livros, resumos simples ou expandido, livros (impressos ou digitais) e trabalhos de conclusão de curso. Os resultados indicaram que, dos artigos pesquisados na Revista REAMEC e teses do Programa REAMEC, apenas três atenderam aos critérios pré-estabelecidos, com destaque para o uso de mapas conceituais e a implementação de UEPS, especialmente em tópicos de química orgânica e reações de oxirredução. No *site* do Google Acadêmico foram selecionados 15 trabalhos. As abordagens dos conteúdos de química propostos nas pesquisas evidenciam que os métodos pedagógicos baseados em alguns fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa contribuem efetivamente para a aprendizagem, participação e autonomia dos estudantes e para a compreensão ampla e duradoura dos conteúdos, além de aplicável aos princípios químicos.

Palavras-chave: Estratégias em química, Mapas conceituais, Autonomia, UEPS.

INTRODUÇÃO

O ensino de química muitas vezes é meramente expositivo, descontextualizado, sem promover o envolvimento dos estudantes nas aulas. Em geral, trata-se de um processo de ensino passivo em que os discentes aprendem somente para cumprir a disciplina, sem aprendizagem duradoura ou significativa. São aulas onde o centro é o professor e os alunos, meros ouvintes que copiam ou reproduzem o que lhes é ensinado.

Um das justificativas da dificuldade para romper este ciclo está na seleção de estratégias adotadas pelos docentes, explicadas durante a formação dos estudantes desde o ensino médio até o ensino superior, não sendo capazes de criar situações didáticas eficazes e promover interesse dos estudantes (Puhl *et al.*, 2020). No dia a dia da sala de aula, é preciso propiciar momentos de reflexão e construção do conhecimento a fim de possibilitar a aprendizagem significativa aos estudantes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, conforme indicam Vieira *et al.* (2018).

As Bases Curriculares Nacionais – BNCC (Brasil, 2018), no bloco “Ciências da Natureza e suas tecnologias”, recomendam que no ensino médio devem-se diversificar as estratégias, promover situações-problemas que possam atingir maior nível de abstração, explicar, analisar e prever efeitos das interações e relações entre matéria e energia. E elas citam vários exemplos em diferentes áreas do conhecimento nesse bloco.

Acompanhando esse raciocínio, a Teoria da Aprendizagem Significativa, enquanto base para atender as demandas apontadas pela BNCC, indica que, para tratar de um novo conteúdo, é imprescindível levar em conta o dia a dia e as informações já conhecidas pelos estudantes, pois “a essência do processo de aprendizagem significativa [...] consiste no fato de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe (a estrutura cognitiva deste numa determinada área de matérias)” (Ausubel, 2003, p. 71). Sendo assim, é importante conhecer o que o aluno já sabe e selecionar estratégias ou métodos adequados para facilitar a aprendizagem quanto ao tema ou conteúdo.

A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) é aquela onde é necessário um conhecimento prévio (chamado subsunçor ou ideia-âncora) relevante na estrutura cognitiva (“cabeça”) do sujeito que aprende, sendo esta não-litera e não-arbitrária. Para isso, os novos conhecimentos adquiridos devem apresen-

tar um significado, sendo inter-relacionados e hierarquicamente organizados (Moreira, 2012).

De acordo com Ausubel (2003), para que a aprendizagem significativa aconteça são necessárias duas condições: material potencialmente significativo, além do aprendiz ter predisposição para aprender. O material potencialmente significativo é chamado por Moreira (2012, p. 11) de organizador prévio, ou “recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem”. Moreira (2012, p. 11) exemplifica: “pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação”, uma aula etc.

No processo da aprendizagem de química, esses organizadores podem ser facilitadores para se estudar os componentes, as transformações e a energia que envolve a matéria, além de outras ciências. Nesse sentido, servirão para auxiliar os discentes na jornada de aprender e de pensar reflexiva e criticamente na interpretação dos fenômenos cotidianos. Sendo assim, Sant’Anna e Menegolla (2011) reverberam as estratégias didáticas como um plano de ação, com visão conjunta e estruturada de ações e recursos voltados para o processo de ensino, visando à aprendizagem.

Dentre as estratégias adotadas no ensino de química, temos como exemplos Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) (Parmigiani; Oliveira, 2021), materiais recreativos como tabelas lúdicas (Souza; Souza; Barboa, 2018; Paiva; Fonseca; Colares, 2022), aplicativos (Camargo; Camargo, 2020; Souza; Candeia, 2020; Delamuta *et al.*, 2021), jogos interativos temáticos (Anjos *et al.*, 2020; Paiva; Fonseca; Colares, 2022), uso de analogias (Fonseca; Brito, 2021), *games* e metodologias ativas (Camargo; Camargo, 2020; Caetano; Leão, 2022), experimentação (Klein; Barin, 2017; Silva, 2017), histórias em quadrinhos (Oliveira; Oliveira, 2020), entre outros. No entanto, ainda que seja desejável usar diferentes estratégias, elas, sozinhas, não garantem a aprendizagem significativa.

Mediante as considerações apresentadas nesta introdução, temos o seguinte problema de pesquisa: em que termos os métodos baseados na Teoria da Aprendizagem Significativa disponível na literatura contribuem para a aprendizagem de conteúdos em química? O objetivo é analisar evidências de contribuições de aprendizagem significativa no ensino de química fundamentada na TAS.

METODOLOGIA

De acordo com Galvão e Pereira (2014), as revisões sistemáticas são classificadas como estudos secundários, cuja base de dados provém de estudos primários. Estudos primários referem-se aos artigos científicos que apresentam os resultados de pesquisas originais e diretas.

Costa e Zoltowski (2014) elencam oito etapas para esse processo, as quais possuem relações umas com as outras: 1. delimitação da questão a ser pesquisada; 2. escolha das fontes de dados; 3. eleição das palavras-chave para a busca; 4. busca e armazenamento dos resultados; 5. seleção de artigos pelo resumo, de acordo com critérios de inclusão e exclusão; 6. extração dos dados dos artigos selecionados; 7. avaliação dos artigos; 8. síntese e interpretação dos dados.

Este estudo tem como objetivo analisar as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) no ensino de química no Ensino Médio por meio de uma revisão sistemática da literatura.

A revisão sistemática foi conduzida com base em três principais *loci* de pesquisa: a Revista REAMEC (Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática), as teses do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da REAMEC e o Google Acadêmico. O período de análise compreendeu de 2013 a 2023.

Realizou-se uma busca sistemática nas bases de dados dessas fontes, através de descritores como “aprendizagem significativa”, “aprendizagem e química”, “química”, “Ensino Médio”, “ensino de química e aprendizagem significativa”, “mapas conceituais” e “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)” em títulos, resumos e palavras-chaves. Os resultados foram filtrados segundo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Os critérios de inclusão foram definidos para se garantir a relevância e a qualidade das fontes selecionadas:

- **Critérios de Inclusão:**
 - Estudos focados na Teoria da Aprendizagem Significativa.
 - Pesquisas que abordam estratégias de ensino de química no ensino médio.
 - Artigos, dissertações e teses publicados em português.
- **Critérios de Exclusão:**
 - Trabalhos fora do período predeterminado (2013-2023).

- Estudos que não envolvem estudantes do ensino médio.
- Trabalhos de revisão bibliográfica e coletâneas.
- Estudos focados em disciplinas diferentes de química.
- Capítulos de livros, resumos simples ou expandidos, livros (impresos ou digitais) e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC).

Os trabalhos identificados foram lidos e analisados quanto ao foco em TAS, estratégias de ensino de química e metodologias descritas. Os estudos selecionados mostram o uso de mapas conceituais, UPES e outros métodos pedagógicos baseados na teoria e organizados em tabelas, identificando-se padrões e práticas recorrentes relacionados às contribuições da teoria para a aprendizagem de química.

Ao se fazer a busca no banco de teses da REAMEC, conforme os critérios de inclusão e exclusão, foram encontradas apenas duas teses, e, dentre elas, nenhuma apresentava a Teoria da Aprendizagem Significativa e o ensino de química.

Na investigação da Revista REAMEC, dos 39 artigos encontrados na busca das palavras-chave, somente três deles tratam da TAS e do ensino de química; e, a partir da busca no Google Acadêmico, foram selecionados 15 trabalhos relevantes que evidenciam a eficácia de estratégias pedagógicas baseadas na TAS para se promover uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise sistemática realizada para o artigo revelou *insights* relevantes sobre a aplicação e eficácia da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) no ensino de química. A revisão de literatura abrangeu trabalhos publicados na Revista REAMEC, dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) e artigos selecionados no Google Acadêmico, cobrindo o período de 2013 a 2023.

Dos artigos analisados, apenas três publicações da Revista REAMEC atenderam aos critérios estabelecidos, com destaque para a aplicação de mapas conceituais e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), especialmente em tópicos como química orgânica e reações de oxirredução.

No artigo de Silva e Bizerra (2021), “Uso de mapas conceituais para identificação de conhecimentos prévios no ensino de química orgânica”, foi feita uma

pesquisa-ação, com 14 estudantes da 3ª série do ensino médio de uma escola pública estadual de Pau dos Ferros, no Rio Grande do Norte, sobre química orgânica através de uma oficina via Google Meet, referente a mapas conceituais e à discussão de uma questão do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP/ Exame Nacional do Ensino Médio – Enem 2018, adaptada pelas autoras: “conceitue o que é química orgânica, onde você pode encontrá-la no seu cotidiano e qual a relação do petróleo com os hidrocarbonetos. Explique e cite exemplos. [...] elabore um mapa conceitual” (Silva; Bizerra, 2021).

Os mapas elaborados foram categorizados em: 1. Conceitos básicos; 2. Conceitos novos (criatividade); 3. Palavras de ligação (conectivos), 4. Exemplos; 5. Clareza do mapa; 6. Diferenciação progressiva; e 7. Reconciliação integrativa.

Os resultados mostraram seis mapas na categoria 1, com relação conceitual e exemplos, quatro na categoria 2, e quatro mapas contemplaram um dos critérios da categoria 3, onde os alunos demonstraram pouco conhecimento sobre o assunto; eles apresentaram conceitos mecânicos pela presença constante de textos ao invés de conceitos, não atribuindo significados em relação à química orgânica. Sendo assim, não se pode afirmar que há presença de subsunções relevantes na estrutura cognitiva desses alunos (Silva; Bizerra, 2021).

Silva e Bizerra (2021) apresentaram resultados com estratégia eficaz, a utilização dos mapas conceituais, para identificarem lacunas de conhecimentos dos alunos sobre o assunto química orgânica, orientaram a abordagem do ensino de química mais adequada e os alunos tiveram maior retenção de informações e aprendizagem significativa de química. Entretanto, é importante mencionar que o número limitado de alunos (amostra) pode afetar sua generalização para outros contextos e a estratégia utilizada pode não ser facilmente adotada por todos os professores e instituições de ensino devido a sua complexidade e necessidade de formação específica.

A nosso ver, no geral, Silva e Bizerra (2021) apresentam uma abordagem interessante e inovadora para o ensino de química orgânica que pode ser considerada relevante para futuras pesquisas no campo.

Oliveira e Bizerra (2022), no artigo “Identificação de conhecimentos prévios através de mapas conceituais a partir do tema preservação de recursos hídricos e ensino de química”, fizeram uso de mapas conceituais para identificar os conhecimentos prévios relativos aos conteúdos de “substâncias e misturas:

preservação dos recursos hídricos” de 36 alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola estadual localizada em um município do interior da Paraíba.

A análise de Oliveira e Bizerra (2022) revelou que 62,3% dos critérios estabelecidos (organização, interconectividade, clareza e compreensão, precisão da informação e *layout*) foram atendidos pelos estudantes; foi possível identificar a presença de conhecimentos prévios relativos ao conteúdo abordado. O artigo traz uma abordagem interessante para se avaliar a aprendizagem significativa dos alunos e a aplicação de conhecimentos químicos associados a problemas ambientais com abordagens interdisciplinares. Todavia, não traz descrição detalhada da técnica utilizada para a elaboração dos mapas conceituais.

Gomes e Souza (2023) trabalharam o tema oxirredução com a metodologia Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). As autoras evidenciaram aprendizagem significativa do tema oxirredução. A UEPS faz recorte de algumas etapas, sendo elas roda de conversa, exercícios e uso de TICs nas atividades da UEPS. As turmas divididas em dois grupos discutiram e responderam o seguinte questionamento: “Por que há reação de um metal e outro não, mesmo submetidos às mesmas condições e solução?” As respostas ficaram entre o superficial (um participante), assimilação inicial (14 participantes) e assimilação intermediária (dois participantes), conforme categorização das autoras:

O participante da categoria ‘Superficial’ não conseguiu utilizar os conceitos desenvolvidos ao longo da UEPS, suas respostas se assemelharam às ideias iniciais do processo de ensino-aprendizagem, não evidenciando indícios de assimilação dos conceitos [...].

As respostas inseridas na categoria ‘Assimilação Inicial’ evidenciam, nos fragmentos, possível compreensão dos conceitos relacionados à oxirredução, contudo sem domínio de todos os conceitos [...].

Os estudantes buscaram aplicar conceitos de transferência de elétrons, reatividade e associar com a temática ‘corrosão’. Entretanto, não houve uma explicação mais aprofundada da relação da reatividade com a capacidade ou não de perder elétrons, por isso a compreensão intermediária (Gomes; Souza, 2023, p. 12).

Para Gomes e Souza (2023), houve assimilação de saberes pré-existentes com novos saberes, pois as respostas dos alunos indicam ampliação das ideias de subsunçores, principalmente ao explicarem o que aprenderam com suas palavras; houve evolução da linguagem em comparação ao início da UEPS,

sinal de que ocorreu, simultaneamente, tanto a diferenciação progressiva, com o uso dos novos significados nas respostas apresentadas, como a reconciliação integradora.

Para organizar a revisão sistemática sobre as contribuições da TAS no ensino de química no Google Acadêmico, foi construída a Tabela 1, categorizando-se os 15 trabalhos selecionados.

Tabela 1. Categorização dos trabalhos com contribuições da TAS no ensino de química no Google Acadêmico.

| Referência | Categoria | Descrição da Contribuição | Estratégia Pedagógica | Conceito Principal |
|---|--------------------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------|
| Alves et al. (2015) | Mapas Conceituais | Utilização de mapas conceituais para facilitar a compreensão dos conceitos de química orgânica. | Mapas conceituais | Química Orgânica |
| Batista e Gomes (2020) | Contextualização e Experimentação | Melhoria na compreensão de cinética química através da contextualização e experimentação. | Contextualização e experimentação | Cinética Química |
| Carminatti e Bedin (2022) | Dicumba e Aprendizagem Significativa | Uso da Dicumba para relacionar conceitos químicos com situações do cotidiano. | Dicumba | Conceitos Gerais |
| Callegario, Malaquias e Oliveira (2020) | História das Ciências | Integração da história das ciências para entender o conceito de potassa e sua evolução. | História das Ciências | Potassa |
| Campos et al. (2015) | Lúdico e Aprendizagem Significativa | Implementação de atividades lúdicas para o ensino de química orgânica. | Jogos e atividades lúdicas | Química Orgânica |
| Castro, Siraque e Tonin (2017) | Oficina Problematizadora | Aplicação de oficinas problematizadoras para ensinar cinética química. | Oficina problematizadora | Cinética Química |
| Mateus e Ferreira (2021) | Modelos Mentais | Investigação do conceito de equilíbrio químico através de modelos mentais. | Modelos mentais | Equilíbrio Químico |
| Oliveira et al. (2016) | Educação Ambiental | Conexão entre química, educação ambiental e aprendizagem significativa em uma escola pública. | Atividades ambientais | Educação Ambiental |
| Passos, Vasconcelos e Silveira (2022) | Materiais Alternativos | Proposta de sequência didática utilizando materiais alternativos para atividades experimentais. | Materiais alternativos | Atividades Experimentais |

| Referência | Categoria | Descrição da Contribuição | Estratégia Pedagógica | Conceito Principal |
|--|--|--|--|---------------------------------|
| Ronch, Zoch e Locatelli (2015) | Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) | Introdução de conceitos de química e biologia com a UEPS. | UEPS | Conceitos Químicos e Biológicos |
| Santos, Ribeiro e Souza (2018) | Experimentação e Problematização | Ensino de polímeros através de experimentação e problematização. | Experimentação e problematização | Polímeros |
| Saraiva et al. (2017) | Atividades Experimentais | Uso de atividades experimentais para ensino de soluções. | Atividades experimentais | Soluções |
| Silveira, Vasconcelos e Sampaio (2019) | Gamificação | Análise do jogo MixQuímico para ensinar conceitos de química. | Jogo didático | Conceitos Gerais |
| Zuconelli et al. (2018) | Leitura e discussão de textos, aula experimental, produção de textos dissertativos, exercícios contextualizados e projeção de documentário | Aplicação da aprendizagem significativa para o ensino da função orgânica álcool. | Leitura e discussão de textos, aula experimental, produção de textos dissertativos, exercícios contextualizados e projeção de documentário | Função Orgânica Álcool |

Fonte: Os autores (2024).

O estudo de Alves *et al.* (2015) explorou a utilização de mapas conceituais como ferramenta facilitadora na aprendizagem de química orgânica. Os resultados mostraram que a implementação dos mapas ajudou os alunos a visualizarem e organizarem conceitos complexos de forma clara, bem como a compreensão dos temas. O artigo destaca a abordagem da Teoria da Aprendizagem Significativa, e os autores inferem ser uma teoria para conectar novos conhecimentos a conceitos já existentes, o que melhora a retenção e o entendimento dos estudantes.

Dias e Terra (2021) avaliaram o uso de mapas conceituais como ferramenta de ensino e avaliação na química do petróleo. O estudo mostrou que os mapas conceituais ajudaram os alunos a organizarem e integrarem informações complexas, facilitando a aprendizagem significativa. A pesquisa destacou a importância dos mapas para melhorar a compreensão dos conceitos químicos e a capacidade dos estudantes de aplicar o conhecimento de forma eficaz. Já Mateus e Ferreira (2021) investigaram a aprendizagem do conceito de equilíbrio

químico através de modelos mentais. O estudo revelou que a representação dos conceitos por meio de modelos mentais ajudou os licenciandos a desenvolver compreensão clara e aplicável do equilíbrio químico. A pesquisa ressalta a eficácia da utilização de mapas mentais na aprendizagem significativa, uma vez que, ao construírem os mapas mentais, eles facilitam a internalização dos conceitos químicos.

O trabalho de Zuconelli, Zuconelli e Campos (2018) focou na utilização da aprendizagem significativa para o ensino da função orgânica álcool com conexão entre o conhecimento teórico e aplicações práticas para ajudar na compreensão dos conceitos químicos. As atividades experimentais e contextuais ajudou os alunos a entenderem os conceitos relacionados aos álcoois. Na metodologia, foram utilizados mapas conceituais e uso de UEPS que contribuíram para a participação, autonomia e compreensão do tema em estudo. O conjunto de evidências reforça a importância de se integrar as práticas pedagógicas aos fundamentos da TAS. O trabalho destaca ainda a necessidade de um bom planejamento didático, que considere o conhecimento prévio dos estudantes e utilize organizadores prévios com a finalidade de facilitar a aprendizagem significativa.

Santos, Ribeiro e Souza (2018) analisaram a aprendizagem significativa de polímeros através das abordagens de experimentação e problematização. Tais abordagens ajudaram os alunos a construírem uma compreensão mais sólida e significativa dos conceitos de polímeros. Os resultados mostram a relevância da experimentação prática aliada à realidade. Esses aspectos metodológicos facilitaram a aprendizagem significativa dos alunos no ensino de química. Nessa direção, Saraiva *et al.* (2017) propuseram uma atividade experimental para o estudo de soluções no ensino médio. A pesquisa demonstrou que as atividades experimentais proporcionaram aos estudantes a compreensão dos conceitos relacionados às soluções. Nesta pesquisa, os autores corroboram a prática experimental e a conexão teórica como instrumentos motivadores e eficazes para a aprendizagem.

Batista e Gomes (2020) investigaram o impacto da contextualização e experimentação no ensino de cinética química. O trabalho contextualiza situações reais e experimentação enquanto metodologia para a aprendizagem ativa, ajudando os alunos a relacionarem novos conceitos a conhecimentos prévios. Os autores enfatizam que a contextualização e a abordagem experimental são muito importantes no ensino de química.

Carminatti e Bedin (2022) discutiram a aplicação da Dicumba (Desenvolvimento Cognitivo Universal-Bilateral da Aprendizagem) no ensino de química; trata-se de uma metodologia de pesquisa fundamentada na teia construtivista-colaborativa. A metodologia propõe que o professor facilite o processo de aprendizagem, incentivando o estudante a ser responsável pela sua formação. No trabalho, parte-se do pressuposto de que o aluno, motivado pelo interesse e pela curiosidade, escolhe um assunto para estudar, ou seja, busca a autonomia intelectual e promove a aprendizagem significativa. A Dicumba auxiliou na relação de conceitos teóricos com situações cotidianas e promoveu a compreensão dos conteúdos químicos.

O trabalho de Callegario *et al.* (2020) analisou o uso da história das ciências para o ensino de conceitos químicos, especificamente a potassa no século XVIII. A pesquisa revelou que a inclusão de contextos históricos no ensino de química ajuda os alunos a entenderem melhor a evolução dos conceitos e suas aplicações práticas. Esse enfoque proporcionou a aprendizagem significativa, pois, ao conectar o conteúdo histórico com os conceitos científicos atuais, melhorava cada vez mais a compreensão dos temas estudados pelos estudantes.

Campos *et al.* (2015) investigaram o uso de estratégias lúdicas no ensino de química orgânica. A pesquisa evidenciou que a incorporação de atividades lúdicas e jogos didáticos facilita a aprendizagem significativa, tornando o processo educativo mais envolvente e eficaz. Os resultados sugerem que as atividades lúdicas promovem melhor assimilação dos conceitos químicos ao conectarem o conhecimento teórico com experiências práticas e lúdicas.

Castro, Siraque e Tonin (2017) exploraram o impacto de uma oficina problematizadora na aprendizagem significativa de cinética química. A pesquisa apontou que o uso de oficinas com situações problematizadoras desafiou os alunos a enfrentarem e proporem soluções para problemas reais; nessa condição, a compreensão do assunto tornou-se significativa, mais profunda e contextualizada. Os resultados indicaram que o método de ensino em química e a aprendizagem foram eficazes ao conectar conhecimentos teóricos a situações práticas.

Oliveira *et al.* (2016) abordaram a relação entre aprendizagem significativa, educação ambiental e ensino de química. O estudo demonstrou que atividades educativas que associam conteúdos de química a questões ambientais facilitaram a compreensão significativa dos conceitos químicos, posto que a integração

de temas ambientais no ensino de química aumenta o engajamento dos alunos e serve como organizador prévio para a aprendizagem.

Passos, Vasconcelos e Silveira (2022) propuseram uma sequência didática utilizando materiais alternativos para atividades experimentais em química. O estudo evidenciou que materiais alternativos, aliados a uma abordagem didática estruturada, podem propiciar uma aprendizagem significativa ao facilitarem a compreensão dos conceitos químicos. A pesquisa mostrou que a criatividade na escolha dos materiais e métodos pode melhorar o envolvimento e a retenção do conhecimento pelos estudantes.

Ronch, Zoch e Locatelli (2015) aplicaram a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para introduzirem conteúdos de química e biologia no ensino médio. O estudo destacou que a aplicação da UEPS promove uma aprendizagem mais significativa ao estruturar o ensino de forma que os alunos possam relacionar novos conhecimentos com conceitos pré-existentes. A pesquisa demonstrou a eficácia da UEPS em melhorar a compreensão dos conteúdos e a aplicação prática dos conceitos químicos. Santos, Ribeiro e Souza (2018) analisaram a aprendizagem significativa de polímeros através de experimentação e problematização. A pesquisa mostrou que a abordagem experimental e a problematização foram cruciais para os alunos terem a compreensão mais sólida e significativa dos conceitos de polímeros. Os resultados destacam a importância da experimentação prática para se conectar a teoria com a realidade, facilitando a aprendizagem significativa no ensino de químicas. Nas pesquisas que utilizam a prática experimental e aproximam a realidade em suas interpretações têm demonstrado resultados satisfatórios para os estudantes aprenderem significativamente o conteúdo e terem uma visão mais ampliada do tema.

Silveira, Vasconcelos e Sampaio (2019) analisaram a aplicação do jogo MixQuímico no ensino de química, dentro do contexto da TAS. A pesquisa evidenciou que o uso de jogos didáticos como o MixQuímico promoveram aprendizagem mais interativa e engajadora, e propiciaram aos alunos exploração e consolidação de conceitos químicos de maneira lúdica e eficiente. O estudo demonstrou que a gamificação pode facilitar a compreensão e a retenção dos conceitos, alinhando-se aos princípios da aprendizagem significativa.

Os fundamentos da TAS abordados nos artigos mencionados destacam diversas estratégias pedagógicas que promovem a conexão entre novos

conhecimentos e conceitos já existentes. Aqui estão as principais metodologias relacionadas às pesquisas citadas:

1. **Mapas Conceituais:** Alves *et al.* (2015) e Dias e Terra (2021) demonstraram que mapas conceituais facilitam a visualização e organização de conceitos, promovendo retenção e compreensão mais profunda, essenciais para a aprendizagem significativa.
2. **Contextualização:** Batista e Gomes (2020) destacaram a importância de se conectar o conteúdo a situações reais, o que permite aos alunos relacionarem novos conceitos com seus conhecimentos prévios, permitindo uma aprendizagem mais significativa.
3. **Experimentação:** Vários estudos, como o de Santos, Ribeiro e Souza (2018) e Saraiva *et al.* (2017), evidenciam que a prática experimental é fundamental para conectar teoria e prática, facilitando a compreensão e a aplicação dos conceitos químicos.
4. **Problematização:** Castro, Siraque e Tonin (2017) mostraram que oficinas problematizadoras permitem que os alunos enfrentem problemas reais, promovendo uma compreensão mais contextualizada e significativa dos conceitos.
5. **Abordagens Lúdicas:** Campos *et al.* (2015) e Silveira, Vasconcelos e Sampaio (2019) revelaram que atividades lúdicas e jogos didáticos engajam os estudantes e promovem a assimilação de conceitos de forma divertida, alinhando-se aos princípios da TAS.
6. **Integração de Contextos Históricos e Ambientais:** Callegario *et al.* (2020) e Oliveira *et al.* (2016) enfatizaram que a inclusão de contextos históricos e questões ambientais no ensino de química ajuda a conectar conhecimentos teóricos com a realidade, aumentando a relevância do aprendizado.
7. **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS):** Ronch, Zoch e Locatelli (2015) demonstraram que a aplicação da UEPS promove uma estruturação do ensino, o que facilita a relação entre novos conhecimentos e os já existentes.

As pesquisas citadas nesta revisão sistemática mostram que é essencial considerar o conhecimento prévio dos alunos, saber selecionar os organizado-

res prévios, integrar estratégias metodológicas às teorias e práticas de maneira contextualizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Teoria da Aprendizagem Significativa possui influência positiva quando utilizada como suporte teórico no ensino de química no ensino médio. As pesquisas indicam que a aprendizagem ocorre quando novas informações em química relacionam-se com conhecimentos prévios já existentes na mente do aluno, e existe a possibilidade de tal aprendizagem ser significativa. Isto significa que o que se aprende pode ser experienciado em diferentes situações de aprendizagem, e uma das condições para essa aprendizagem ocorrer quando se estuda conceitos químicos é permitir a associação do estudo a situações práticas do dia a dia. Assim, o aprendizado abstrato alia-se ao mundo real, proporcionando aos estudantes maior capacidade de mobilizarem sua estrutura cognitiva.

A análise dos estudos revela que os métodos e estratégias fundamentados na TAS oferecem contribuições robustas para a aprendizagem de conteúdos em química. Exemplo disso são o uso de mapas conceituais e o desenvolvimento de tema por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), ou sequência didática, pois possibilitam aos estudantes levarem seus conhecimentos prévios para um novo patamar de conhecimentos.

As evidências indicam que diferentes abordagens práticas e teóricas não apenas facilitam a organização e visualização dos conceitos, mas promovem compreensão mais profunda e significativa dos conceitos químicos. Entre as abordagens práticas, a contextualização e a experimentação demonstram ser métodos eficazes para engajarem os estudantes nos estudos, permitindo-lhes relacionar o conteúdo teórico com situações reais e cotidianas, o que é essencial para uma aprendizagem duradoura.

Contudo, é importante ressaltar que a contribuição da aprendizagem significativa em química não está centrada somente nas metodologias, mas também no modo como as questões e situações são problematizadas aos alunos, e elas podem variar conforme o contexto e a amostra estudada. E, embora os resultados sejam promissores, alguns estudos enfrentaram limitações, como o número restrito de participantes e a complexidade das abordagens, o que pode dificultar sua adoção em larga escala.

Portanto, futuros trabalhos devem ampliar a diversidade das amostras e fornecer orientações claras para a implementação dessas estratégias nas salas de aula. Dessa forma, poderá haver uma integração mais ampla da TAS no ensino de química, potencializando a aprendizagem significativa e contribuindo para a formação de alunos mais críticos e autônomos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo, 2003.

BATISTA, J. de S.; GOMES, M. G. Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de cinética química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 4, p. 79-94, 2020. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/33d9/d4f56696d99cebc3063d85345dcab6a99457.pdf>. Acesso em: 23 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base nacional comum curricular**: ensino médio. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-deeducacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>. Acesso em: 30 abr. 2023.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 28 set. 2022.

CAETANO, Valdiceia Viana Moraes; LEÃO, Marcelo Franco. Metodologias ativas na QNESC (2011-2020): um olhar para as aulas de química no ensino médio. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 2, e22044, 2022. Disponível em: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/437/4373613017/>. Acesso em: 28 set. 2022.

CALLEGARIO, L. J.; MALAQUIAS, I.; OLIVEIRA, F. L. de. História das ciências e aprendizagem significativa de conceitos científicos da química: o caso da potassa no século XVIII. **VIDYA**, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 377-398, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3183>. Acesso em: 23 maio 2024.

CAMARGO, S. C. de L. da S.; CAMARGO, L. N. A inclusão escolar do autista por meio das metodologias ativas. **Caderno Intersaberes**, Curitiba, v. 9, n. 18, p. 60-70, 2020.

CAMPOS, D. B. de; MELLO, R. de; SILVA, M. C. da; FAGUNDES, A. B.; PEREIRA, D. Aprendizagem significativa com apelo ao lúdico no ensino de química orgânica: estudo de caso. **InterSciencePlace**, Campo dos Goytacazes, v. 1, n. 31, p. 241-267, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284489851>
Acesso em: 23 maio 2024.

CARMINATTI, B.; BEDIN, E. Dicumba e aprendizagem significativa no ensino de química. **Interfaces da Educação**, Paranaíba, v. 13, n. 38, p. 715-737, 2022. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/4891>. Acesso em: 23 maio 2024.

CASTRO, M. C. de; SIRAQUE, M.; TONIN, L. T. D. Aprendizagem significativa no ensino de cinética química através de uma oficina problematizadora. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 151-167, 2017. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/viewFile/6848/4677>. Acesso em: 23 maio 2024.

COSTA, Angelo Brandelli; ZOLTOWSKI, Ana Paula Couto. Como escrever um artigo de revisão sistemática. In: KOLLER, Sílvia H.; DE PAULA COUTO, Maria Clara Pinheiro; HOHENDORFF, Jean Von (orgs.). **Manual de produção científica**. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323255862_Como_escrever_um_artigo_de_revisao_sistematica. Acesso em: 12 jul. 2024.

DELAMUTA, B. H.; COELHO NETO, J.; SANCHEZ JUNIOR, S. L.; ASSAI, N. D. S. O uso de aplicativos para o ensino de química: uma revisão sistemática de literatura. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico – Educitec**, Manaus, v. 7, e145621-e145621, 2021. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1456>. Acesso em: 30 maio 2024.

DIAS, S. M. da S.; TERRA, W. da S. O uso de mapas conceituais como instrumento de ensino e avaliação da aprendizagem significativa dos conceitos relacionados a química do petróleo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 714-752, 2021. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/10989>. Acesso em: 23 maio 2024.

PUHL, Cassiano Scott; MULLER, Thaisa; LIMA, Isolda Gianni de. Contribuições teóricas da Teoria de Aprendizagem Significativa e do ensino por meio da resolução de problemas para qualificar o processo de ensino. **Debates em Educação**, Vol. 12 | N°. 27, Maio/Ago. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n27p125-140> Acesso em: 20 mar.2023

FONSECA, K. B. da; BRITO, L. G. da F. A utilização de modelos e analogias como estratégias de ensino e aprendizagem nas aulas de química. **Galo**, Natal, n. 4, p. 97-109, 12 dez. 2021. Disponível em: <https://revistagalo.com.br/edi%C3%A7%C3%B5es/edi%C3%A7%C3%A3o-004/06-utilizacao-de-modelo/> Acesso em: 20 mar.2023

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. Disponível em: <https://sites.usp.br/dms/wp-content/uploads/sites/575/2019/12/Revis%C3%A3o-Sistem%C3%A1tica-de-Literatura.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.

GALVÃO, Taís Freire; PEREIRA, Maurício Gomes. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 1, p. 183-184, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/yPKRNymgtzw-zWR8cpDmRWQr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 mar. 2023.

GOMES, Duliane da Costa; SOUZA, Kátiuscia dos Santos de. Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) e a aprendizagem da oxirredução. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 11, n. 1, e23004, 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/14444>. Acesso em: 28 mar. 2023.

KLEIN, V.; BARIN, C. S. Experimentação baseada na resolução de problemas para o ensino de química na modalidade EJA. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 2017, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/315755923> Acesso em: 28 set. 2022.

MATEUS, P. G.; FERREIRA, L. H. Investigação da aprendizagem significativa do conceito de equilíbrio químico por meio de modelos mentais expressos por licenciandos em química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [S. l.], v.

20, n. 1, p. 73-98, 2021. Disponível em: https://reec.educacioneditora.net/volumes/volumen20/REEC_20_1_4_ex1683_294.pdf. Acesso em: 23 maio 2024.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** 23 abril de 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS, **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em: 12 mar. 2023.

OLIVEIRA, Felícia Maria Fernandes de; BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro. Identificação de conhecimentos prévios através de mapas conceituais a partir do tema preservação de recursos hídricos e ensino de química. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 10, n. 2, e22031, 2022. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/13223>. Acesso em: 28 mar. 2023.

OLIVEIRA, Lucilene Ferreira de; OLIVEIRA, Cristiane Pereira de. Histórias em quadrinhos, uma ferramenta pedagógica para o ensino de química na educação de jovens e adultos (EJA): revisão de literatura. In: GRISI, Maria Betânia Gomes; ALVES, Clarice Gonçalves Rodrigues; ZAMBONIN, Fernanda (Orgs.). **Educação e a influência das práticas didáticas nos processos de aprendizagens**. E-book. Curitiba: Brazil Publishing/Instituto Federal de Roraima, 2020. Disponível em: <https://reitoria.ifrr.edu.br/pro-reitorias/pesquisa-e-pos-graduacao/coordenacao-de-publicacao/e-books-1/educacao-e-a-influencia-das-praticas-didaticas-nos-processos-de-aprendizagens>. Acesso em: 28 set. 2022.

OLIVEIRA, R. de; CACURO, T. A.; FERNANDES, S.; IRAZUSTA, S. P. Aprendizagem significativa, educação ambiental e ensino de química: uma experiência realizada em uma escola pública. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 8, n. 3, p. 913-925, 2016. Disponível em: <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/1383>. Acesso em: 23 maio 2024.

PAIVA, M. M. P. C.; FONSECA, A. M. da; COLARES, R. P. Estratégias didáticas potencializadoras no ensino e aprendizagem de química. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade – REED**, Itapetinga, v. 3, n. 7, p. 1-25, 2022. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/reed/article/view/10379>. Acesso em: 8 maio 2024.

PARMIGIANI, Catarina Maria Raisal; OLIVEIRA, Cristiane Pereira de. Tecnologias digitais como auxílio no processo de ensino-aprendizagem: um estudo de caso na disciplina de química do 9º ano na escola Tereza Teodoro de Oliveria no município de Caroebe (RR). **Revista Norte Científico**, Boa Vista, v. 16, n. 1, p. 57-79, 2021. Disponível em: https://periodicos.ifrr.edu.br/index.php/norte_cientifico/article/view/1331 Acesso em: 10 mai. 2023

PASSOS, B. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; SILVEIRA, F. A. Ensino de química e aprendizagem significativa: uma proposta de sequência didática utilizando materiais alternativos em atividades experimentais. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Cerro Largo, v. 5, n. 1, p. 610-630, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12649>. Acesso em: 23 maio 2024.

PUHL, Cassiano Scott; MÜLLER, Thaísa Jacintho; DE LIMA, Isolda Gianni. As contribuições de David Ausubel para os processos de ensino e de aprendizagem. **DYNAMIS (FURB) Online**, Blumenau, v.26, n.1, p. 61-77, 2020. DOI: 10.7867/1982-4866.2020v26n1p61-77 Acesso em 23 mai. 2023

RONCH, S. F. A. da; ZOCH, A. N.; LOCATELLI, A. Aplicação da unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para introdução dos conteúdos de química e biologia no ensino médio. **Polyphonia**, Goiânia, v. 26, n. 2, p. 129-142, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/sv/article/view/38306>. Acesso em: 23 maio 2024.

SANT'ANNA, I. M., MENEGOLLA, M. **Didática**: aprender a ensinar: técnicas e reflexões pedagógicas para formação de formadores. São Paulo: Loyola, 2011.

SANTOS, G. G. dos; RIBEIRO, T. N.; SOUZA, D. do N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 14, n. 30, p. 141-158, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/viewFile/4950/4898>. Acesso em: 23 maio 2024.

SARAIVA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P.; LIMA, J. A.; SAMPAIO, C. de G. Atividade experimental como proposta de formação de aprendizagem significativa no tópico de estudo de soluções no ensino médio. **Thema**, Pelotas, v. 14, n. 2, p. 194-208, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/424>. Acesso em: 23 maio 2024.

SILVA, Renata Custódio da; BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro. Uso de mapas conceituais para identificação de conhecimentos prévios no ensino de química orgânica.

REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá, v. 9, n. 3, e21072, 2021. Disponível em: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/437/4372790004/html/>. Acesso em: 28 mar. 2023.

SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P.; SAMPAIO, C. de G. Análise do jogo MixQuímico no ensino de química segundo o contexto da teoria da aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 248-269, maio/ago. 2019. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8153>. Acesso em: 23 maio 2024.

SOUZA, E. C.; SOUZA, S. H. S.; BARBOSA, I. C. C.; SILVA, A. S. O lúdico como estratégia didática para o ensino de química no 1º ano do ensino médio. **Revista Virtual de Química**, Belém, v. 10, n. 3, p. 449-458, 2018. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v10n3a02.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

SOUZA, M. A. F. de; CANDEIA, R. O uso de aplicativos educacionais no ensino inclusivo de química. In: PURIFICAÇÃO, M. M.; PAZ, C. D. A. da; ARAÚJO, E. M. de. (Orgs.). **Processos de organicidade e integração da educação brasileira 3**. E-book. Ponta Grossa: Atena, 2020. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/o-uso-de-aplicativos-educacionais-no-ensino-inclusivo-de-quimica>. Acesso em: 31 maio 2024.

VIEIRA, Welly Evilly da Silva; MELO, Higor Diego Farias de; VIANA, Kilma da Silva Lima. Estratégias didáticas no ensino de química: concepções e práticas do profissional da educação e suas relações com a aprendizagem de conceitos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU, 5., 2018, Recife. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA1_ID565_08092018234209.pdf. Acesso em: 28 set. 2022.

ZUCONELLI, C. R.; MACHADO, A. T. P.; ZUCONELLI, A. A.; MARTINI, V. P.; CAMPOS, S. X. de. Utilização da aprendizagem significativa para o ensino da função orgânica álcool. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 4, p. 123-133, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/62>. Acesso em: 23 maio 2024.