



## UMA TRÍADE TEÓRICO-METODOLÓGICA PARA A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NAS AULAS DE QUÍMICA DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO

*A theoretical-methodological triad for the performance of experimental activities in chemistry classes in Basic, Technical, and Technological Education*

**Nara Alinne Nobre-da-Silva** [nara.silva@ifgoiano.edu.br]

*Gerência de Ensino – Química*

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá  
Avenida Oeste, 250, Parque União, Iporá, Goiás, Brasil*

**Roberto Ribeiro da Silva** [bobsilva@unb.br]

*Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Instituto de Química  
Universidade de Brasília*

*Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, Distrito Federal, Brasil*

### Resumo

Este trabalho é resultante de uma pesquisa de doutorado e tem como objetivo caracterizar, com base na literatura, as compreensões de pesquisadores/as e professores/as de química sobre experimentação, bem como apresentar uma proposição teórico-metodológica para o planejamento e desenvolvimento das atividades experimentais nos cursos de Química de diferentes níveis ofertados pelos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IF), tendo como alicerce os eixos Trabalho, Ciência, Cultura e Tecnologia, base da concepção de ensino defendida pelos IF. Desenvolvemos uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória realizada em duas etapas: teórica e de campo, tendo a revisão da literatura do tipo narrativa e a entrevista semiestruturada como fonte de construção dos dados. As interpretações à luz da epistemologia fleckiana indicam a existência de dois estilos de pensamento sobre experimentação: simplista e contemporâneo. Além disso, apontam uma proposição teórico-metodológica para o Ensino Básico, Técnico e Tecnológico assentada em três dimensões: científica-cultural, científica-teórica e conceitual e, científica-profissional. Na tríade construída, a tecnologia é percebida como elemento transversal e a ciência como uma construção lógica, histórica e social. Por fim, acreditamos que tal proposição pode contribuir para novas compreensões sobre a ciência, potencializar o trabalho colaborativo e fomentar o desenvolvimento da experimentação numa perspectiva contemporânea.

**Palavras-Chave:** Experimentação; EBTT; Epistemologia fleckiana; Institutos Federais.

### Abstract

This paper is the result of doctoral research. It aims to characterize, based on the literature, the understandings of researchers and chemistry teachers on experimentation, as well as to present a theoretical-methodological proposition for the planning and development of experimental activities in chemistry courses of different levels offered by the Federal Institutes of Education, Science and Technology (IF), based on the axes Work, Science, Culture, and Technology, the basis of the teaching conception advocated by the IF. We developed qualitative exploratory research carried out in two stages: theoretical and field, having the review of the narrative-type literature and the semi-structured interview as a source of data construction. Interpretations in the light of Fleckian epistemology indicate the existence of two styles of thought about experimentation: simplistic and contemporary. In addition, they point to a theoretical-methodological proposition for Basic, Technical and Technological Education based on three axes: scientific-cultural, scientific-theoretical, and conceptual and scientific-professional. In the constructed triad, technology is perceived as a transversal element and science as a logical, historical and social construction. Finally, we believe such a proposition can contribute to new understandings of science, enhance collaborative work and foster the development of experimentation from a contemporary perspective.

**Keywords:** Experimentation; EBTT; Fleckian epistemology; Federal Institutes.

## INTRODUÇÃO

Os Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia foram criados com a promulgação da Lei 11.892/2008. Eles são responsáveis pela oferta da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) de nível médio, superior abrangendo cursos de bacharelado, tecnólogos e licenciatura, além de pós-graduação e inauguram uma nova institucionalidade para a Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica (RFEPCT), quando se analisa o histórico das instituições que ofertaram EPT no Brasil. Esse novo projeto apresenta, entre suas características e finalidades, a interiorização e a verticalização do ensino, cuja proposta educacional se alicerça em quatro eixos: **o trabalho**, em sua dimensão ontológica (forma pela qual o homem produz sua própria existência) e histórica (trabalho socialmente produtivo), **a ciência**, como conhecimentos historicamente produzidos e legitimados socialmente, **a cultura**, enquanto expressão da organização de um grupo/sociedade, e **a tecnologia**, como elemento transversal, que possibilita processos educativos para além do simples domínio de técnicas, ampliando-se aos assuntos socioeconômicos e culturais (Pacheco, 2010).

A partir dos quatro eixos defendidos como orientadores da concepção de ensino ofertado pelos Institutos Federais, tomamos como campo de interesse os cursos Técnico Integrado em Química e Licenciatura em Química. Portanto, é no âmbito da verticalização do ensino que surge este trabalho. Por verticalização de ensino compreendemos não apenas a oferta de cursos de diferentes níveis, mas uma ação pedagógica e administrativa que engloba a interação entre os sujeitos de diferentes níveis de ensino, a interdisciplinaridade e a transversalidade, o trabalho reflexivo e criativo (Quevedo, 2018). Buscamos construir uma proposta para que os eixos Trabalho, Ciência, Cultura e Tecnologia possam ser articulados nos cursos de Química de diferentes níveis.

Considerando a Química como uma ciência teórica e experimental, a tomamos como espaço frutífero para discutir as atividades experimentais. Isto porque tais atividades, no âmbito do ensino, podem ser caracterizadas como uma estratégia didática que tem por princípio estimular o pensamento analítico, crítico, problematizador e humanístico. No curso de nível médio técnico, potencializa a apropriação de conhecimentos e a aquisição de saberes inerentes à profissão. Já no curso de licenciatura, fortalece tanto a apropriação de conhecimentos quanto a apreensão da dimensão pedagógica, epistemológica e os aspectos internos da ciência (Nobre-da-Silva, 2022). Contudo, é comum que a experimentação ainda seja desenvolvida numa perspectiva reprodutivista e pouco reflexiva, importando pensar em modelos para superar essa proposta reducionista. Dessa forma, este trabalho se faz necessário ao buscar caminhos para que a experimentação no Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) seja assentada na articulação entre o pensar e o fazer, na promoção do pensamento crítico e por articular os eixos estruturantes do ensino proposto pelos IF.

Em continuidade, este artigo é parte de uma pesquisa de doutorado, e está orientado pelas seguintes questões: Quais as compreensões sobre experimentação têm sido compartilhadas pelos/as pesquisadores/as e professores/as de Química? Como podemos enriquecer o planejamento e o desenvolvimento das atividades experimentais no ensino nos cursos técnico integrado e na licenciatura em Química a partir dos eixos que sustentam a proposta educacional dos Institutos Federais: **cultura, ciência, tecnologia e trabalho**?

Sublinhamos que esta investigação coaduna com a compreensão da ciência como uma construção lógica, histórica e social. Portanto, se entrelaça à perspectiva fleckiana de construção e circulação do conhecimento. Dessa forma, temos como objetivo caracterizar, com base na literatura, as compreensões de pesquisadores/as e professores/as de química sobre experimentação no ensino, bem como apresentar uma proposição teórico-metodológica para o planejamento e desenvolvimento das atividades experimentais nos cursos de Química de diferentes níveis ofertados pelos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

Ao falar de epistemologia fleckiana, é necessário evidenciar três categorias centrais para Ludwik Fleck (2010) e que exploraremos neste texto: **estilo de pensamento, circulação de ideias e complicação**. Por **estilo de pensamento** se entende o conjunto de ideias, crenças, conhecimentos e práticas que orientam a forma de ver e agir de um indivíduo (Fleck, 2010). Nesta investigação, buscamos, inicialmente, caracterizar o conjunto de ideias, crenças, conhecimentos que circundam as atividades experimentais no contexto do ensino de química. Posteriormente, articulá-lo aos dados empíricos para a construção de uma proposição teórico-metodológica. O coletivo de pensamento é constituído por um grupo que compartilha o mesmo estilo de pensamento, pode ser formado por especialistas, leigos e leigos formados. **A circulação de ideias** consiste no canal de comunicação entre diferentes coletivos de pensamento, e pode ocorrer com maior ou menor fluxo de ideias e práticas. Por fim, **a complicação** trata de uma problemática enfrentada pelo indivíduo e que o estilo de pensamento por ele compartilhado não permite resolver.

Também é importante mencionar que já há proposições teórico-metodológicas para o campo das atividades experimentais no ensino de ciências, como a experimentação problematizadora fundamentada nos Momentos Pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) apresentada por Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008) e a Atividade Experimental Problematizada (AEP) que se dá pela sistematização de dois eixos: teórico e metodológico. O primeiro engloba a proposição de um problema, o objetivo experimental, e diretrizes metodológicas; o segundo abrange a discussão prévia, a organização/desenvolvimento, o retorno ao grupo de trabalho, a socialização e a sistematização (Silva, Moura & Del Pino, 2017; Silva & Nogara, 2018). Contudo, tendo em pauta as singularidades do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, faz-se necessário pensar articulações que enfatizem os quatro eixos que o alicerça: **cultura**, **ciência**, **trabalho** e **tecnologia**, sem perder de vista os conhecimentos derivados da prática dos docentes que atuam nos IF. Sendo assim, apresentamos na seção a seguir os delineamentos de nossa trajetória metodológica.

## PERCURSO METODOLÓGICO

Com base nos estudos de Flick (2009) e Triviños (2015), classificamos esta investigação como qualitativa, dada sua preocupação com os aspectos descritivos, com a percepção dos/as entrevistados/as, e com a leitura do fenômeno a partir dos referenciais teóricos que sustentam a pesquisa. Ela é do tipo exploratória, pois a investigadora e o investigador, a partir da problemática descrita na introdução – a necessidade de integrar os eixos Trabalho, Ciência, Cultura e Tecnologia ao planejamento e desenvolvimento das atividades experimentais – aprofundam no estudo de uma realidade específica. Tal realidade se trata da experimentação na área de ensino de química e, das práticas pedagógicas de professores/as de Química dos Institutos Federais no contexto das atividades experimentais. Para tanto, as investigações teórica e de campo foram desenvolvidas em duas etapas, conforme descrito a seguir:

- i) a primeira etapa teve como objetivo destacar, com base na literatura, estilos de pensamento sobre experimentação no ensino. Portanto, foi realizada uma **revisão da literatura do tipo revisão narrativa** cuja “seleção dos estudos e a interpretação das informações podem estar sujeitas à subjetividade dos autores” (Unesp, 2015, s.p), além de que não tem a intenção de esgotar as fontes de informações. O primeiro passo consistiu em buscar no Portal de Periódicos da Capes (<https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/>) textos que discutiam a temática experimentação na formação docente em química. Para tanto, utilizamos os descritores “experimentação” + “química” + “formação de professores”. No total, localizamos 3 artigos e, considerando as referências mais citadas nestes, assim como em outros textos de experimentação no ensino de química com grande número de citações no Google Acadêmico, definimos o corpus desta investigação. A saber, selecionamos Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008), Galiazzi e colaboradores (2001), Galiazzi e Gonçalves (2004), Gonçalves (2009), Gonçalves e Marques (2016), Hodson (1994), Leite (2018), R. R. Silva, Machado e Tunes (2019), e L. H. de A. Silva e Zanon (2000). Tais escritos se tratam de artigos, tese e capítulos de livros. Eles foram utilizados para caracterizar os estilos de pensamento sobre experimentação e como base para fundamentar a proposição teórico-metodológica, uma vez que seus/as autores/as são especialistas no tema e sintetizam as principais discussões relacionadas à experimentação na área de Ensino de Química.
- ii) a segunda etapa objetivou identificar elementos das práticas dos/as docentes de química no planejamento e desenvolvimento das atividades experimentais nos diferentes níveis de ensino para estruturar a proposição teórico-metodológica. Esse movimento é importante, pois a proposição não é delineada apenas por aspectos teóricos que circundam a experimentação e os eixos estruturantes do projeto educacional dos IF, ela se entrelaça aos conhecimentos oriundos das práticas dos/as docentes. Assim, consiste em uma **pesquisa de campo**: 31 docentes vinculados a diferentes campi do Instituto Federal de Goiás e do Instituto Federal Goiano foram convidados/as a relatar suas percepções acerca da natureza pedagógica da experimentação no curso Técnico em Química e no curso de Licenciatura em Química e, fazer uma narrativa do processo de planejamento e desenvolvimento de duas aulas experimentais, uma realizada no nível médio e outra no superior. Destes, 14 aceitaram participar do estudo, sendo 7 professores e 7 professoras que são identificados/as por nomes fictícios: Alice, Alex, Cleide, Pedro, Antônia, Fernando, Guilherme, Elio, Poliana, Gabriela, Jeferson, Mara, Rodolfo e Eliane. As entrevistas foram do tipo semiestruturada com duração média de 1h 10min e ocorreram via *Google Meet*.

O roteiro da entrevista foi composto por 10 perguntas que sintetizavam três domínios: 1ª) trajetória acadêmica e profissional; 2ª) planejamento e desenvolvimento das atividades experimentais e; 3ª) percepção sobre ciência. Dada a problemática balizada para este artigo, nos concentramos nas discussões e interpretações das questões relacionadas à segunda dimensão. Estas são apresentadas no quadro abaixo:

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>a- Quais fontes (livros, artigos, apostilas, sites, vídeos) você utiliza para acessar/preparar os roteiros das aulas experimentais? Há troca de materiais/diálogo com outros professores/as do Campus ou de outras Unidades/Instituições?</li><li>b- Você acredita que é possível a realização de uma atividade experimental sem a entrega de um roteiro?</li><li>c- Como você vê a importância das aulas experimentais na formação do ensino médio técnico e na licenciatura em Química?</li><li>d- Uma atividade experimental, voltada para o ensino médio técnico ou para a licenciatura, pode ocorrer em espaços que não seja o laboratório convencional?</li><li>e- Faça uma narrativa de como você desenvolve a aula experimental no curso médio técnico e na licenciatura (o/a docente escolhia duas aulas para essa narrativa, sendo que essa informação foi repassada junto ao convite para participar da pesquisa).</li></ul> |
|---|

**Quadro 1-** Síntese do roteiro da entrevista semiestruturada. Fonte: Os autores.

Adiante, a trajetória de análise segue os princípios da interpretação analítico-descritiva. Os dados da primeira fase foram interpretados considerando-se a categoria estilo de pensamento (Fleck, 2010), evidenciando elementos que permitissem caracterizar o conjunto de ideias, conhecimentos, crenças e práticas sobre experimentação no ensino. Em seguida, as respostas dos/as professores/as foram transcritas, exploradas à luz dos eixos cultura, ciência, trabalho e tecnologia e separadas em unidades significativas. Posteriormente, utilizamos as diferentes atribuições da experimentação apresentadas pela literatura especializada e as unidades significativas oriundas de nossa pesquisa de campo para propor uma tríade teórico-metodológica. Os dados aqui relatados são apresentados na seção a seguir.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Considerando nosso objetivo de caracterizar, com base na literatura, as compreensões sobre experimentação no ensino e de apresentar uma proposição teórico-metodológica para o planejamento e desenvolvimento das atividades experimentais nos cursos de Química, nossos resultados são apresentados em duas seções: a primeira versa a respeito dos estilos de pensamento resultantes do estudo da literatura; na segunda, associamos os estudos teóricos com as narrativas docentes para construir uma tríade teórico-metodológica tendo como alicerce os eixos cultura, ciência, trabalho e tecnologia.

### **A) Estilos de pensamento acerca da experimentação no ensino de ciências: breves colocações**

Da análise do corpus da nossa revisão da literatura foi possível identificar elementos que nos permitiram caracterizar dois estilos de pensamento que permeiam as práticas docentes no contexto das atividades experimentais, tanto na Educação Básica como no Ensino Superior. Nomeamos os estilos de pensamentos supracitados como pensamento simplista de experimentação e pensamento contemporâneo de experimentação. A seguir, descrevemos cada um deles.

1) **Estilo de pensamento simplista de experimentação:** uma perspectiva empirista-indutivista na qual o conhecimento deriva da observação; experimentação como concretização da teoria; experimentação no ensino entremeada com os princípios da experimentação na ciência; ênfase no desenvolvimento de atitudes científicas e a formação de pequenos cientistas; experimento guiado por um roteiro fechado, do tipo “receita de bolo”; erro como algo a ser corrigido e superado (Galiuzzi & Gonçalves, 2004; Galiuzzi, Rocha, Schmitz, Souza, & Giesta, 2001; Hodson, 1994; L. H. de A. Silva & Zanon, 2000; R. R. Silva, Machado, & Tunes, 2019).

Embora as pesquisas atuais indiquem que essa perspectiva é limitada, ela ainda se faz presente nos ambientes de ensino básico, na formação de professores/as e se materializa em diferentes materiais didáticos. No que tange a este último, Leite (2018) identificou os diferentes tipos de experimentação presentes em 15 volumes de livros didáticos de química disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático entre os anos de 2004 e 2013. Foram analisados 183 experimentos dos quais a maioria são do tipo empírico-indutivista ou demonstrativo. O experimento empírico-indutivista é caracterizado como aquele que “se baseia

na ideia da experimentação como comprovação de fatos e teorias, destacando o papel da observação e da descoberta” (Leite, 2018, p. 66).

No tocante à formação de professores/as, Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 326) destacam a necessidade de se discutir a experimentação como artefato pedagógico, pois muitas das concepções de alunos/as e professores/as são sustentadas em uma “visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista”. Também salientam que a discussão sobre experimentação no ensino na formação inicial é necessária para que os/as licenciandos/as reconstruam suas visões e teorias pessoais, pois ainda é presente o entendimento da experimentação como validação e comprovação da teoria, elemento intrinsecamente motivador e como meio de captar e formar jovens cientistas.

**2) Estilo de pensamento contemporâneo de experimentação:** nas últimas décadas novos discursos e práticas marcam uma nova compreensão sobre as atividades experimentais no ensino. Podemos citar R. R. Silva et al. (2019, p. 201), para os quais as atividades experimentais apresentam dois aspectos: primeiro, o de permitir a articulação entre fenômenos e teorias e, segundo, o de desenvolver o pensamento analítico. Este último refere-se à “possibilidade de fragmentar o objeto concreto em partes, o reconhecimento destas e a sua recombinação de um modo novo”.

Já Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 331) percebem a experimentação como possibilidade de inserção do diálogo em sala de aula, atuando como estratégia para a explicitação de conhecimentos e a construção de argumentos. Defendem as atividades experimentais como “um dos instrumentos do discurso das Ciências, e como tal, a ser incluído no ambiente de sala de aula, a fim de permitir a enculturação de alunos e professores nesse discurso”. Gonçalves e Marques (2016) ao investigar o contexto da docência de formadores/as de professores/as, isto é, professores/as dos cursos de licenciatura, acrescentam que as atividades experimentais devem ser postuladas como um conteúdo do processo formativo, de modo que a problematização da experimentação estimule o enfrentamento de situações-limite, como: ausência do trabalho coletivo; elementos da racionalidade técnica, nos cursos de licenciatura; estruturas institucionais, em suas dimensões físicas e organizacionais; contradições relacionadas a visão de experimentação.

Compõem ainda o estilo de pensamento contemporâneo a compreensão do roteiro como elemento orientador do experimento, desde que apresente características de uma atividade aberta ou semiaberta; o erro como desencadeador de novas aprendizagens; a preocupação com a integridade física dos estudantes; a redução e o tratamento dos resíduos gerados (Nobre-da-Silva, 2022).

Pelas características dos diferentes estilos de pensamento sobre experimentação apresentados, podemos dizer que eles são incongruentes (Fleck, 2010). Portanto, a comunicação entre eles é difícil de acontecer. Por outro lado, isso não significa dizer que um/a docente sempre compartilhará ideias, conhecimentos, crenças e práticas estritamente do estilo de pensamento simplista ou do estilo de pensamento contemporâneo. Essa classificação precisa ser realizada com parcimônia e acompanhada de um amplo estudo de campo. Estudos de caracterização de estilos de pensamento de sujeitos sobre um determinado objeto mostram que eles podem estar em processo de transição, e que ora manifestam características de um estilo de pensamento, ora de outra (Castilho-Delizoicov, 1995; Autor 1, 2022).

Dadas as colocações, o estilo de pensamento contemporâneo se apresenta mais adequado ao processo de ensino aprendizagem, pois potencializa o pensamento crítico, analítico e problematizador. Assim, investimos dele para pensar nossa proposição teórico-metodológica, conforme expressa a discussão da seção a seguir.

## **B) A construção de uma tríade teórico-metodológica para a realização da experimentação no ensino de química**

Para nossa proposição, temos como premissa a importância do trabalho docente nos Institutos Federais se estabelecer por meio da colaboração entre professores/as do Núcleo Comum e Núcleo Profissional e entre Núcleo Geral e Núcleo de Aprofundamentos e Diversificação de Estudos da Área de Atuação. Muitas vezes, o/a professor/a de ensino médio tem maior facilidade em trabalhar com os aspectos externos da ciência, o/a professor/a da área técnica trabalhar aspectos da profissão e, se trabalharem juntos, um pode enriquecer a aula do outro. Além disso, articulando os dados da primeira e segunda etapas desta investigação, enunciaremos três dimensões cujo fio condutor é a problematização e a percepção de uma ciência como uma construção lógica, histórica e social: a) Científica-cultural; b) Científica-teórica e conceitual e c) Científica-profissional.

A tecnologia, em nossa tríade é tida como elemento transversal, conforme apregoa Pacheco (2010). Não entendemos a tecnologia como ciência aplicada, na qual ela seria um conhecimento derivado da ciência, sendo a ideia de neutralidade da última transferida para a primeira. Isto é, a tecnologia não seria boa nem má, o usuário dela é que seria responsável pelo seu uso. Entendemos a tecnologia como fruto de uma atividade humana, que reúne um conjunto de instrumentos e procedimentos para conseguir o fim almejado e, conseqüentemente, o controle da natureza. Portanto, a preocupação incide na maneira como os sujeitos sociais relacionam a produção e a utilização da tecnologia: “em outras palavras, como a experiência humana lida, concretamente, com determinados meios, em busca dos fins almejados” (Trigueiro, 2009, p. 59).

A seguir, passamos à caracterização das dimensões.

**a) Científica-cultural:** o ensino de ciências deve considerar a relação entre cultura, ciência e a construção de uma cultura científica com normas, técnicas, linguagem e discurso próprio. Como salientam Porto e Oliveira (2018, p. 42) “a ciência muda ao longo do tempo, às vezes de um modo radical, similarmente, provoca efeito no modo como as pessoas se portam e desenvolvem suas experiências cotidianas”. Por exemplo, com a pandemia causada pelo novo coronavírus, as investigações científicas evidenciaram que o uso de máscara diminui a probabilidade de contágio. Logo, foi regulamentado o uso de máscaras no dia a dia e já se discute que esse uso poderá se tornar um hábito permanente na vida das pessoas. Assim, ciência e cultura são imbricadas e, dialeticamente, uma retroalimenta a outra.

No ensino formal, entre os espaços para discutir a cultura e a cultura científica, a experimentação se apresenta com potencial para fomentar o diálogo e a compreensão dos aspectos externos que influenciam a ciência: a constituição da comunidade científica; o trabalho do/a pesquisador/a, os interesses e valores que perpassam suas escolhas teóricas e metodológicas; a historicidade das teorias científicas; o espaço, geográfico e imaterial e suas influências na seleção de demandas que se tornam problemas de pesquisa. O eixo Cultura pode colaborar com os pressupostos de um ensino problematizador e criativo, que permita aos/às alunos/as compreender como as questões culturais são elementos intrínsecos à construção da ciência. Para tal, é positivo destacar as complicações históricas que originaram e promoveram mudanças nos estilos de pensamento dos cientistas. Por exemplo, as complicações que resultaram nas diferentes teorias ácido-base (Arrhenius, Brønsted-Lowry, Lewis), a tentativas de explicar a matéria (Leucipo e Demócrito, Dalton, Thompson, Rutherford, Bohr, Schrodinger) e a teoria da força vital de Berzelius, refutada por Friedrich Wöhler.

Conforme destacado por Moura, Garcia e Ramos (MEC, 2007, p. 44), a cultura deve ser entendida como “a articulação entre o conjunto de representações e comportamentos e o processo dinâmico de socialização, constituindo o modo de vida de uma população determinada”. Portanto, nessa primeira dimensão, as atividades experimentais são lócus para evidenciar o trabalho coletivo, as influências econômicas, políticas e sociais no desenvolvimento de uma pesquisa e a pluralidade de metodologias exploradas pelos/as cientistas. Nesse segmento, é importante abordar o papel dos Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) e como a noção de cultura é internalizada e manifestada na criação de normas que tratam das pesquisas com humanos e animais.

Entre as concepções dos/as professores/as, notamos uma ausência dessa dimensão no decorrer do planejamento e desenvolvimento das atividades experimentais. Há uma iniciativa de contextualização e do diálogo, mas não foi mencionada a relevância dos aspectos históricos, culturais e sociocientíficos que influenciam o contexto de produção e difusão científica. Uma aproximação com esses aspectos é levemente ressaltada por Rodolfo, ao falar de uma aula sobre o tema “Reciclagem do papel”. Ele recorre à visita técnica como extensão de um trabalho experimental no ensino e pontua como os espaços para além da escola contribuem para a formação do/a discente:

[...] eles têm (a equipe do espaço visitado) uma preocupação muito legal de trazer **essa questão do lixo**, da questão do, **não é só fazer papel**, é apresentar um monte de coisa, **história do papel**, e, eu acho isso muito legal. E também, porque aluno adora passear, mas eu levo os alunos do ensino médio com essa **preocupação deles visitarem outros espaços** e ter essa oportunidade. Pensando na formação do curso técnico, deles **conhecerem um outro espaço**, que um técnico em química pode atuar, que **não é um laboratório, não é uma empresa, mas é um local onde faz reciclagem de papel**. Levando o pessoal do superior, justamente para eles conhecerem essa possibilidade de um **outro espaço como um espaço de ensino-aprendizagem**. E também, com a experimentação de fazer o papel reciclado (Rodolfo).

A ênfase não está nos conteúdos a serem apreendidos, mas em conhecer a história da produção do papel, em explorar espaços de produção sem perder de vista a geração de resíduos. O próprio uso do papel reciclado é uma construção cultural e político-econômica. Tal debate é importante para percebermos como

nosso cotidiano é permeado pela relação dialética entre cultura e ciência. Além disso, o professor desmistifica a ideia de que o laboratório de ensino deve ser estritamente o laboratório convencional (aqui nos referimos à realização de experimentos vinculados às disciplinas do Núcleo Geral).

No âmbito dos Institutos Federais, podemos pensar a dimensão Científica-cultural sob dois aspectos: I) técnica de nível médio: a fim de superar a perspectiva instrumentalista, da formação técnica voltada univocamente ao mercado de trabalho. Assim, estimular o entendimento de que o conhecimento científico não é uma verdade estática e que os/as futuros/as técnicos/as percebam que sua atuação no mundo do trabalho vincula-se a uma ideologia política, social, econômica e cultural; II) licenciatura: além dos aspectos destacados anteriormente, incentivará que os/as futuros/as professores/as, quando em atuação, desenvolvam uma *práxis* imersa numa perspectiva problematizadora. Por conseguinte, capaz de potencializar a identificação limitações nas percepções discentes e de promover a circulação de ideias que favoreçam a apropriação da ciência como uma construção lógica, histórica e social. Para isso, tanto no nível médio como no superior, é salutar que a experimentação seja planejada e realizada considerando-se uma perspectiva investigativa e problematizadora.

Ademais, é necessário que professores/as e estudantes percebam que o trabalho do/a cientista não se reduz ao trabalho de bancada. Com o avanço das pesquisas da Química Teórica, o uso do computador popularizou-se ainda mais entre os/as profissionais da área. Para mais, o mundo globalizado e a forma como o universo científico se (re)modela faz surgir cada vez mais cientistas que figuram como líderes de grupos de pesquisa ou de laboratório e coordenam o trabalho de bancada, o uso de softwares de tratamento de dados, etc. No contexto do ensino, o/a professor/a pode explorar, junto aos cursos técnicos, softwares para o estudo de modelização e controle de processos operatórios e, junto aos/as licenciandos/as, os softwares educativos para simulações ou realização de experimentos virtuais. Tais recursos formarão o/a futuro/a professor/a para uma atuação que não se limita ao uso dos laboratórios convencionais.

Nessa dimensão, coloca-se também em evidência a relação Ciência – Tecnologia – Sociedade. De que forma os conhecimentos científicos e a tecnologia desenvolvida foram captados para resolver (ou criar) problemas socioambientais, a que tipo de sociedade elas atendem. Ademais, ao realizar o experimento, é preciso pensar na relação do fenômeno ali observado com o cotidiano e se preocupar com os resíduos gerados.

**b) Científica-teórica e conceitual:** a segunda dimensão está diretamente vinculada ao eixo Ciência e abrange a dimensão teórica e conceitual. Para Moura, Garcia e Ramos (MEC, 2007), a ciência é a parte do conhecimento sistematizada com base em conceitos representativos de uma realidade, conhecimentos que são produzidos e legitimados socialmente ao longo da história. Acrescentamos que embora a Ciência guarde aspectos subjetivos, essa subjetividade não é aleatória, pois um conhecimento para ser legitimado precisa ter suas explicações teóricas sintonizadas com os fenômenos empíricos que se propõe conhecer; a legitimação ocorre por pares (Auler & Delizoicov, 2015) pertencentes a uma comunidade científica, dotada de divergências.

Nessa conjuntura, além dos aspectos históricos, culturais e sociais, as atividades experimentais devem subsidiar a apropriação de conceitos científicos. É importante explorar a capacidade de generalização e previsão de uma teoria, já que explica fenômenos e fatos do mundo real. A capacidade de uma determinada teoria explicar fenômenos análogos caracteriza sua habilidade de generalização, enquanto a capacidade de previsão refere-se aos fenômenos que podem ser previstos por tal teoria. No decorrer das aulas experimentais, quando ao/à aluno/a é solicitado que observe determinados fenômenos e depois os explique, o/a professor/a está estimulando a relação entre o fazer e o pensar, isto é, a relação experimento-teoria (R. R. Silva et al., 2019).

Nossa defesa é por uma perspectiva investigativa e/ou problematizadora, pois ao partirem de uma questão/problema, enriquecem o diálogo e a participação do/a aluno/a na atividade, favorecendo a relação experimento-teoria e, logo, uma maior apropriação de conhecimentos e práticas. Isto porque nas atividades experimentais realizadas sob uma perspectiva tradicional, do tipo demonstrativa ou do tipo “receita”, os/as alunos/as apenas observam ou realizam a sequência de ações indicadas no roteiro, sem refletir a respeito “do que” e “por que” estão fazendo.

Adiante, apresentamos alguns fragmentos das narrativas dos/as docentes que fundamentam a construção dessa dimensão. Não nos interessa aqui interpretar a concepção de experimentação no ensino ou a percepção de ciência. Nosso intuito é destacar os aspectos científicos-conceituais que podem e devem ser explorados em uma atividade experimental.

Outras questões relacionadas com experimentação, é, que é essa relação de pensar e fazer, essa **relação de observação, fenômeno e explicação**, que não são especificamente coisa de vidrarias, de vidrarias de laboratório [...] ao terem dúvida de alguma coisa, eu vou lá e, e a gente faz alguma outra coisa paralela. Inclusive, nesse roteiro que eu te passei, eu não lembro em qual das etapas, mas para **ajudá-los a responder uma daquelas questões eu faço uma experimentação demonstrativa** (Rodolfo).

Ao experimentar, no ensino superior, ele já vai ter vai além de treinar a habilidade técnica **para a observação e a fundamentação de um fenômeno em um experimento** (Mara).

[...] a questão de mostrar a **solubilidade, substâncias iônicas** e quem **tem ligações do tipo iônicas e do tipo covalentes**, essa aula prática quem tem essa lâmpada, você prepara uma solução de sal e água e outra solução de açúcar e água, aí você testa, coloca o sistema na água sem sal e sem açúcar, atende? **Não acende, porque a quantidade de íons é muito pequenininha, não é suficiente para fechar o circuito e acender a lâmpada** (Eliane).

[...] eu passava de grupo em grupo e tentava instigar um pouco mais essa **observação**, assim "o que você está vendo além de um sólido branco, que mais que você pode usar para descrever?". Então, de fato era uma aula simplesmente para saber descrever o experimento. Então, já teve esse embate aí deles de, serem muito sucintos, ou usarem uma **linguagem não científica**. Então, em vez de falar esfera, anotar esfera, eles anotavam bolinhas, e aí ao longo da aula mesmo, eu fazia **essas correções**. [...] apesar de ser as primeiras aulas, eu sempre tento mostrar para eles que forma que eles deveriam escrever em todo o curso, toda a parte experimental devia ser utilizada essa **linguagem científica** (Cleide).

A ciência é uma forma de ver e interpretar o mundo, e os processos educativos são fundamentais para o desenvolvimento desse ver direcionado. Entre os fragmentos colocados, Rodolfo pontua a questão do "pensar e o fazer". Em outras palavras, a relação entre teoria e prática, indicando que nossas ações e observações não são desprezíveis. Ao contrário, elas são orientadas pelos conhecimentos e informações a priori. No contexto da experimentação no ensino, isso se traduz pela relação entre o experimento e a teoria. Não basta ver os fenômenos, é preciso interpretá-los à luz das teorias disponíveis. Assim, na realização das atividades experimentais é fundamental que o/a professor/a questione e crie momentos para que os/as estudantes apresentem suas explicações, tomando o cuidado de retomar o ensino dos conceitos não apropriados ou apresentados de forma equivocada. O experimento contribui também para aprimorar a linguagem científica, como destaca a professora Cleide.

Para contemplar a dimensão teórica e conceitual, consideramos salutar que a atividade experimental seja planejada e desenvolvida considerando-se três níveis do conhecimento químico: a) macro e tangível: os aspectos macroscópicos que abrangem a observação e a descrição do fenômeno, por exemplo, cor, formato, cheiro; b) molecular e invisível: a explicação dos aspectos submicroscópicos, fazendo uso de conceitos científicos, como átomos, moléculas, polaridade. Nesse momento, é importante tanto o uso correto dos conceitos, como o uso de uma linguagem adequada. E c) simbólico e matemático, a linguagem científica utilizada para expressar o conhecimento químico, como símbolos, equações (Johnstone, 2000, 2006, 2010), gráficos, diagramas, espectros, todo o conjunto de representações que torna capaz pensar e comunicar os conceitos químicos (Taber, 2009). O experimento será ainda mais rico se incorporar o elemento humano e os aspectos humanísticos propostos por Mahaffy (2006) e Sjöström (2013).

Para evidenciar a dimensão humana no âmbito do ensino de Química, Mahaffy (2006) propôs reconstruir a ideia do triângulo de Johnstone (2000, 2006, 2010) acrescentando o denominado "elemento humano". Trata-se de evidenciar a química como resultado de uma construção social, de situar conceitos, teorias e representações como criações humanas, tanto para explicar fenômenos como para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A dimensão humana tem por princípio que os níveis macro e tangível, invisível e molecular e simbólico e representacional sejam percebidos com base em problemas do mundo real, de situações da vida dos/as alunos/as e da sociedade como um todo, indo ao encontro do que no Brasil chamamos de ensino contextualizado. Em continuidade às discussões de Mahaffy (2006), Sjöström (2013) propôs três níveis de complexidade à forma como os aspectos humanísticos são abordados no ensino de química, sendo eles: química aplicada, socio-química e química crítico-reflexiva.

**c) Científica-profissional:** engloba o uso dos métodos e processos da ciência para investigar fenômenos e solucionar problemas, o que carece mobilizar conhecimentos científico-culturais e científico-teórico conceituais. Está diretamente relacionada à iniciação no processo de produção científica e suas relações. Nessa dimensão, é salutar considerar as demandas dos povos que, historicamente, tiveram suas

necessidades ignoradas, conforme debatem Auler e Delizoicov (2015). Os espaços escolares não devem se limitar à valorização dos saberes desses povos, mas colocar à tona seus problemas, e que estes ocupem espaços nas pesquisas acadêmicas.

No ensino médio regular, essa é uma dimensão difícil de ser alcançada, pois é uma tarefa que depende do interesse dos/as alunos/as, de carga horária disponível e dos/as professores/as de Ciências Naturais formados na área de atuação. Na Educação Profissional e Tecnológica e na Licenciatura, é uma dimensão desejável para o processo formativo, baseado no trabalho como princípio educativo, pois tal iniciação corrobora com a aquisição de saberes procedimentais relativos à profissão, por exemplo, os futuros/as técnicos/as em química apresentam possibilidade de atuação diversa, como: ensaios e pesquisas em geral, pesquisa e desenvolvimento de métodos e produtos, análise química e físico-química e controle de qualidade (CRQ, 20-?). Certamente, o objetivo não é o treino e a repetição de operações, estratégias, conforme revela a história do ensino nos cursos técnicos de química (Matsumoto & Kuwabara, 2005), mas avultar habilidades e estratégias que lhes permitam resolver situações-problemas diversos.

Na RFEPECT, para além das disciplinas do chamado Núcleo Profissional/Tecnológico (relativo à formação técnica específica), aqueles/as alunos/as que se interessam por essa “iniciação” e desejam uma carreira na área têm a oportunidade de participar dos projetos de Iniciação Científica. Isso propiciará maior contato com os aspectos internos da Ciência: equipamentos, técnicas de pesquisa, identificação de problemas, construção de hipóteses, solução de problemas, socialização dos resultados por meio de escrita de trabalhos científicos e participação em eventos. Massi e Queiroz (2010, p. 174) consideram a iniciação científica como “um processo no qual é fornecido o conjunto de conhecimentos indispensáveis para iniciar os jovens nos ritos, técnicas e tradições da ciência”.

Lembremos, também, que os projetos de Iniciação Científica abrangem a área de educação/ensino, colocando os/as alunos/as em contato com técnicas e metodologias de pesquisa próprias da área. Acrescentemos os Projetos de Iniciação à Docência, a Residência Pedagógica e os Estágios Supervisionados, que são concebidos como espaços formativos de complementação de experiências teórico-práticas e de constituição da identidade profissional, conforme indica o regulamento do estágio de um curso de Licenciatura ofertado pelo IF Goiano: “estágio é ato educativo escolar supervisionado, desenvolvido no ambiente de trabalho, que visa à preparação para o trabalho produtivo de educandos que estejam frequentando o ensino regular em instituições de educação superior, previsto na Lei no 11. 788 de 25 de setembro de 2008” (IFGoiano, [s.d.], p. 1).

No que tange à excessiva preocupação em desenvolver habilidades manipulativas por meio das atividades experimentais, Hodson (1994) já apresentava críticas. Isto porque poucos/as alunos/as, no ensino regular, pretendem estudar ciências em um nível mais avançado, o que não justifica o/a professor/a desprender um longo tempo para o ensino de técnicas muito específicas e que não são necessárias para estudos e práticas posteriores. As habilidades manipulativas fazem sentido nos cursos profissionais, em que os saberes técnicos são tão importantes quanto os saberes teóricos. Neste sentido, percebemos os projetos de iniciação científica, iniciação à docência e os demais como espaços adequados para estimular tais habilidades.

A partir do exposto, defendemos que o estudo dos processos do “fazer ciência” se articula ao eixo Trabalho, considerado por Moura, Garcia e Ramos (MEC, 2007) um princípio educativo, que atua como uma mediação entre o homem e a realidade material e social. Trabalho, além do sentido ontológico, constitui-se como uma categoria econômica, pois é o meio de garantirmos nosso sustento, o que justifica projetos, que incorporem a formação específica para o exercício autônomo e ético-crítico das profissões. Assim, a experimentação, enquanto estratégia para “ensinar fazer ciência”, pode subsidiar a compreensão do processo histórico da produção científica e tecnológica e suas influências nas descobertas científicas e na produção de instrumentos/aparatos que orientam o trabalho de pesquisa. Também, favorece a formação profissional, traduzidas em técnicas e procedimentos que possibilitarão a atuação no mundo do trabalho, comprometida ético-socialmente.

Ao falar sobre o potencial da experimentação no curso técnico e na licenciatura, os/as professores/as ressaltam, diversas vezes, a preparação para o trabalho. Eles/as pontuam aprendizagens necessárias dado o caráter teórico e experimental da Química que perpassa as habilidades manipulativas, mas não se reduz a ela: o desenvolvimento de projetos, a escrita de relatórios, a apropriação de conhecimentos para o estágio e os aspectos conceituais. Tais colocações fortalecem a proposição dessa dimensão:

Que ele fique preparado tanto pra **atuar na prática da química**, independente de área que ele vai atuar, como esteja preparado para **desenvolver projetos**, que ele faça um mestrado, que continue num doutorado, então tudo isso é importante e essencial (Alice).

Então, assim era mais aprender como um experimento é feito e qual tem que ser o **comportamento dele frente ao experimento**, do que para discutir a parte química. [...] Então, o planejamento foi pensado nisso, para entender como é que eles têm que se comportar quando eles estão no laboratório (Cleide).

No curso técnico os alunos fazem **estágio** geralmente ou na SANEAGO ou em farmácias de manipulação, no final do **relatório do estágio**, sempre tem um item lá o que que isso contribui na sua formação, você usou algum conhecimento que você adquiriu lá no IF[...]. Então já aconteceu de o aluno falar assim “nossa professora, eu sabia, o experimento lá que eu tive que fazer era titulação também”, então no curso técnico o interessante é que a princípio eles acham que não vai ter aplicação e quando vai fazer o estágio eles percebem **que o conhecimento que eles adquiriram nas aulas experimentais foram importantes para o desenvolvimento dele no estágio**, tanto na farmácia de manipulação, vai fazer uma pesagem, que vai fazer uma diluição. Então nos relatos deles tem sido positivo, essa formação na área experimental (Poliana).

Para o licenciado é importante, porque ele tem que **conhecer o comportamento daquilo que ele vai ensinar**, o comportamento prático, vamos dizer assim, né? Não adianta nada (dizer) “À, você mistura a reação aqui, você pega o cloreto de prata e mistura com... O cloreto não, o nitrato de prata e mistura com cloreto de sódio e vai dar o cloreto de prata”, mas se ele nunca fez essa aula em um laboratório, o aluno pergunta “E como é que fica?” (o professor responde) “Não sei. Eu sei que vai formar um precipitado, mas eu não sei como é que fica (Jeferson).

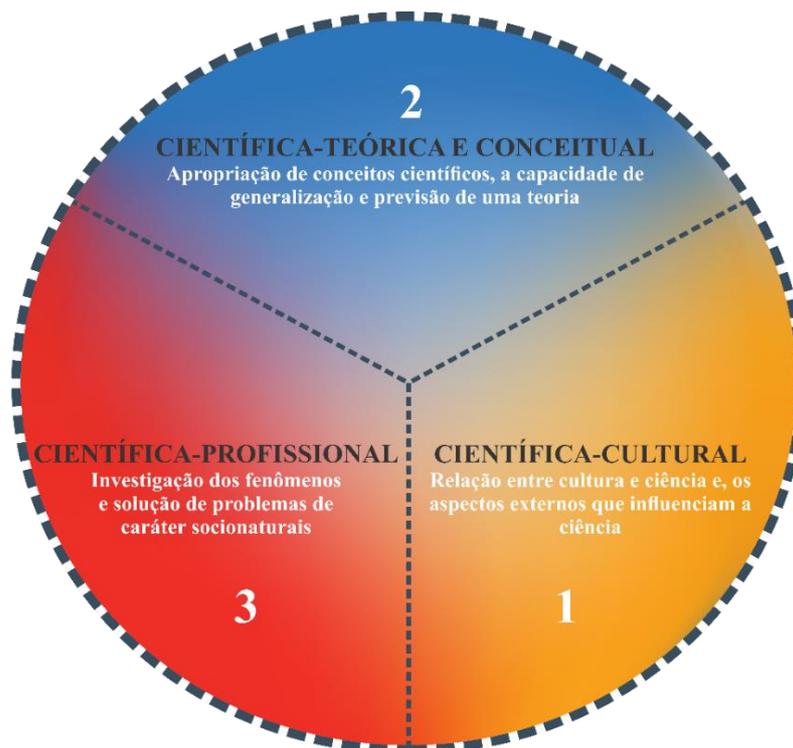
É importante que, em quaisquer das dimensões das atividades experimentais (cultural, teórica-conceitual, profissional) a problematização e o diálogo se façam presentes. Para potencializar essa abordagem, ancoramo-nos na experimentação investigativa e problematizadora, que pode ser desenvolvida por diferentes metodologias, entre elas: a) experimentação demonstrativo-investigativa: aquela que aborda fenômenos simples e que permite introduzir aspectos teóricos em relação ao que foi observado. O indicado é iniciar com um questionamento provocativo e, posteriormente, a exploração da observação macroscópica, da interpretação submicroscópica e a da expressão representacional; b) experiências investigativas: intencionam a resolução de um problema por meio de uma ou mais experiências e podem envolver cinco etapas: 1. proposição de um problema; 2. identificação e exploração das ideias dos alunos, especialmente, as passíveis de serem realizadas no laboratório; 3. experimentar o planejado; 4. análise dos dados anotados e 5. respostas à pergunta inicial (R. R. Silva et al., 2019); c) experimentação problematizadora: tem como pressuposto a indissociação entre leitura, fala e escrita. Uma das formas de organização tem como referência os momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Delizoicov & Angotti, 1991; Delizoicov, Angotti, & Pernambuco, 2002), já utilizados na experimentação com intuito de despertar o espírito reflexivo e crítico (Francisco Jr., Ferreira, & Hartwig, 2008).

Uma oportunidade para superar a experimentação enquanto estratégia estritamente motivacional e/ou com função de comprovação da teoria, consiste em planejá-la por meio de princípios orientadores. Esses princípios orientadores são os seguimentos teórico-epistemológicos que sustentam as diferentes abordagens do conhecimento científico no ensino de ciências, a citar: história da ciência, questões sociocientíficas, cotidiano e contextualização, e Educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade). Nobre-Silva e Silva (2019), ao analisarem as publicações dos/as professores/as da Educação Básica, Técnica e Tecnológica relacionadas ao desenvolvimento de atividades experimentais, no período 2009-2017, identificaram a presença de princípios orientadores como a contextualização, a interdisciplinaridade e a história da ciência. Embora tenha sido por um número incipiente, a utilização desses princípios orientadores foi elementar para problematizar o conteúdo, despertar o interesse dos/as alunos/as e promover a apropriação de conhecimentos científicos.

Face às discussões, apresentamos uma representação das dimensões dessa tríade (Figura 1).

A interpretação do nosso modelo parte da extremidade para o centro. A dimensão 1 é representada pela cor laranja, a 2 pela cor azul e a 3 pela cor vermelha, atribuídas de forma aleatória. A proximidade com a borda indica uma cor única e o isolamento da dimensão, o deslocamento em direção ao centro indica a articulação com as demais dimensões sendo representada pela mistura das cores, promovendo a formação de matizes. As linhas tracejadas indicam a permeabilidade das dimensões, pois não são domínios fechados.

Logo, nossa proposta é que ao planejar e desenvolver uma atividade experimental o/a docente leve em consideração as três dimensões, sendo cada uma delas mais ou menos explorada, a depender do objetivo da aula. Acreditamos que o uso da tríade pode ser potencializada quando professores/as de diferentes Núcleos estejam trabalhando coletivamente, por meio de projetos ou por exemplo, nos estágios supervisionados, em que alunos/as da licenciatura planejam, junto ao/a orientador/a e supervisor/a aulas experimentais.



**Figura 1** – Modelo da Tríade Teórico Metodológica para a realização das atividades experimentais no EBTT. Fonte: Nobre-da-Silva (2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma proposição teórico-metodológica para o planejamento e desenvolvimento das atividades experimentais nos cursos Técnico em Química e Licenciatura em Química ofertados pelos Institutos Federais. Tomamos como base para a proposição os eixos defendidos como alicerce da concepção de ensino ofertada pelos IF: Trabalho, Ciência, Cultura e Tecnologia.

Inicialmente, partimos do estudo bibliográfico para caracterizar dois estilos de pensamento preponderante sobre experimentação no ensino: simplista e contemporâneo. O primeiro tem como marca a experimentação como validação e/ou comprovação da teoria, o uso de roteiro fechado, o experimento como elemento intrinsecamente motivacional, o apelo a experimentos com apelo aos aspectos visuais, como a mudança de cor. O segundo percebe a experimentação com função de apropriação de conhecimentos, estimular o pensamento analítico, crítico, problematizador e humanístico, como potencializador do diálogo, da escrita e da argumentação.

Posteriormente, foi realizada uma pesquisa de campo na qual 7 professores e 7 professoras vinculados a diferentes campi do Instituto Federal de Goiás e do Instituto Federal Goiano participaram de uma entrevista semiestruturada. Eles e elas compartilharam suas concepções acerca da experimentação no curso Técnico e na Licenciatura em Química, assim como fizeram narrativas dos processos de planejamento e desenvolvimento de aulas experimentais.

Em decorrência, a articulação entre a literatura e as narrativas docentes nos permitiu propor uma tríade teórico-metodológica para a realização das atividades experimentais. As três dimensões são: 1. Científica-cultural: abrange os aspectos externos que influenciam a ciência e propõe a articulação entre

cultura e ciência como forma de compreender a cultura científica, sua linguagem e discurso próprio. Ademais, considera como as questões culturais são elementos intrínsecos à construção da ciência. Propomos a utilização de princípios orientadores (história da ciência, Educação CTS, contextualização). 2. Científica-teórica e conceitual: engloba os aspectos internos da ciência, a pluralidade metodológica, as teorias, o processo de previsão e generalização, a apropriação de conhecimentos científicos contemplando a relação experimento-teoria e os níveis do conhecimento químico. 3. Científica-profissional: está relacionada à iniciação no processo de produção científica e suas relações. Compreende os métodos e processos da ciência para investigar fenômenos e solucionar problemas sionaturais.

Por fim, acreditamos que o enriquecimento desta proposta se dá pelo trabalho colaborativo entre docentes dos diferentes núcleos curriculares, como da Formação Geral e da Formação Técnica. Ademais, entendemos que o uso de tais dimensões em sala de aula pode propiciar problematizações acerca da ciência, superando uma visão neutra, chegando à compreensão dela como uma construção lógica, histórica e social.

## REFERÊNCIAS

- Auler, D., & Delizoicov, D. (2015). Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. *Linhas Críticas*, 21(45), 275–296. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1935/193542556003.pdf>
- Castilho-Delizoicov, N. (1995). *O professor de ciências naturais e o livro didático (no ensino de programas de saúde)*. (Dissertação de mestrado). Centro de Ciências da Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76326>.
- Delizoicov, D., & Angotti, J. A. P. (1991). *Física*. São Paulo, SP: Cortez.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A. P., & Pernambuco, M. M. (2002). *Ensino de ciências: Fundamentos e métodos* (5a ed.). São Paulo, SP: Cortez.
- Fleck, L. (2010). *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*. Belo Horizonte, MG: Fabrefactum.
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa* (Tradução de Joice Elias Costa, 3a ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Francisco Jr., W. E., Ferreira, L. H., & Hartwig, D. R. (2008). Experimentação Problematizadora: Fundamentos teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. *Química Nova na Escola*, (30), 34–41. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/07-PEQ-4708>
- Galiazzi, M. do C., & Gonçalves, F. P. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: Uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, 27(2), 326–331. Recuperado de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422004000200027](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000200027)
- Galiazzi, M. do C., Rocha, J. M. B., Schmitz, L. C., Souza, M. L., & Giesta, S. (2001). O objetivo das atividades experimentais no ensino médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(2), 249–263. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200008>
- Gonçalves, F. P., & Marques, C. A. (2016). A experimentação na docência de formadores da área de ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 38(1), 84–98. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160013>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299–313. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370/93326>
- IF Goiano. ([s.d.]). Regulamento de estágio supervisionado de curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Campus Iporá. *IF Goiano Campus Iporá*, 99. Recuperado de [https://suap.ifgoiano.edu.br/media/documentos/arquivos/regulamento\\_estagio\\_quimica.pdf](https://suap.ifgoiano.edu.br/media/documentos/arquivos/regulamento_estagio_quimica.pdf)
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry – logical or psychological? *Chemistry Education: research and practice in Europe*, 1(1), 9–15. Recuperado de <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2000/rp/a9rp90001b>

- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 49–63. <http://dx.doi.org/10.1039/B5RP90021B>
- Johnstone, A. H. (2010). You Can't Get There from Here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22–29. <https://doi.org/10.1021/ed800026d>
- Leite, B. S. (2018). A experimentação no ensino de química: Uma análise das abordagens nos livros didáticos. *Educación Química*, 29(3), 61-78. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63726>
- Mahaffy, P. (2006). Moving Chemistry Education into 3D: A Tetrahedral Metaphor for Understanding Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 49–55. <https://doi.org/doi.org/10.1021/ed083p49>
- Massi, L., & Queiroz, S. L. (2010). Estudos sobre iniciação científica no Brasil: Uma revisão. *Cadernos de Pesquisa*, 40(139), 173–197. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742010000100009>
- Matsumoto, L. T. J., & Kuwabara, I. H. (2005). A formação profissional do técnico em Química: Caracterização das origens e necessidades atuais. *Química Nova*, 28(2), 350–359. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000200031>
- MEC - Ministério da Educação. (2007). *Educação Profissional Técnica de Nível Médio integrada ao Ensino Médio*. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Brasília, DF. Recuperado de [http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/documento\\_base.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/documento_base.pdf)
- Nobre-da-Silva, N. A. (2022). *As atividades experimentais no contexto da docência nos Institutos Federais do Estado de Goiás: reflexões a partir da epistemologia fleckiana*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências. Instituto de Química. Universidade de Brasília, Brasília, DF. Recuperado de <https://repositorio.unb.br/handle/10482/43850>
- Nobre-Silva, N. A., & Silva, R. R. (2019). A experimentação no ensino de Química: identificação e análise dos coletivos de pensamento na produção acadêmica de professores da Educação Básica, Técnica e Tecnológica. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. XII, 2019, Natal, Anais... Natal, RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019, p. 1-9. Recuperado de [https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/busca\\_1.htm?query=nara+alinne](https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/busca_1.htm?query=nara+alinne)
- Pacheco, E. (2010). *Os Institutos Federais: Uma revolução na Educação Profissional e Tecnológica*. Natal, RN: IFRN. Recuperado de <https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1013/Os%20institutos%20federais%20-%20Ebook.pdf>
- Porto, C., & Oliveira, K. E. (2018). Em C. Porto, K. E. Oliveira, & F. Rosa (Orgs.), *Produção e difusão da ciências na cibercultura: Narrativas em múltiplos olhares*. (p. 41–53). Ilhéus, BA: Editus. <https://doi.org/10.7476/9788574555249>
- Quevedo, M. (2018). Verticalização nos IFs: Concepção (ões) e desafios. Em G. Frigotto (Org.), *Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia: Relação com o ensino médio integrado e o projeto societário de desenvolvimento* (p. 225–238). Rio de Janeiro, RJ: UERJ, LPP.
- Silva, A. L. S., & Nogara, P. A. (2018). *Atividade Experimental Problematizada (AEP) – 60 experimentações com foco no ensino de Química: da educação básica à universidade*. Curitiba, PR: Appris.
- Silva, A. L. S., Moura, P. R. G., & Del Pino, J. C. (2017). Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12(5), 177-195. Recuperado de <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/646>
- Silva, L. H. de A., & Zanon, L. B. (2000). A experimentação no ensino de ciências. Em R. P. Schnetzler & R. M. R. Aragão (Orgs.), *Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens* (p. 120–153). CAPES/UNIMEP.
- Silva, R. R., Machado, P. L. F., & Tunes, E. (2019). Experimentar sem medo de errar. Em W. L. P. Santos, O. A. Maldaner, & P. L. F. Machado (Orgs.), *Ensino de Química em Foco* (2a ed.). Ijuí, RS: Unijuí.
- Sjöström, J. (2013). Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. *Science & Education*, 22(7), 1873–1890. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9401-0>

- Taber, K. S. (2009). Learning at the symbolic level. Em J. K. Gilbert & D. F. Treagust, *Multiple Representations in Chemical Education* (p. 77–108). Dordrecht: Springer. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/227060162\\_Learning\\_at\\_the\\_Symbolic\\_Level](https://www.researchgate.net/publication/227060162_Learning_at_the_Symbolic_Level)
- Trigueiro, M. G. S. (2009). *Sociologia da Tecnologia: Bioprospecção e legitimação*. São Paulo, SP: Centauro.
- Triviños, A. N. S. (2015). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo, SP: Atlas.
- Unesp – Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos. (2015). *Tipos de revisão de literatura*. Faculdade de Ciências Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu, SP. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf>.

**Recebido em:** 05.09.2022

**Aceito em:** 05.04.2023